

~~MST 208773~~
DSH 302340

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VERBODONDERZOEK

26 K295

COÖRDINATIE-COMMISSIE VOOR DE METINGEN
VAN
RADIOACTIVITEIT EN XENOBIOTISCHE STOFFEN

Cesium 134
cesium 137

RAPPORTAGE AANVULLEND MEETPROGRAMMA TSJERNOBYL

Waarnemend
CCRX-secretaris voor
Radioactieve stoffen:
DRS. L.H. VAAS

Commissie Rapportage
Aanvullend Meetprogramma
Tsjernobyl, voorzitter:
DR.IR. B.C.J. ZOETEMAN

Juni 1988

Eerder verschenen rapporten in deze reeks zijn:

Cholinesterase-remmende stoffen in Nederland

Cadmium, de belasting van het Nederlandse milieu

Kwik in het Nederlandse milieu

PCB's in Nederland

Broom en broomverbindingen

Radioactieve besmetting in Nederland ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl

Betekenis van de Sandoz-calamiteit voor de bewaking van de kwaliteit van de Rijn

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het Nederlands milieu

Koper in milieu en voeding in Nederland

Stikstof en stikstofverbindingen in milieu en voeding in Nederland

In voorbereiding zijn rapporten over ozon, lood en arseen.

De genoemde rapporten, alsmede de jaarverslagen van de CCRX zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van de commissie, postbus 450, 2260 MB Leidschendam.

VOORWOORD

Op 15 oktober 1986 heeft de Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen (CCRX) aan de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer rapport uitgebracht over de in Nederland opgetreden radioactieve besmetting ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Om het verdere verloop van deze besmetting te volgen, is in CCRX-verband, naast het reeds bestaande Nationaal Meetprogramma van de CCRX, een aanvullend meetprogramma uitgevoerd dat in het bijzonder gericht was op de van het kernreactorongeval afkomstige langlevende radionucliden. In het voorliggende rapport, dat een vervolg is op het rapport "De radioactieve besmetting in Nederland ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl" van oktober 1986, worden de uitkomsten van het aanvullend meetprogramma, tot 1 oktober 1987, besproken en wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken met betrekking tot de uitvoering van de aanbevelingen uit het eerste Tsjernobyl-rapport.

De uitkomsten van het aanvullend meetprogramma hebben geleid tot een verhoogd inzicht in de milieu-effecten van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Ook zijn de dosisconsequenties voor de Nederlandse bevolking met een grotere zekerheid vastgesteld. Op een aantal terreinen is er echter behoefte aan voortgezet onderzoek. De CCRX heeft in dit vervolgrapport hiervoor aanbevelingen opgenomen.

De CCRX-rapportage's van de metingen naar aanleiding van het kernreactorongeval in Tsjernobyl hebben het belang getoond van een erkend kader waarbinnen deze metingen tijdens calamiteiten gecoördineerd worden verzameld en gerapporteerd. De CCRX is gebleken zo'n kader te zijn. De Commissie beveelt aan deze mogelijkheid te optimaliseren.

De Voorzitter van de CCRX,



Ir. Drs. R.B.J.C. van Noort

Gebruikte eenheden voor radioactiviteit, dosisequivalent en stralingsniveau

Grootheid	Eenheid en symbool	Verklaring
Activiteit	becquerel Bq	Een hoeveelheid radioactieve stof (radio-nucliden) heeft een (radio)activiteit van 1 Bq indien per seconde gemiddeld één atoomkern vervalt onder uitzending van α - en/of β - en/of röntgen of γ -straling
Dosis- equivalent	sievert Sv	Algemene maat voor de hoeveelheid ioniserende straling met betrekking tot de gezondheidsrisico's voor de mens. Eén Sv β - of γ -straling komt overeen met een energie-afgifte van 1 joule per kg weefsel. Eén Sv α -straling wordt veroorzaakt door de energie-afgifte van 0,05 joule per kg weefsel.
	rem	Een nog veel gebruikte verouderde eenheid voor het dosisequivalent: 1 rem = 0,01 Sv.
Effectief dosis- equivalent	sievert Sv	Maat voor de gezondheidsrisico's van ioniserende straling voor personen bij ongelijkmatige bestraling van het menselijk lichaam. Een ongelijkmatige bestraling van het lichaam met een effectief dosisequivalent van 1 Sv geeft gemiddeld even veel kans op kanker en erfelijke afwijkingen als een gelijkmatige bestraling van het gehele lichaam met een dosisequivalent van 1 Sv.
Stralings- niveau of exposietempo	röntgen per uur R/h (*)	Maat voor de intensiteit van röntgen- of γ -straling in lucht. Indien men zich bevindt in een ruimte met een stralingsniveau van 1 R/h, zal dit globaal overeenkomen met een dosisequivalenttempo van ongeveer 0,01 Sv/h.

(*) Bij deze rapportage is uit praktische overwegingen afgezien van de vervanging van de niet-SI-eenheid R/h door de SI-eenheid C/kg.s.

In dit rapport wordt vaak kortheidshalve gesproken over dosis, dosisequivalent, stralingsdosis of stralingsbelasting. Deze omschrijvingen hebben, tenzij anders vermeld, steeds de betekenis van effectief dosisequivalent.

1.	<u>INHOUD</u>	blz
	Voorwoord	
	Gebruikte eenheden voor radioactiviteit, dosisequivalent en stralingsniveau	
1.	Inhoud	
2.	Samenvatting	5
3.	Inleiding	13
4.	Internationaal beeld van de besmetting t.g.v. het kernreactorongeval in Tsjernobyl	15
	4.1 Inleiding	15
	4.2 Depositie	15
	4.3 Stralingsdoses	19
5.	Besmetting van het milieu in Nederland	22
	5.1 Besmetting van de bodem	22
	5.2 Stralingsniveaus (exposietempi)	28
	5.3 Gras, kuilvoer en overige diervoeders	32
	5.4 Oppervlaktewater en waterbodems	35
	5.5 Zuiveringsslib	42
	5.6 Aquatische biota	44
	5.7 Bosprodukten	46
6.	Besmetting van voedsel in Nederland	51
	6.1 Inleiding	51
	6.2 Internationale normen voor de besmetting van voedsel en diervoeders	53
	6.3 Melk, melk- en zuivelprodukten	56
	6.4 Vlees, vleesprodukten en wild	60
	6.5 Granen, groenten en fruit	64
	6.6 Visserijprodukten	66
	6.7 Overige voedingsmiddelen	70
	6.8 Drinkwater	75

7.	Voedselpakketten uit het buitenland	77
8.	Radioactiviteit in goederen	79
9.	Stralingsbelasting van de Nederlandse bevolking	80
9.1	Additionele informatie over de stralingsbelasting van de bevolking t.g.v. het reactorongeval te Tsjernobyl	80
9.2	De lichaamsbelasting met radiocesium in personen	82
10.	Bewakingsprogramma's	87
10.1	Nationaal Meetprogramma CCRX	87
10.2	Aanvullend Meetprogramma n.a.v. het reactorongeval	87
10.3	Aanbevelingen voor additioneel onderzoek	90
10.4	Meetnetten bij calamiteiten	91
11.	De uitvoering van de aanbevelingen uit het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport	96
12.	Literatuur	99

Bijlagen	blz
1 Samenstelling van de CCRX-commissie "Rapportage aanvullend meetprogramma Tsjernobyl"	104
2 Lijst van gebruikte afkortingen	106
3 Halveringstijden van voor het kernreactorongeval in Tsjernobyl van belang zijnde radionucliden	108
4 Begrippenlijst, symbolen en voorvoegsels voor decimale machten	109
4.1 Begrippenlijst	109
4.2 Lijst van symbolen voor chemische elementen	114
4.3 Symbolen van grootheden en eenheden, van belang voor dit rapport	114
4.4 Voorvoegsels voor decimale machten	114
5 Radioactiviteitsnormen. Invoereisen van niet EG-landen m.b.t. produkten uit Nederland	115
6 Gehalten aan radiocesium in diervoeders en grondstoffen	119
7 Gehalten aan radiocesium in veevoer en grondstoffen	120
8 Gehalten aan Cs-134 en Cs-137 in gedroogde grond- en paddestoelmonsters uit Nederlandse bossen	121
9 Gehalten aan Sr-89, Sr-90, I-131, Cs-134 en Cs-137 in Nederlandse industriemelk	122
10 Gemiddelde gehalten aan radiocesium in Nederlandse volle-melkpoeder	124
11 Gehalten aan Cs-137 in verschillende soorten kalfsvlees	125
12 Gehalten aan I-131 in schildklieren van runderen, schapen, lammeren en reeën	126
13 Gehalten aan radiocesium in vlees en vleeswaren	127

2

SAMENVATTING

Het onderhavige rapport is een actualisering van de eerdere CCRX-rapportage van oktober 1986 over het kernreactorongeval te Tsjernobyl. De verslagperiode loopt tot 1 oktober 1987.

Binnen Europa zijn er grote verschillen opgetreden in de deposities ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Het gebied rondom de verongelukte reactor is uiteraard het zwaarst getroffen. De gemiddelde depositie van Cs-137, in de zone van 4000 km^2 rondom Tsjernobyl, bedraagt ca. 2000 kBq/m^2 . In deze zone zijn deposities van Cs-137 tot 10.000 kBq/m^2 gemeten.

Gemiddeld over het totale landoppervlak per natie worden de hoogste deposities van Cs-137 aangetroffen in Bulgarije, Joegoslavië, Polen en Roemenië ($20 - 30 \text{ kBq/m}^2$). Daarna volgen Europees Rusland, Finland, Zweden, Noorwegen, Hongarije, Oostenrijk, BRD, DDR, Italië en Zwitserland ($5 - 10 \text{ kBq/m}^2$). Nederland ($1,8 \text{ kBq/m}^2$) behoort tot de groep van landen met een relatief geringe depositie ten gevolge van het reactorongeval in Tsjernobyl. Ter vergelijking: in de bovengenoemde landen bedraagt het restant in 1986 aan Cs-137, afkomstig van de bovengrondse kernwapenproeven, $1,6 - 3,0 \text{ kBq/m}^2$. De door de bevolking in de Europese landen opgelopen stralingsdoses, ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl, vertonen een beeld dat vrijwel parallel loopt met de depositieverschillen binnen Europa.

Uit een in de zomer van 1986 uitgevoerd bodemonderzoek in Nederland blijkt dat de gemiddelde besmetting met Cs-137, afkomstig van "Tsjernobyl", in de bovenste 5 cm van de bodem $1,4 \pm 0,2 \text{ kBq/m}^2$ bedraagt, waaruit volgt dat in de Nederlandse bodem ca. $4,8 \times 10^{13} \text{ Bq}$ (48 TBq) Cs-137 is afgezet. Het restant in 1986 van Cs-137 ten gevolge van de bovengrondse kernwapenproeven bedraagt in deze bodemlaag $0,3 \pm 0,2 \text{ kBq/m}^2$. Het bodemonderzoek en het gammaspectrometrisch onderzoek in het vrije veld bevestigen in grote lijnen de landelijk gemiddelde deposities en de berekende depositieverdeling uit het eerste CCRX-Tsjernobylrapport.

Via Rijn en Maas is ongeveer $1,3 \times 10^{13} \text{ Bq}$ (13 TBq) Cs-137, afkomstig van het kernreactorongeval in Tsjernobyl, Nederland binnengekomen. Dit is ca. 20% van de hoeveelheid Cs-137 (ca. 67 TBq) die via droge en natte depositie op het Nederlandse territorium is afgezet. De aanvoer via Rijn en Maas vond hoofdzakelijk plaats in mei en juni 1986.

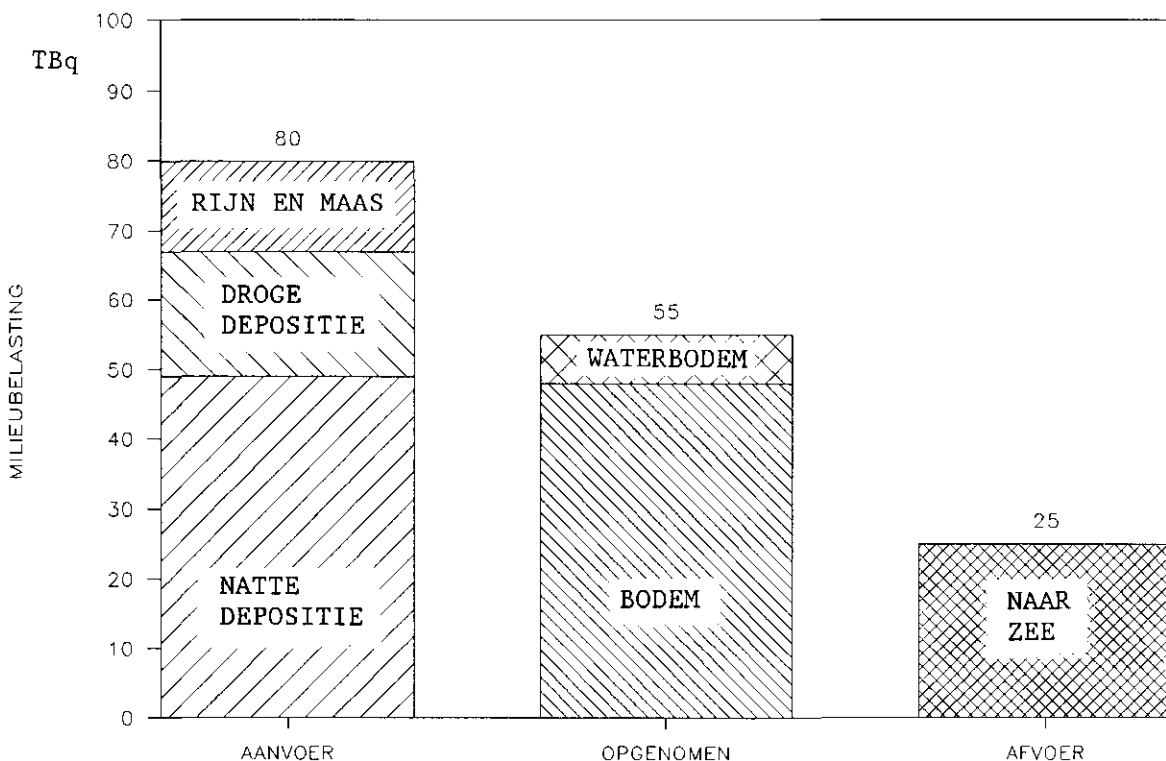
De besmetting met Cs-137 van waterbodems bedraagt gemiddeld $1,9 \text{ kBq/m}^2$ en is daarmee wat groter dan de besmetting van landbodems. Deze hogere besmetting is het gevolg van aanvoer vanaf het land en via de grensoverschrijdende

rivieren. In de bodem van het Ketelmeer (26 kBq/m^2) en Hollands Diep ($11 - 18 \text{ kBq/m}^2$) werden de hoogste besmettingen met Cs-137 gemeten. De totale besmetting met Cs-137 van de Nederlandse waterbodems van de binnenwateren bedraagt ruwweg 8 TBq. Bovenstaande gegevens zijn verwerkt in figuur 2.1 waarin voor Nederland, exclusief de Waddenzee en het continentaal plat, een globale balans is opgemaakt voor de aanvoer, opname en afvoer van Cs-137 afkomstig van "Tsjernobyl". Uit deze balans blijkt dat in mei 1986 ca. 80 TBq is aangevoerd, dat ca. 55 TBq is afgezet in de (water)bodem en dat ca. 25 TBq is afgevoerd naar de Noordzee en de Waddenzee.

De concentraties van Cs-137 in zuiveringsslib zijn sinds juni 1986 sterk gedaald. Onderlinge verschillen tussen rioolwaterzuiveringsinstallaties kunnen hoofdzakelijk worden verklaard door de depositieverschillen binnen Nederland. De piekwaarden van Cs-137 gaven geen aanleiding tot beperkingen in de afzet van zuiveringsslib.

De concentraties van Cs-137 in aquatische biota uit het Nederlandse zoetwatermilieu zijn laag. De maximale concentratie van Cs-137 in, niet voor consumptie bestemde, blankvoorn uit het IJsselmeer bedroeg 30 Bq/kg en werd eind 1986 bereikt. Sindsdien zijn de concentraties in blankvoorn in een periode van 1 jaar tot ca. de helft gedaald.

Fig. 2.1 Globale balans voor de aanvoer, opname en afvoer van Cs-137 afkomstig van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Activiteiten in 10^{12} Bq (TBq).



In Nederlandse natuurprodukten werden soms hoge gehalten, uitgedrukt per kg vers produkt, aan Cs-137 gemeten. Uitschieters waren in het najaar 1986 heideplaggen (max. 3600 Bq/kg), mos (max. 1800 Bq/kg) en vooral wilde paddestoelen (max. 5600 Bq/kg produkt). In wilde paddestoelen uit het buitenland werden in het vierde kwartaal van 1986 gehalten aan Cs-137 gemeten tot 82.000 Bq/kg produkt (oesterzwam; herkomst Polen). In wilde paddestoelen uit Nederland die voor de analyse waren gedroogd, werden gehalten aan Cs-137 aangetroffen tot 95000 Bq/kg droge stof (krulzoom uit 1986). Hierbij is van belang te vermelden dat de concentraties door het droogproces met een factor 10-15 toenemen.

De gemiddelde concentratie aan Cs-137 in Nederlandse melk, een belangrijk consumptie-artikel, was laag en bereikte in juni 1986 een maximale waarde van ca. 7 Bq/l. In het weideseizoen van 1986 en 1987 daalde de gemiddelde concentratie tot ca. 1 Bq/l. Tijdens de winter 1986/1987 werd, ten gevolge van het bijvoeren met in mei 1986 besmet geraakt hooi en kuilvoer, in april 1987 een piek in de concentratie van Cs-137 in melk gemeten van ca. 4 Bq/l. In 1985 bedroeg het jaargemiddelde van de concentratie van Cs-137 in melk 0,1 Bq/l.

Bij de consumptie-artikelen waren de metingen er vooral op gericht te controleren of de maximaal toegelaten concentraties voor handelsdoeleinden niet werden overschreden. In rundvlees zijn de gehalten aan "radiocesium" (Cs-134 + Cs-137) in het algemeen onder de 50 Bq/kg gebleven. In kalfsvlees waren de concentraties, door bijvoederen met licht besmet melkpoeder, hoger dan in rundvlees, maar zij bleven ver onder de EG-norm voor radiocesium van 600 Bq/kg. In varkens-, schape- en kippevlees zijn de gehalten laag gebleven. De mediaanwaarden bedroegen in de periode augustus 1986 tot oktober 1987 minder dan 10, 20, respectievelijk 5 Bq/kg. In paardvlees zijn hogere gehalten gemeten (max. 860 Bq/kg) hetgeen te verklaren is door import. De hoogste besmettingen van vlees werden in wild gemeten. De hoeveelheid Cs-137 bedroeg in de meeste gevallen minder dan 50 Bq/kg. De maximale waarde (1300 Bq/kg) werd in ganzevlees gemeten.

In schildklieren werden in juni 1986 hoge gehalten aan I-131 gemeten. De hoogste waarde bedroeg 250.000 Bq/kg en werd aangetroffen in de schildklier van een ree. De hoge gehalten zijn daarna snel gedaald en I-131 was na augustus 1986 niet meer aantoonbaar. Deze maxima voor schildklieren berusten op meetresultaten die niet beschikbaar waren tijdens het samenstellen van het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport. Hierdoor werden in het eerste rapport lagere maxima vermeld.

In granen, groenten en fruit lagen de gehalten aan Cs-137 in het algemeen onder 50 Bq/kg. Incidenteel werden in de periode augustus 1986 tot januari

1987 in buitenlandse groenten en fruit waarden gemeten tot 1400 respectievelijk 600 Bq/kg.

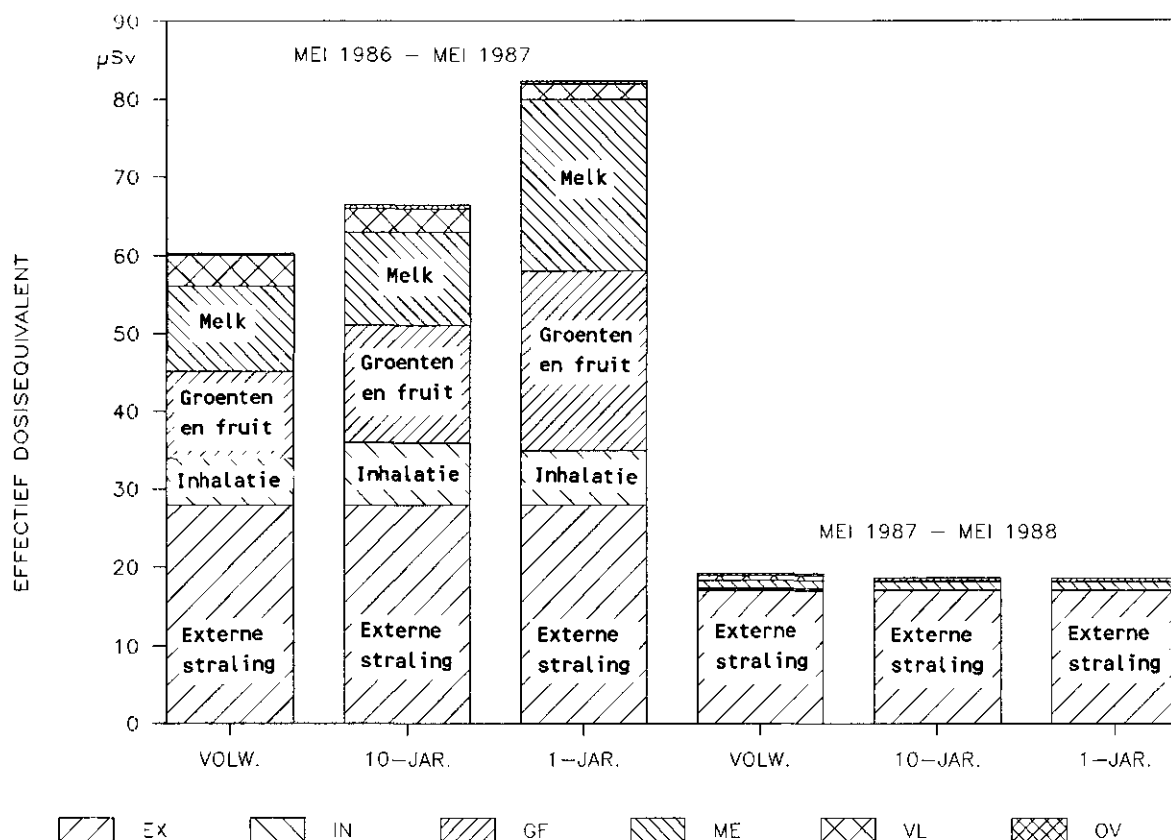
In visserijprodukten uit de kustwateren is de invloed van "Tsjernobyl" in het algemeen verwaarloosbaar. Alleen in mosselen en garnalen is de hoeveelheid Cs-137 in 1986 verhoogd van 0,3 Bq/kg naar 4 Bq/kg. In de binnenwateren is de situatie anders. Hier is het effect van "Tsjernobyl", vooral bij roofvissen, duidelijk waarneembaar. In IJsselmeerbaars zijn concentraties van Cs-137 gemeten tot 100 Bq/kg. Bij de overige voedingsmiddelen werden in het tijdvak augustus 1986 tot januari 1987 soms hoge gehalten aan Cs-137 gemeten in hazelnoten (maximaal 2600 Bq/kg; herkomst Turkije), kruiden (max. 5600 Bq/kg; Turkije) en thee (max. 42.000 Bq/kg; Turkije). In drinkwater zijn geen verhoogde niveaus aan radioactiviteit geconstateerd. De totaal-bèta-activiteit lag, net zoals voor "Tsjernobyl", steeds rond 200 Bq/m³.

De gehalten aan radiocesium in voedsel, in de periode juli 1986 tot september 1987 bemonsterd door personeel van ambassades in Oostbloklanden, waren laag. Enkele uitschieters werden aangetroffen in schapevlees (tot 750 Bq/kg), rundvlees (tot 220 Bq/kg) en gehakt (tot 190 Bq/kg). Deze resultaten zijn echter niet representatief voor de betrokken Oostbloklanden omdat in de hoofdsteden besmette partijen voedsel vermoedelijk werden geweerd.

Incidenteel werden goederen op besmetting gecontroleerd. De hoogste concentraties werden gevonden in luchtfilters (radiocesium tot 13.000 Bq/kg). In turf, veengronden en potgrond werden gehalten tot 3000 Bq/kg produkt gemeten.

De berekende effectieve dosisequivalenten in Nederland, veroorzaakt door het kernreactorongeval in Tsjernobyl, bedroegen voor volwassenen, 10-jarigen en 1-jarigen in het eerste jaar na het ongeval respectievelijk ca. 60 µSv, 70 µSv en 80 µSv. Deze waarden zijn lager dan de dosisequivalenten, respectievelijk 60 µSv, 100 µSv en 180 µSv, die werden genoemd in het eerste CCRX-Tsjernobyrapport. De reden hiervoor is dat er inmiddels betere gegevens beschikbaar zijn voor de gemiddelde concentraties van Cs-134 en Cs-137 in melk. Voor volwassenen wordt in het eerste jaar na "Tsjernobyl" ca. 50% van het effectieve dosisequivalent veroorzaakt door externe bestraling. In de latere jaren na "Tsjernobyl" zal de dosis sterk dalen maar het relatieve aandeel van externe straling in de totale dosis zal steeds groter worden. Dit wordt duidelijk geïllustreerd in figuur 2.2 waarin voor volwassenen, 10-jarigen en 1-jarigen een overzicht wordt gegeven van de verschillende bijdragen aan het door "Tsjernobyl" veroorzaakte effectieve

Fig. 2.2 De bijdragen aan het door "Tsjernobyl" veroorzaakte effectieve dosisequivalent in het eerste en tweede jaar na het reactorongeval. Doses voor volwassenen, 10-jarigen en 1-jarigen in μSv . Toelichting op de legenda: EX = externe straling van de bodem; IN = inhalatiedosis; GF/ME/VL/OV = ingestiedosis door de consumptie van groenten en fruit / melk(producten) / vlees(producten) / overige voedingsmiddelen.

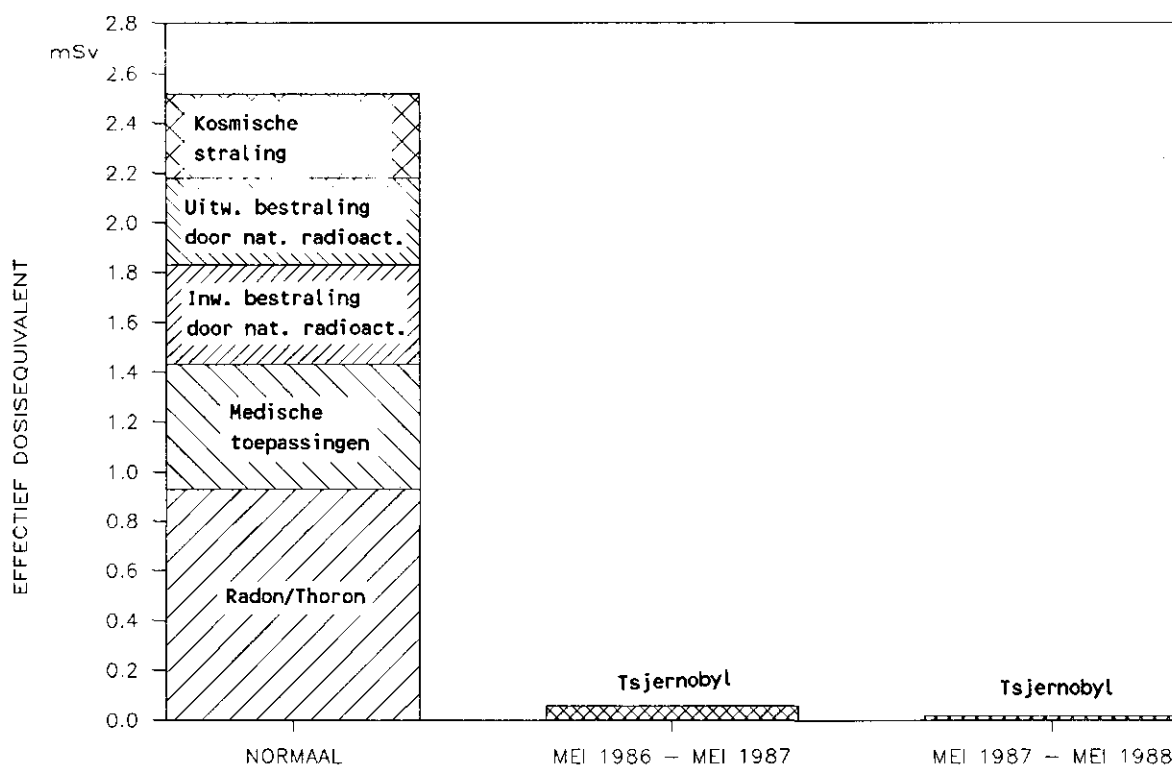


dosisequivalent in het eerste en tweede jaar na het reactorongeluk.

In de groep personen die wordt onderzocht op de totale lichaamsbelasting met cesiumisotopen, blijkt de hoogste belasting (tot 300 Bq) niet in 1986 maar in mei 1987 te zijn opgetreden. Deze onverwacht late piek in de belasting wordt verklaard door de verhoogde gehalten aan radiocesium in melk ten gevolge van het voeren van kuilvoer en hooi aan melkvee in de winter van 1986/1987. Vergeleken met een aantal andere landen is de lichaamsbelasting met radiocesium in Nederland echter laag. In het eerste jaar na "Tsjernobyl" bedraagt het effectieve dosisequivalent in deze groep personen, door inwendige bestraling met radiocesium, ca. 11 μSv , hetgeen goed overeenkomt met het berekende effectieve dosisequivalent van 17 μSv voor volwassenen ten gevolge van inhalatie en ingestie van radiocesium. Ruwweg 50% van deze dosis wordt veroorzaakt door de consumptie van melk. In figuur 2.3 wordt voor volwassenen het door "Tsjernobyl" veroorzaakte effectieve dosisequivalent

vergeleken met het jaarlijkse dosisequivalent van gemiddeld ca. 2500 μSv , waarvan ca. 2000 μSv door natuurlijke straling, waaraan een volwassen persoon onder normale omstandigheden is blootgesteld. De doses door "Tsjernobyl" bedragen in het eerste en tweede jaar na het reactorongeval respectievelijk 2,4% en 0,8% van deze gemiddelde jaardosis en zijn klein vergeleken met de variatie in de dosis door natuurlijke straling.

Fig. 2.3 Vergelijking van het normale jaarlijkse effectieve dosisequivalent met het extra dosisequivalent door "Tsjernobyl" in het eerste en tweede jaar na het reactorongeval. Doses voor volwassenen in mSv. De bijdrage van de overige stralingsbronnen in de dosis onder normale omstandigheden, o.a. de radioactieve neerslag t.g.v. de bovengrondse kernwapenproeven, is verwaarloosd. (Toelichting: uitw./inw. = uitwendige/inwendige; nat. radioact. = natuurlijke radioactieve stoffen).



De aanbevelingen uit het eerste CCRX-Tsjernobyrapport hebben, te zamen met het evaluatierapport van Berenschot B.V., tot een aantal belangrijke besluiten van de regering geleid. Deze besluiten liggen in het verlengde van de aanbevelingen van de CCRX, zoals is gebleken uit het besluit tot

aanstelling van extra stralingsdeskundigen bij de overheid en de installatie van een automatisch meetnet voor luchtactiviteit bij het RIVM. De verdere uitvoering van deze aanbevelingen van de CCRX vindt plaats in het kader van het Project Kernongevallenbestrijding (PKOB).

In het buitenland zijn er, buiten Oost-Europa, plaatselijk nog problemen met een aantal voedingsprodukten zoals graan (Griekenland; oogst 1986), rendiervlees (Noord-Scandinavië), lams- en schapevlees (Ierland, delen van het Verenigd Koninkrijk), wild, vis (Scandinavië, Italië), paddestoelen (Oostenrijk), hazelnoten en thee (Turkije; oogst 1986). Op de binnenlandse markt zijn er in principe geen problemen omdat produkten die niet aan de normen voldoen, uit de handel worden genomen c.q. van de markt worden geweerd.

Teneinde de langetermijneffecten van Tsjernobyl beter te kunnen vaststellen doet de CCRX de volgende aanbevelingen:

- (1) onderzoek naar de relatieve bijdrage van de melkbesmetting aan het jaarlijkse effectieve dosisequivalent ten gevolge van de aanwezigheid van kunstmatige radioactiviteit in het milieu;
- (2) voortgezet onderzoek naar de besmetting van Nederlandse agrarische- en visserijprodukten en grondstoffen voor produktie in het kader van de afzet in het buitenland van dergelijke produkten;
- (3) voortgezet onderzoek naar de besmetting van geïmporteerd voedsel;
- (4) onderzoek naar de verhoging van het gemiddelde exposietempo in het vrije veld en in bebouwde gebieden, ten gevolge van de door "Tsjernobyl" gedeponeerde langlevende radionucliden;
- (5) voortzetting van het onderzoek naar de accumulatie en mobilisatie van radionucliden in waterbodems;
- (6) het volgen van de verdere ontwikkelingen in de besmetting van vis uit de binnenwateren;
- (7) het volgen van de verdere ontwikkelingen in de lichaamsbelasting van personen met cesiumisotopen.

De rapportage's van de metingen naar aanleiding van het kernreactorongeval in Tsjernobyl hebben eens te meer het belang aangetoond van de CCRX als coördinerende instantie voor meetprogramma's en rapporteringen omtrent radioactiviteit in de biosfeer, ook met betrekking tot calamiteiten. De CCRX dient er van uit te gaan dat in geval van een calamiteit ook instellingen en instanties die niet regelmatig aan het meetprogramma van de CCRX deelnemen, bijdragen aan de rapportage kunnen leveren. De afstemming en kwaliteit

daarvan dient te worden vergroot door tevoren afspraken te maken over de rapportage en de te verrichten vergelijkingsmetingen. De uitvoering hiervan zal plaats vinden in afstemming met de resultaten van het PKOB.

3 INLEIDING

In mei 1986 werd Nederland op indringende wijze geconfronteerd met de gevolgen van het kernreactorongeval in het op ca. 1800 km afstand van ons land gelegen Tsjernobyl. In oktober 1986 bracht de CCRX hierover een rapport uit (CCRX86) waarin ondermeer een overzicht werd gegeven van de meetresultaten tot augustus 1986 en de stralingsbelasting van de bevolking. Eén van de aanbevelingen uit dit CCRX-Tsjernobylrapport is het uitbrengen van een vervolgrapport waarin de uitvoering van de aanbevelingen en de uitkomsten van het aanvullend meetprogramma worden beoordeeld. Op 27 oktober 1986 verleende de Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne, Ir. M.E.E. Enthoven, het RIVM de opdracht voor de coördinatie van dit aanvullend meetprogramma, het uitvoeren van het RIVM aandeel in dit programma en het maken van een rapport ten behoeve van de CCRX. In verband met de rapportage stelde de voorzitter van de CCRX, Ir. Drs. R.B.J.C. van Noort, in september 1987 een CCRX-commissie "Rapportage Aanvullend Meetprogramma Tsjernobyl" samen onder voorzitterschap van Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman (RIVM). In deze commissie zijn COZ, DBW/RIZA, ECN, LMRV, RIKILT, RIVM, RIVO, RKvW, RBI/TNO, VEWIN en VROM/HIMH vertegenwoordigd. De samenstelling van deze commissie, die vier maal in vergadering bijeen is geweest, is gegeven in bijlage 1.

Bij het additionele bewakingsonderzoek was een groot aantal instellingen betrokken. Het RIVM voerde in augustus 1986 een bemonsteringsprogramma voor de bodem uit en analyseerde de monsters gammaspectrometrisch op Ru-103, Cs-134 en Cs-137. De DBW/RIZA deed onderzoek naar het effect van overstroming van uiterwaarden. Het ECN voerde exposietempometingen uit, in combinatie met gammaspectrumanalyses, op een aantal meetpunten geografisch verdeeld over Nederland. Het LMRV en het RIKILT onderzochten gras, kuilvoer en overige diervoeders op de aanwezigheid van "radiocesium" (Cs-134 + Cs-137). Oppervlaktewateren en waterbodems werden door de DBW/RIZA onderzocht. Dit betrof ondermeer de rest-bètaconcentraties in Rijn, Maas en IJsselmeer. In dezelfde wateren werd het Cs-137-gehalte van zwevend slib gemeten, terwijl in waterbodems uit het IJsselmeer, Ketelmeer en de Westerschelde de hoeveelheden Cs-134 en Cs-137 werden bepaald. Daarnaast verrichtte de DBW/RIZA tussen juni en oktober 1986 onderzoek naar de accumulatie van langlevende radionucliden in zuiveringsslib. Dezelfde instantie verrichtte, samen met het RIVO, ook onderzoek naar het voorkomen van Cs-134 en Cs-137 in niet voor consumptie bestemde aquatische biota.

Het RIKILT onderzocht een aantal natuurprodukten, waaronder heide, mos en paddestoelen, op radiocesium. Paddestoelen werden eveneens door het KVI, het RIN en de VU onderzocht. De hoeveelheden radiocesium in melk, melk- en zuivelprodukten werden gemeten door COZ, ECN, LMRV, RIKILT, RIVM en RKvW. Bij de meting van radiocesium in vlees, vleesprodukten en wild lag de nadruk op de controle van vlees. De metingen werden verricht door RIKILT, RKvW en LMRV/RVV. De RKvW onderzocht een groot aantal levensmiddelen waaronder land- en tuinbouwprodukten, groente en fruit, melk(produkten), koffie en thee, jams en vlees(produkten). Het KVI en het CIO bepaalden Cs-134 en Cs-137 in primeurwijnen uit 1986.

Voor consumptie bestemde visserijprodukten, zowel uit de kustwateren als uit een aantal binnenwateren, werden door de DBW/RIZA en het RIVO onderzocht. De VEWIN, vertegenwoordigd door de N.V. Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch, deed onderzoek naar het rest-bètagehalte in ruw- en reinwater van drinkwaterbedrijven die gebruik maken van oppervlaktewater. De RKvW onderzocht voedselpakketten, verzameld door ambassadepersoneel in Oostblok-landen, op de aanwezigheid van radiocesium. Deze instantie deed tevens onderzoek naar de hoeveelheid radiocesium in een aantal goederen, waaronder cosmetica en tabaksartikelen. Het RIKILT verrichtte metingen aan potgrond en veen, terwijl het ECN metingen aan luchtfilters uitvoerde.

Het RIVM berekende de doses, veroorzaakt door het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Hierbij werd bij de blootgestelden onderscheid gemaakt tussen het effectieve dosisequivalent voor 1-jarigen, 10-jarigen en volwassenen. Het ECN volgde het verloop in de tijd van de lichaamsbelasting met cesiumisotopen.

Bij de rapportage is niet alleen gebruik gemaakt van de resultaten van het aanvullend meetprogramma van de CCRX. Er zijn ook resultaten in verwerkt van het Nationaal Meetprogramma van de CCRX. Voorbeelden hiervan zijn het onderzoek door RIVM en VHI van mengmonsters melk uit Noord-, Oost-, Zuid- en West-Nederland, de bepaling door DBW/RIZA van de bèta-restactiviteit in water uit Rijn en IJsselmeer en de meting van visserijprodukten in opdracht van het RIVO. Bij de rapportage is gebruik gemaakt van meetresultaten tot 1 oktober 1987.

Het onderhavige rapport geeft een actueel overzicht van de stand van zaken bij de uitvoering van de aanbevelingen uit het eerste CCRX-Tsjernobyl-rapport. De CCRX-commissie die dit rapport heeft opgesteld, doet tevens een aantal aanbevelingen voor additioneel onderzoek, teneinde de langetermijneffecten van het kernreactorongeval in Tsjernobyl beter te kunnen vaststellen.

4. INTERNATIONAAL BEELD VAN DE BESMETTING TENGEVOLGE VAN HET KERNREACTOR- ONGEVAL IN TSJERNOBYL.

4.1 INLEIDING

Volgens de opgave van de Russische autoriteiten aan de IAEA hebben de lozingen van radioactiviteit door de ramp met de kerncentrale in Tsjernobyl plaatsgevonden tussen 26 april 1986 en 6 mei 1986 (Ru86). In totaal is ca. $3,0 \times 10^{18}$ Bq (80 MCi) geloosd, exclusief $1,7 \times 10^{18}$ Bq (45 MCi) radioactieve edelgassen (vnl. Xe-133 (Ru86)). Door de aanvankelijke ZO-wind overschreden de radioactieve luchtmassa's het eerst de Russisch-Poolse grens en bereikten via de Oostzee Finland en Zweden. De internationale gemeenschap werd voor het eerst op 27 april 1986 gealarmeerd vanuit Finland (CCRX86). Door de latere emissies en een draaiing van de wind naar oostelijke richtingen werd sterk besmette lucht naar Centraal Europa verplaatst van waaruit gebieden in NW-Europa werden besmet. De chronologie van het binnendringen van besmette lucht in een aantal Europese landen was als volgt: Oostenrijk (29 april), Noord-Italië (30 april), Zuid-Duitsland (30 april), Nederland (2 mei) en Engeland (2 mei).

Het in dit hoofdstuk gegeven overzicht van de internationale besmetting door Tsjernobyl heeft niet de pretentie volledig te zijn. Het geeft een overzicht van de landelijk gemiddelde deposities aan Cs-137 en de gemeten maxima hierin. Daarna volgt een bespreking van de doses die de bevolking in een groot aantal landen in het eerste jaar na Tsjernobyl hebben opgelopen. Tevens worden resultaten gegeven van modelmatige berekeningen van het landelijk gemiddelde (volg)dosisequivalent in de eerstkomende 50 jaar.

4.2 DEPOSITIES

In ieder land zijn grote verschillen in depositie opgetreden. Vooral in die gebieden waar tijdens de periode met hoge concentraties aan radioactiviteit in de lucht veel regen is gevallen, zijn door uitwassing van de besmette lucht relatief grote oppervlaktebesmettingen veroorzaakt door "natte" depositie. Ook is er besmetting opgetreden door "droge" depositie, d.w.z. de afzetting van radioactiviteit op de bodem of op de vegetatie door het neerdalen van radioactieve aerosoldeeltjes of de adsorptie van radioactieve gassen.

Tabel 4.2.1 geeft voor een aantal landen een globaal overzicht van de landelijk gemiddelde deposities van Cs-137 door "Tsjernobyl". Hierbij hebben

de gemiddelden, die zijn berekend uit gemeten deposities, de voorkeur. Alleen indien de gegevens hierover ontbreken is gebruik gemaakt van schattingen van het U.S. Department of Energy (DOE), die zijn gebaseerd op enkele lokale metingen van exposietempi (DOE87). Ter vergelijking zijn in de tweede kolom van tabel 4.2.1 de geschatte landelijk gemiddelde deposities van Cs-137 (restant in 1986) ten gevolge van de bovengrondse kernwapenproeven gegeven.

Tabel 4.2.1 Landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 (kBq/m^2) door het kernreactorongeluk in Tsjernobyl.

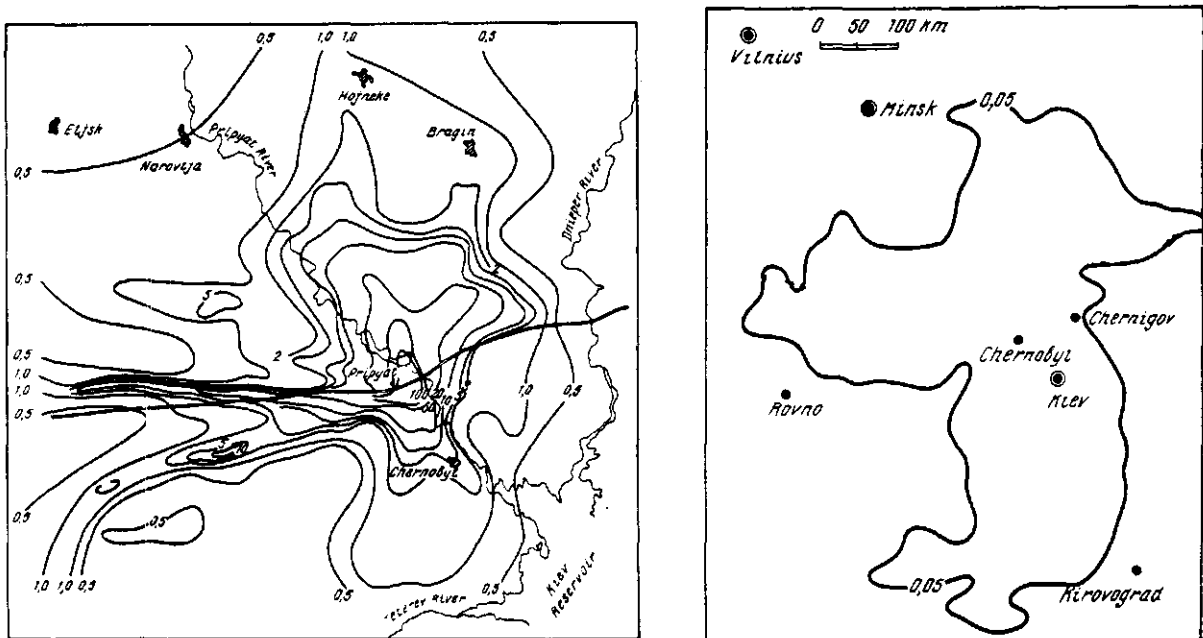
Land	Landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 in 1986 t.g.v. de kernwapenproeven (a)	Landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 (o.g.v. gemeten deposities) t.g.v. Tsjernobyl	Maximaal gemeten depositie van Cs-137 t.g.v. Tsjernobyl	Referentie	Geschatte landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 (DOE87) (o.g.v. gerapporteerde exposietempi) t.g.v. Tsjernobyl
	kBq/m^2	kBq/m^2	kBq/m^2		kBq/m^2
Albanie	2,6				13
Belgie	2,6	0,8	2,7	SCK87	0,6
BRD	2,8	4,0	44	OECD87/SSK87	6,4
Bulgarije	3,0				25
DDR	2,6				5,3
Finland	1,6	7,8	32	Sa87	5,6
Frankrijk	3,0	1,3	5,1	OECD87	1,5
Griekenland	2,6	3,5	19	OECD87	3,4
Hongarije	3,0				8,5
Ierland	2,6				3,6
Italië	2,6	≈6 (b)	67	ENEA86/OECD87	6,3
Japan	2,6	0,09	0,27	OECD87	0,07
Joegoslavië	3,0				23
Nederland	2,6	1,8	5,8	CCR86/CCR88	1,7
Noorwegen	1,6	7,1	>100	Ba87	2,8
Oostenrijk	3,0	15	120	OECD87/Um86	13,1
Polen	2,8				30
Roemenie	3,0				28
Spanje	2,6	0,003	0,027	OECD87	0
Turkije	2,6	0,05 (?)	0,6 (?)	OECD87	2,3
USSR (Europees)	1,9	8	10.000	Iz87/Ru86	
Verenigd Koninkrijk	2,6	0,9	13	OECD87	1,8
VS	2,6	0,03		OECD87	0,03
Zweden	2,1	8	200	Sv86/SS186	7,6
Zwitserland	3,0	7,1	43	HSK86	4,9

(a) Gebaseerd op gegevens van de UNSCEAR (UN82). Voor landen die zich uitstrekken over verscheidene van de door de UNSCEAR onderscheiden banden van tien breedtegraden, is het rekenkundig gemiddelde van de deposities in die banden gegeven.

(b) Rekenkundig gemiddelde van de deposities in het Noorden, Midden en Zuiden van Italië

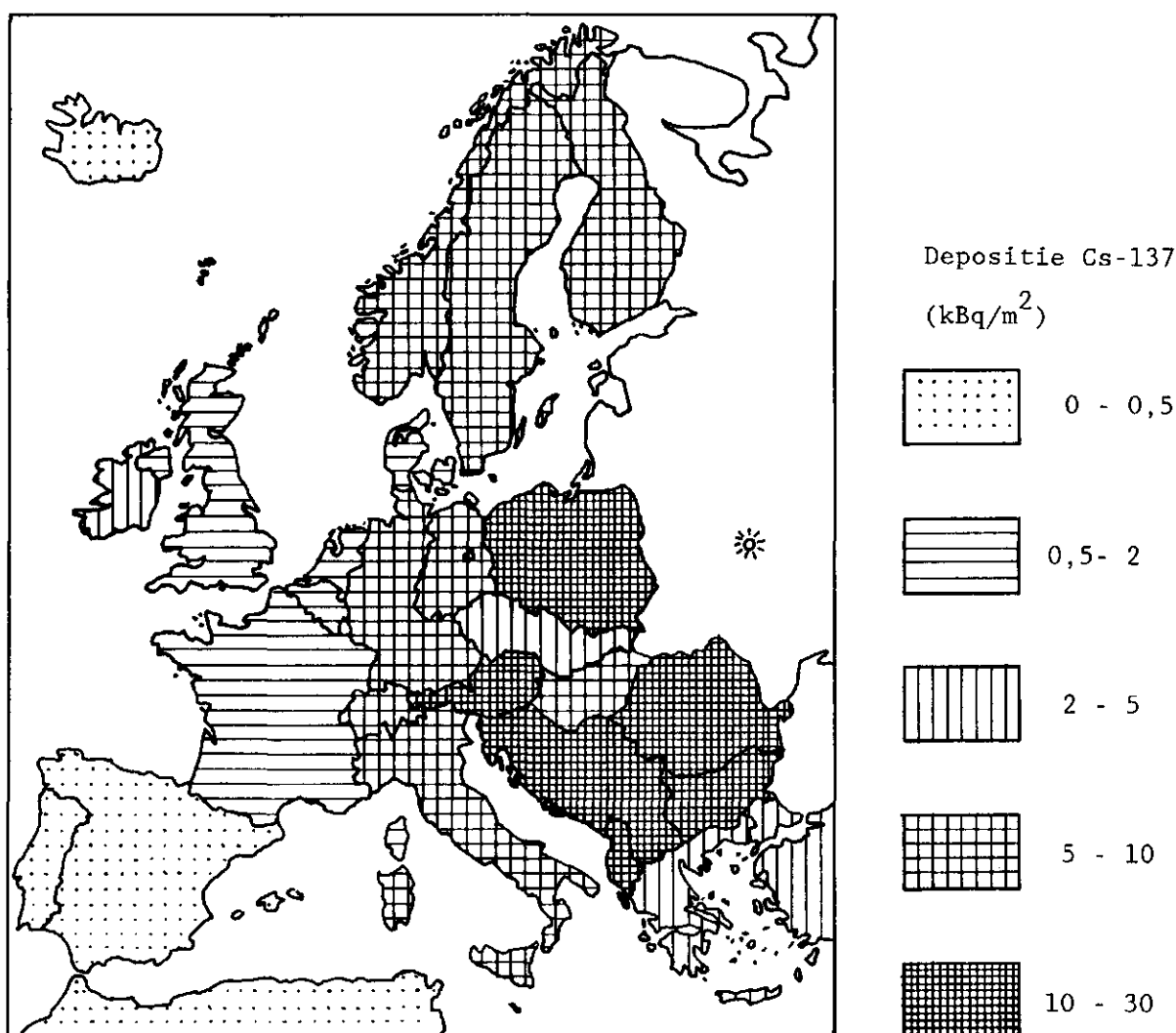
De voor Europees Rusland opgegeven waarde van 8 kBq/m^2 , voor de landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 door Tsjernobyl, heeft enige toelichting. Volgens een recente Russische publikatie (Iz87) bedraagt de totale depositie aan Cs-137 in Rusland ca. $4,1 \times 10^{16} \text{ Bq}$ (1,1 MCi) waarvan $7,4 \times 10^{15} \text{ Bq}$ in een gebied van ca. 4000 km^2 rondom Tsjernobyl. Hieruit volgt, aangenomen dat de totale depositie in Aziatisch Rusland verwaarloosbaar is t.o.v. die in Europees Rusland, een gemiddelde depositie van 8 kBq/m^2 . Dit gemiddelde wordt uiteraard sterk bepaald door het enorme oppervlak van Europees Rusland. Voor de 4000 km^2 - zone rond Tsjernobyl bedraagt de gemiddelde depositie van Cs-137 2000 kBq/m^2 . Voor het Noordelijke deel van de 30 km-zone rondom Tsjernobyl geven de Russen voor Cs-137 zelfs een plaatselijke depositie op van 10.000 kBq/m^2 (Ru86). Figuur 4.2.1, waarin iso-exposietempolijnen worden gegeven, verduidelijkt de depositieverschillen in het gebied rondom de kerncentrale in Tsjernobyl.

Fig. 4.2.1 Depositieverdeling rondom de kerncentrale in Tsjernobyl. Het linker gedeelte van de figuur geeft de iso-exposietempolijnen (mR/h) op 29 mei 1986 in het gebied rond Tsjernobyl (1 cm $\approx$ 14 km). Het rechter gedeelte geeft voor 10 juni 1986 de isolijn van 0,05 mR/h in een veel groter gebied rondom Tsjernobyl (1 cm $\approx$ 100 km).



In Europa worden buiten de USSR de hoogste landelijk gemiddelde oppervlaktebesmettingen ($20-30 \text{ kBq/m}^2$ Cs-137) gevonden in Polen, Roemenië, Bulgarije en Joegoslavië. Een vrij groot aantal landen, zoals de BRD, de DDR, Finland, Hongarije, Italië, Noorwegen, Oostenrijk, Zweden en Zwitserland heeft een gemiddelde depositie aan Cs-137 van $5-10 \text{ kBq/m}^2$. Lokaal zijn echter veel hogere besmettingen gemeten (zie tabel 4.2.1). Tevens blijkt er een hoogte-effect te zijn in bergachtige streken; de hoogste besmettingen worden op grotere hoogte aangetroffen. Nederland behoort samen met België, Denemarken, Frankrijk, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk tot de landen met een vrij

Fig. 4.2.2 Landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 (kBq/m^2) in Europa, exclusief Rusland, door "Tsjernobyl".



lage gemiddelde depositie van Cs-137 ($0,5-2 \text{ kBq/m}^2$). Spanje en Portugal zijn niet noemenswaardig besmet geraakt door "Tsjernobyl". Figuur 4.2.2 geeft voor Europa een overzicht van de landelijk gemiddelde depositie van Cs-137 door Tsjernobyl. Voor de gemiddelde deposities is de voorkeur gegeven aan waarden die gebaseerd zijn op gemeten deposities. In de overige gevallen is gebruik gemaakt van de schattingen in referentie DOE87 (zie ook tabel 4.2.1). Voor informatie over de verschillen in depositie binnen een land wordt verwezen naar Werkdocument XVIII bij het eerste CCRX-Tsjernobyrapport (CCRX86). Hierin worden voor een groot aantal landen gedetailleerde depositiekaarten gegeven.

4.3 STRALINGSDOSES

In een groot aantal landen zijn indertijd door de landelijke en regionale overheden maatregelen afgekondigd om de stralingsdoses voor de bevolking door "Tsjernobyl" te beperken. In Rusland is de 30 km-zone rondom Tsjernobyl geëvacueerd, terwijl in delen van Rusland en Polen oplossingen van kaliumjodide zijn toegediend teneinde de schildklierdoses t.g.v. de inhalatie en ingestie van I-131 te verminderen. In Polen heeft, volgens een rapport van een Poolse regeringscommissie, zelfs 98% van de kinderen in de leeftijdscategorie 0 - 16 jaar jodiumprofylaxe ondergaan (KOM86). Dit heeft de dosis voor Poolse kinderen in mei 1986 aanzienlijk beperkt. In de meest besmette gebieden ($\approx 25\%$ van het oppervlak) is het effectieve dosisequivalent gereduceerd van 6,6 mSv naar 1,5 mSv, terwijl in de licht besmette gebieden ($\approx 50\%$ van het oppervlak) deze waarden voor mei 1986 respectievelijk 2,2 mSv en 0,5 mSv bedroegen (KOM86). Plaatselijk (delen van Rusland, Polen en Joegoslavië) werd tijdelijk het advies gegeven ramen en deuren gesloten te houden en binnen te blijven. In de BRD, het Verenigd Koninkrijk, Italië, Joegoslavië, Oostenrijk, Spanje, Zweden en Zwitserland is aanbevolen geen regenwater te drinken en in bijna alle Europese landen zijn melk, melk- en zuivelprodukten, groenten en andere levensmiddelen gecontroleerd en bij overschrijding van de landelijke norm uit de handel genomen (SSK87). Tevens zijn er in de EG, Zweden en Zwitserland importverboden geweest voor produkten uit Oosteuropese landen (SSK87).

Bij de voedselmonitoring lag het accent op koemelk, vlees en bladgroenten. In sommige andere produkten, zoals schapemelk, schapevlees, rendiervlees, wild, schildklieren, vis, paddestoelen, hazelnoten en thee werden in een aantal gevallen hoge concentraties aan radioactiviteit gemeten.

Uit alle gepubliceerde dosisberekeningen blijkt dat in het eerste jaar na het reactorongeval in Tsjernobyl ingestie van voedsel en externe bestraling de grootste bijdragen leveren in het effectieve dosisequivalent. De ingestiedosis wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de consumptie van besmette melk en bladgroenten. In latere jaren wordt de externe bestraling door Cs-134 en Cs-137 de belangrijkste belastingsbron.

Tabel 4.3.1 Gemiddeld effectief dosisequivalent (μSv) voor volwassenen in het eerste jaar, respectievelijk de eerste 50 jaar na "Tsjernobyl".

Land	Effectief dosis-equivalent in het eerste jaar na "Tsjernobyl" μSv	Referentie	Schatting effectief dosisequivalent in het eerste jaar door de NRPB (Mo86) μSv	Schatting effectief (volg)dosis-equivalent in de eerste 50 jaar door de NRPB (Mo86) μSv	Schatting effectief (volg)dosis-equivalent in de eerste 50 jaar door de DOE (DOE87)(a) μSv
België	37	SCK87	51	90	75
BRD	≈ 200 (b)	SSK87	190	410	800
Bulgarije					2960
Denemarken	27 (e)	OECD87	63	100	130
DDR					650
Finland	500 (e)	OECD87			700
Frankrijk	23 (e)	OECD87	38	74	190
Griekenland	370 (e)	OECD87	350	580	410
Hongarije					1030
Ierland	110 (e)	OECD87	100	170	430
Italië	490 (e)	OECD87	210	370	770
Japan	7 (e)	OECD87			8
Joegoslavië					2960
Luxemburg	120 (e)	OECD87	61	100	180
Nederland	60	CCRX88	68	110	190
Noorwegen	170 (e)	OECD87			340
Oostenrijk	900	Um86			1550
Polen					3540
Portugal	6 (e)	OECD87	0,2	0,3	0
Roemenië					3470
Rusland (Europees)	1100 (c)	Ru86			5200 (d)
Spanje			1	1,2	0
Tsjechoslowakije					570
Turkije	16 (e)	OECD87			300
Verenigd Koninkrijk	37 (e)	OECD87	33	48	220
VS					4
Zweden	200 (e)	OECD87			940
Zwitserland	220 (e)	OECD87			610

(a) externe bestraling: 0,7 Sv/Gy (UN82); interne bestraling 1 Sv/Gy (geen wezenlijke bijdrage α -stralers)

(b) rekenkundig gemiddelde van de resultaten voor de regio's München, Aken en Berlijn

(c) alleen rekening gehouden met externe bestraling

(d) aanname: bijdrage door externe resp. interne bestraling in effectief (volg)dosis-equivalent bedraagt elk 50%

(e) gemiddelde individuele effectieve dosisequivalent voor de gehele bevolking (volwassenen + kinderen + zuigelingen).

Er zijn in een aantal landen schattingen gemaakt van het gemiddelde effectieve dosisequivalent dat door volwassenen in het eerste jaar is opgelopen t.g.v. "Tsjernobyl" (zie tabel 4.3.1). Deze schattingen zijn alle gebaseerd op gemeten deposities en voedselbesmettingen. Daarnaast zijn er modelmatige berekeningen gemaakt van de stralingsdoses waarbij gebruik wordt gemaakt van atmosferische verspreidingsmodellen en/of radioecologische modellen voor het terrestrische ecosysteem. In tabel 4.3.1 worden modelresultaten gegeven van de NRPB (Mo86) en de U.S. Department of Energy (DOE87) voor het effectieve (volg)dosis-equivalent door "Tsjernobyl" in het eerste jaar (NRPB), respectievelijk de eerste 50 jaar (NRPB; DOE).

Uit tabel 4.3.1 blijkt dat de schattingen van de NRPB voor het gemiddelde effectieve dosisequivalent in het eerste jaar goed overeenstemmen met de dosisevaluaties uit de BRD, België en Nederland. Hieruit wordt geconcludeerd dat de dosisschattingen door de NRPB voor de dosis in het eerste jaar in de EG-landen redelijk betrouwbaar zijn en dat in de landen van de EG in het eerste jaar de hoogste doses zijn ontvangen door inwoners van Griekenland, Italië en de BRD.

Indien de berekende (volg)dosis-equivalenten voor de eerste 50 jaar van de NRPB en de DOE worden vergeleken (zie tabel 4.3.1), dan blijken de resultaten van de DOE gemiddeld 40% hoger te liggen. De correlatie tussen beide modelresultaten is redelijk (correlatiecoëfficiënt 0,75) zodat mag worden aangenomen dat de DOE-resultaten in tabel 4.3.1 een goede weergave zijn van de onderlinge verhoudingen tussen de effectieve volgdosis-equivalenten voor de leden van de bevolking in de getabelleerde landen.

In de eerste 50 jaar worden in Europa de hoogste doses ontvangen door de inwoners van Europees Rusland gevolgd door die van Polen, Roemenië, Bulgarije en Joegoslavië. Daarna volgen Oostenrijk, Hongarije, Zweden, de BRD, Italië, Finland, de DDR, Zwitserland, Tsjechoslowakije, Ierland, Griekenland en Noorwegen. Lagere effectieve (volg)dosis-equivalenten zullen worden ontvangen door de bewoners van het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Frankrijk, Luxemburg, Denemarken en België. Inwoners van Spanje en Portugal worden vrijwel niet belast met een stralingsdosis door "Tsjernobyl".

5 BESMETTING VAN HET MILIEU IN NEDERLAND

5.1 BESMETTING VAN DE BODEM

5.1.1 Besmetting van niet regelmatig overstroomde bodems

In het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport (CCRX86) is voor Nederland een depositieverdeling gegeven voor Cs-137 die is gebaseerd op schattingen voor de lokale droge en natte depositie t.g.v. Tsjernobyl. De schatting voor de lokale natte depositie berustte op een lineair verband tussen de natte depositie en de hoeveelheid regen in het tijdvak 3 mei (8.00 h) - 4 mei (8.00 h) 1986. De lokale droge depositie van Cs-137 was gelijkgesteld aan het gemiddelde ($0,5 \text{ kBq/m}^2$) van de berekende droge deposities in Bilthoven en Petten. In het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport werd tevens een schatting gegeven van de landelijk gemiddelde deposities door Tsjernobyl. Teneinde de gemiddelde depositie en de depositieverdeling met een grotere zekerheid te kunnen vaststellen heeft het RIVM, in het kader van het additionele meetprogramma Tsjernobyl, in augustus/september 1986 in Nederland een bemonsteringsprogramma voor de bodem uitgevoerd met een rooster van 20 km x 20 km. Hierbij werd de bovenste 5 cm van de bodem van vlakke permanente weidegronden bemonsterd. Bouwlanden en zandgronden met een laag gehalte aan organische stof werden vermeden (Fr87). De beslissing de monsternamediepte te beperken tot de bovenste 5 cm, werd genomen op grond van eerder bepaalde diepteprofielen, waaruit was gebleken dat gemiddeld 80-90% van de radioactiviteit in de bodem is gelokaliseerd in deze bodemlaag (CCRX86; K887). In totaal werden 93 bodemonsters genomen. Na bepaling van de dichtheid (kg/m^3) en de concentratie van de radionucliden (Bq/kg) konden de bodembesmettingen (Bq/m^2) in de bovenste 5 cm worden berekend. Van de gammastralers werden alleen Ru-103, Cs-134 en Cs-137 bepaald. Ru-106 ($T_{1/2} = 1,01 \text{ a}$) moet ook nog aanwezig zijn geweest, maar van de bepaling werd om analyse-technische redenen afgezien. De kortlevende radionucliden uit de Tsjernobyibesmetting waren al vervallen.

Van de geanalyseerde radionucliden zijn Ru-103 en Cs-134 afkomstig van het reactorongeval in Tsjernobyl terwijl Cs-137 gedeeltelijk van Tsjernobyl en gedeeltelijk van de bovengrondse kernwapenproeven afkomstig is. Teneinde de bijdrage van Cs-137 door de kernwapenproeven te kunnen schatten, is in figuur 5.1.1 voor alle 93 bodemonsters de totale besmetting (kBq/m^2) met Cs-137 uitgezet tegen die met Cs-134.

Fig. 5.1.1 Verband tussen de besmetting met Cs-134 en die met Cs-137 in 93 bodemonsters uit de bovenste 5 cm van Nederlandse graslanden.

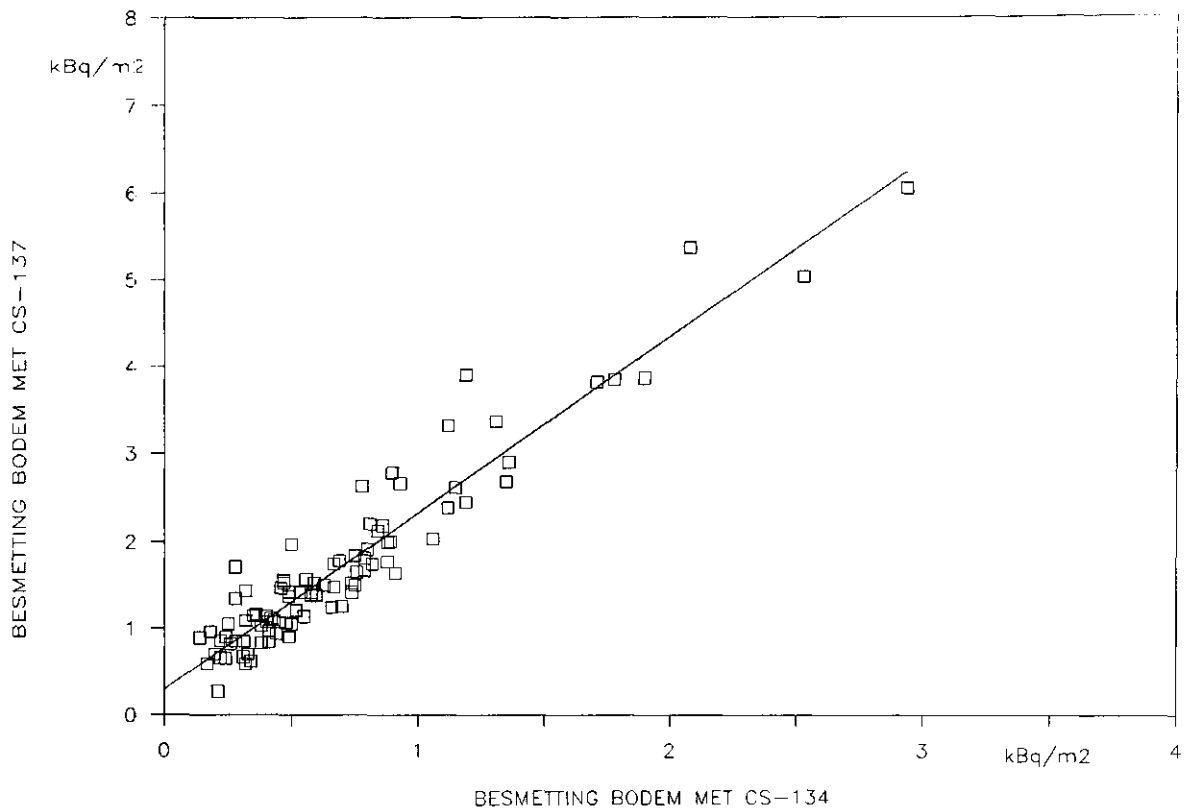
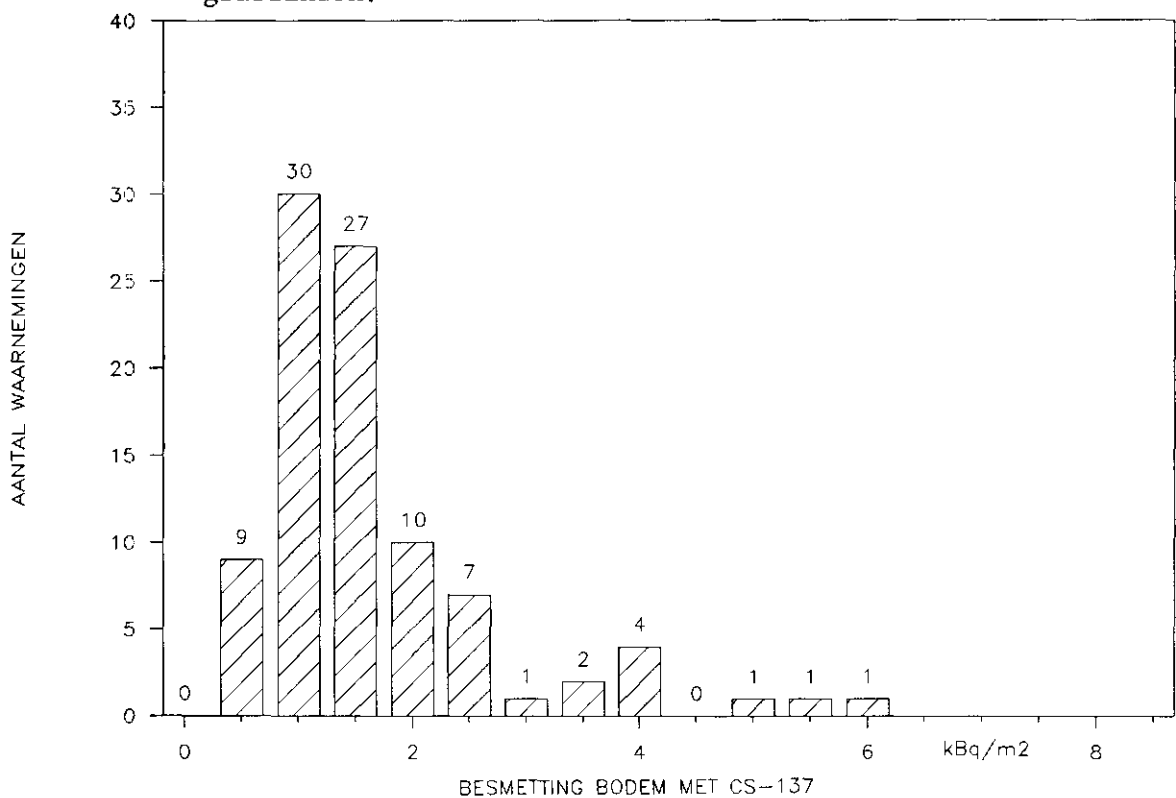


Fig. 5.1.2 Verdeling van de besmetting met "Tsjernobyl"-Cs-137 in 93 bodemonsters uit de bovenste 5 cm van Nederlandse graslanden.



Bij de interpretatie van figuur 5.1.1 zijn twee veronderstellingen gedaan:

- (a) de verdeling in Nederland van Cs-137, t.g.v. de kernwapenproeven, is uniform;
- (b) er bestaat een constante verhouding tussen de besmettingen van Cs-134 en Cs-137 afkomstig van het reactorongeval in Tsjernobyl.

Figuur 5.1.1 lijkt deze veronderstellingen te bevestigen. D.m.v. lineaire regressie (correlatiecoëfficiënt = 0,95) wordt een helling $2,03 \pm 0,07$ en een intercept $0,30 \text{ kBq/m}^2$ Cs-137 gevonden. Het intercept geeft een schatting voor de gemiddelde besmetting van de bovenste 5 cm van de bodem met Cs-137 ten gevolge van de bovengrondse kernwapenproeven in de jaren vijftig en zestig.

Tabel 5.1.1 geeft een overzicht van de gemiddelde besmetting van de bovenste 5 cm van de bodem van Nederlandse graslanden. Deze resultaten hebben, gezien de onzekerheden in de monsternamediepte en de bepaling van de bodemdichtheid, een beperkte nauwkeurigheid. De besmettingen zijn voor verval gecorrigeerd naar 4 mei 1986. Omdat de onderzochte graslanden over geheel Nederland zijn verdeeld, mag worden aangenomen dat deze resultaten

Tabel 5.1.1 Gemiddelde gemeten bodembesmetting (kBq/m^2) en geschatte depositie (kBq/m^2) in Nederland t.g.v. Tsjernobyl. Voor radioactief verval gecorrigeerd naar 4 mei 1986. De bodems zijn bemonsterd en geanalyseerd door het RIVM.

Radionuclide	Gemiddelde besmetting in de bovenste 5 cm van de bodem van Nederlandse graslanden kBq/m^2	Schatting voor de gemiddelde natte plus droge depositie (CCRX86) kBq/m^2	Quotiënt van geschatte depositie en gemeten gem. besmetting
Ru-103	$2,45 \pm 0,20$	3,4	1,39
Cs-134	$0,69 \pm 0,05$	0,92	1,36
Cs-137	$1,69 \pm 0,11$ (a)	1,8	(b)
Cs-137	$1,39 \pm 0,19$ (c)	1,8	1,29

(a) Inclusief restant van de depositie door de kernwapenproeven ($0,30 \pm 0,16 \text{ kBq/m}^2$)

(b) Niet direct vergelijkbaar

(c) Gecorrigeerd voor bijdrage bovengrondse kernwapenproeven.

een beeld geven van de gemiddelde bodembesmetting in Nederland. Ter vergelijking worden in tabel 5.1.1 tevens de schattingen voor de gemiddelde deposities na het reactorongeval in Tsjernobyl gegeven ontleend aan het eerste CCRX-Tsjernobyrapport (CCR86). Deze schattingen zijn gebaseerd op de analyse van regenwater uit negen stations verdeeld over Nederland en de berekende droge depositie in Bilthoven en Petten.

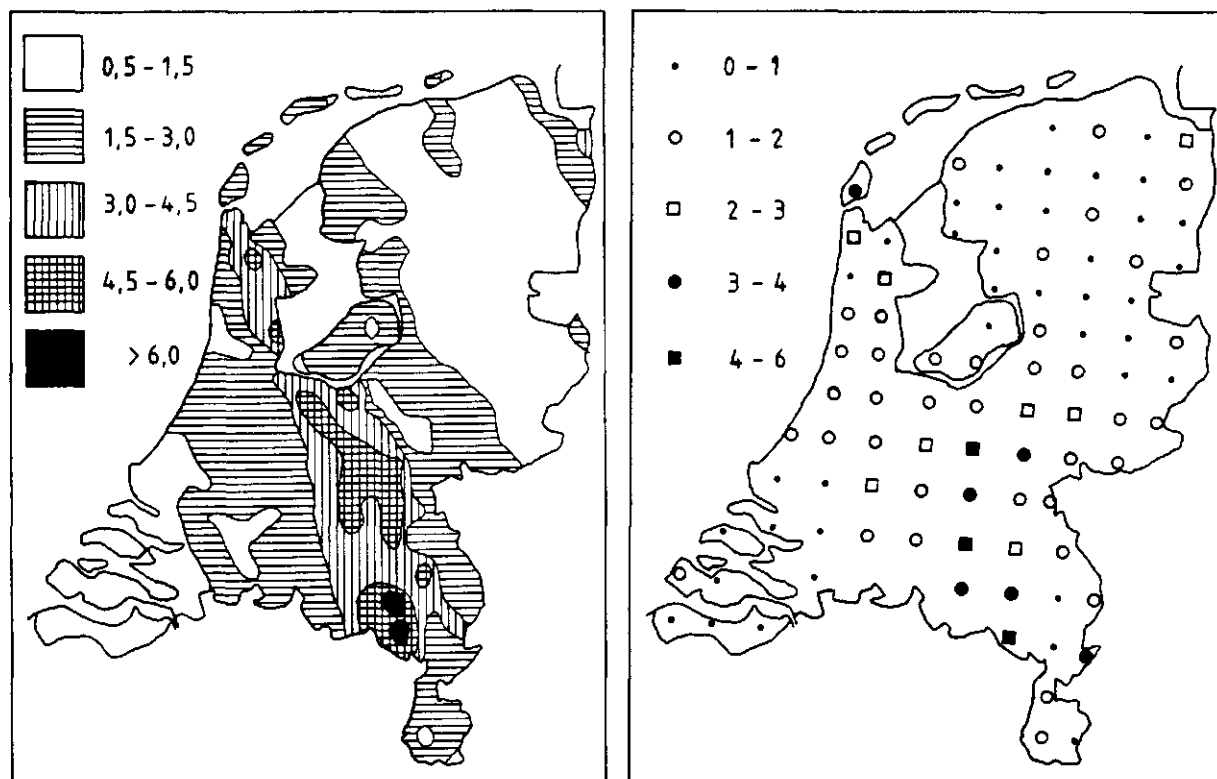
Uit de standaard deviaties in de gemiddelde bodembesmettingen met Cs-134 en Cs-137 en de standaard deviatie in de helling in figuur 5.1.1 kan worden afgeleid dat de standaard deviatie in de gemiddelde hoeveelheid Cs-137 t.g.v. kernwapenproeven in de bovenste 5 cm van de bodem $0,16 \text{ kBq/m}^2$ bedraagt, zodat voor deze hoeveelheid Cs-137 een waarde $0,30 \pm 0,16 \text{ kBq/m}^2$ wordt gevonden. Figuur 5.1.2 geeft in histogramvorm de verdeling van de bodembesmettingen met Cs-137 t.g.v. "Tsjernobyl". Bij 82% van de waarnemingen blijkt de besmetting met Cs-137 lager te zijn dan 2 kBq/m^2 .

De schattingen voor de gemiddelde deposities door "Tsjernobyl" die voor Ru-103, Cs-134 en Cs-137 worden gegeven in het eerste CCRX-Tsjernobyrapport, liggen 39%, 36% resp. 29% hoger dan de gemiddelde bodembesmettingen door Tsjernobyl die volgen uit het bemonsteringsprogramma voor de bodem (zie tabel 5.1.1). Hiervoor zijn de volgende verklaringen te geven:

- (a) de bodem kan systematisch te diep zijn bemonsterd
- (b) een gedeelte van de depositie die op de bodem terecht is gekomen is verwijderd via drainage of is doorgedrongen in diepere bodemlagen
- (c) een gedeelte van de depositie is via directe interceptie of door wortelopname opgenomen door het gras.

Het rechter gedeelte van figuur 5.1.3 geeft de depositieverdeling van Cs-137 in Nederland t.g.v. "Tsjernobyl", gebaseerd op de analyse van de 93 bodemonsters. Omdat de verdeling niet wordt beïnvloed door een systematische fout in de monsternamediepte zal deze verdeling betrouwbaarder zijn dan de gemiddelde bodembesmetting. De hoogste deposities worden gevonden in een brede band die van ZO- naar NW-Nederland loopt. Lage deposities worden aangetroffen in NO- en ZW-Nederland. Deze depositieverdeling vertoont een grote gelijkenis met de berekende verdeling, in de linkerzijde van figuur 5.1.3, die is ontleend aan het eerste CCRX-Tsjernobyrapport (CCR86). Deze berekende depositieverdeling wordt ook ondersteund door de resultaten van het gammaspectrometrisch veldonderzoek door het ECN (zie onderdeel 5.2). Hieruit wordt geconcludeerd dat de in het eerste CCRX-Tsjernobyrapport (CCR86) gegeven depositieverdeling in Nederland een goede weergave is van de werkelijkheid. Ook is er geen aanleiding om de waarden voor de landelijk gemiddelde deposities in het

Fig. 5.1.3 Depositie van Cs-137 op de bodem van Nederland door "Tsjernobyl". De rechter kaart is afgeleid uit de resultaten van een onderzoeksprogramma voor de bovenste 5 cm van de bodem. In de linker kaart zijn de deposities berekend uit de droge depositie en de hoeveelheid regen in het tijdvak 3-4 mei 1986. Deposities in kBq/m^2 .



eerste CCRX-Tsjernobyrrapport te herzien.

Naast het onderzoek naar de aanwezigheid van langlevende gammastralers in de bodem, is op de lokaties Hoogland en Valburg ook onderzoek gedaan naar de besmetting van de bodem met Sr-89, Sr-90 en Pu-239 (K887). In de laag 0-14 cm werd op 7 mei 1986 gemiddeld 360 Bq/m^2 Sr-89 aangetroffen wat afkomstig moet zijn van "Tsjernobyl". Hieruit kan, op grond van de waarde 10 à 15 voor de verhouding tussen de hoeveelheden Sr-89 en Sr-90, zoals die is gemeten in Nederlands regenwater van begin mei 1986 (CCRX86), worden geconcludeerd dat ter plaatse gemiddeld ca. 30 Bq/m^2 Sr-90 moet zijn afgezet als gevolg van Tsjernobyl. In de laag 0-14 cm werd gemiddeld 130 Bq/m^2 Sr-90 gevonden zodat ca. 100 Bq/m^2 hiervan afkomstig is van de bovengrondse kernwapenproeven. In de laag 0-14 cm werd gemiddeld 60 Bq/m^2 Pu-239 aangetroffen. Deze besmetting is afkomstig van de bovengrondse kernwapenproeven aangezien uit de analyse van monsters regenwater van begin mei 1986 is gebleken dat de

depositie van Pu-239 door Tsjernobyl, als deze al heeft plaatsgevonden, hoogstens 0,001 Bq/m² heeft bedragen (CCR86).

5.1.2 Besmetting van regelmatig overstroomde bodems

Bodems die regelmatig worden overstroomd, zoals uiterwaarden, slikken, schorren en oevers van onbedijkte rivieren, wijken af van andere bodems omdat hier zwevend slib kan sedimenteren dat met het water van elders is aangevoerd. Het is van belang om het effect van overstroming na te gaan omdat het niet denkbeeldig is dat er, met name in uiterwaarden, een accumulatie van verontreinigd slib optreedt.

Tabel 5.1.2 geeft resultaten, afkomstig van de DBW/RIZA, voor de bodembesmetting met Cs-134 en Cs-137 op drie lokaties in de uiterwaarden. In de tabel worden voor het tijdvak juni 1986 tot februari 1987 meetresultaten gegeven voor de lagen 0-1 cm en 1-5 cm. Hierin is het effect van overstroming van de bodem duidelijk waarneembaar. Gegevens van voor Tsjernobyl voor de lagen 0-1 cm en 1-5 cm zijn niet beschikbaar.

Tabel 5.1.2 Besmetting (Bq/kg droge stof) met Cs-134 en Cs-137 van bodemlagen in uiterwaarden. Bemonstering en meting door DBW/RIZA.

Lokatie	Radionuclide	Direct na Tsjernobyl		Vóór hoogwater (d)		Na hoogwater	
		juni 1986 0-1 cm	1-5 cm	december 1986 0-1 cm	1-5 cm	februari 1987 0-1 cm	1-5 cm
Zwolle (a) (IJssel)	Cs-134	180	(e)	35	2	66	5
	Cs-137	415	(e)	85	7	170	21
Spijk-1 (b) (Boven-Rijn)	Cs-134	224	13	55	26	126	34
	Cs-137	441	29	227	71	311	100
Spijk-2 (c) (Boven-Rijn)	Cs-134	(e)	(e)	31	4	55	(e)
	Cs-137	(e)	(e)	90	38	160	38

(a) Niet beschermd door zomerkade, dus vaak overstroomd;

(b) Vaak overstroomd;

(c) Minder vaak overstroomd;

(d) De lokaties Zwolle en Spijk-1 zijn voor december 1986 mogelijk ook overstroomd geweest. Dit heeft echter niet geleid tot flinke slibafzetting. De besmetting van de bodem is hierbij niet of nauwelijks toegenomen;

(e) niet gemeten.

Het onderzoek van de DBW/RIZA leidt tot de volgende conclusies:

- (1) tussen juni 1986 en december 1986 neemt de besmetting van de laag 0-1 cm sterk af. Deze afname wordt slechts gedeeltelijk verklaard door de toename in de laag 1-5 cm. De afname in de laag 0-1 cm is niet te verklaren door de opname van cesium door de groei van gras;
- (2) er treedt waarschijnlijk uitspoeling op in de bodem omdat tussen juni 1986 en februari 1987 de besmetting van de laag 1-5 cm toeneemt;
- (3) overstroming van uiterwaarden gaat gepaard met sedimentatie van slib waardoor de bodembesmetting toeneemt. De toename van de besmetting in de laag 0-1 cm bedraagt ruwweg een factor twee.

5.2 STRALINGSNIVEAUS (EXPOSIETEMPO)

In het eerste CCRX-Tsjernobylrapport (CCRX86) is vermeld dat in juni en juli 1986 in vijf provincies door het ECN metingen zijn verricht van de verhoging van het gammastralingsniveau (exposietempo) op een aantal plaatsen waar ook in 1982 door het RIVM en het ECN metingen waren verricht. Het beeld van de verhoging van het exposietempo kwam goed overeen met het depositiepatroon in Nederland, dat was afgeleid uit de metingen van de depositie op een aantal plaatsen en uit de gegevens over de verdeling van de regenval in Nederland op 3 en 4 mei 1986.

5.2.1 Gammaspectrumanalyse

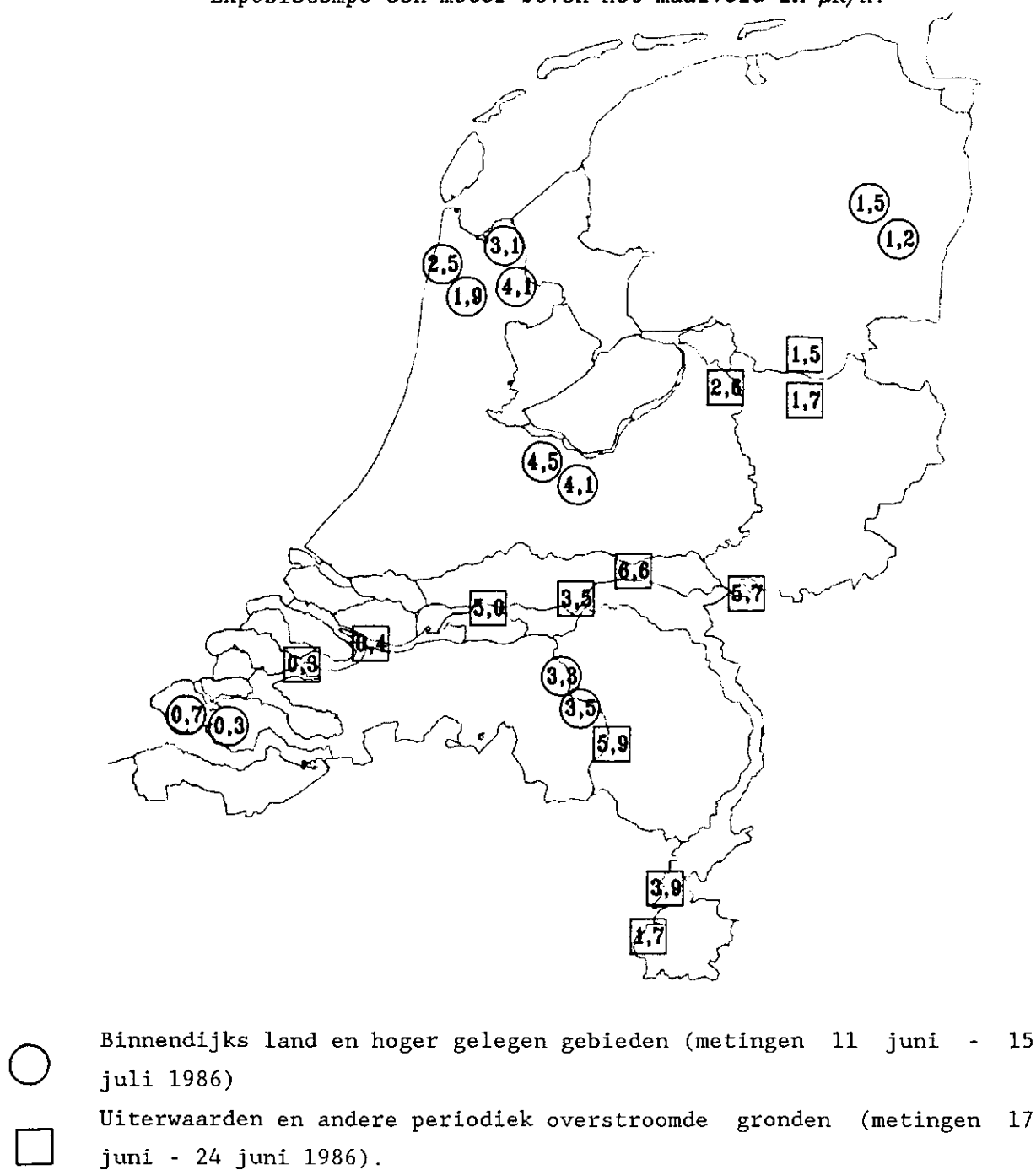
Op twaalf van de dertig meetpunten is door het ECN naast het exposietempo tevens het gammaspectrum gemeten. De analyse van deze spectra maakt het mogelijk de bijdragen van de afzonderlijke radionucliden aan het exposietempo te bepalen. Op deze wijze kan de bijdrage van de "Tsjernobyl-radionucliden" rechtstreeks worden bepaald, met uitzondering van Cs-137 waarvan eerst de bijdrage van de neerslag van Cs-137 na de kernwapenproeven moet worden afgetrokken. De resultaten van deze metingen, die zijn weergegeven in figuur 5.2.1, vormen eveneens een bevestiging van het depositiepatroon dat in het eerste CCRX-Tsjernobylrapport is gegeven.

5.2.2 Verloop van het exposietempo in Petten

In Petten zijn in 1987 regelmatig series metingen van het exposietempo verricht op dezelfde plaats in het duinterrein waar in 1986 vanaf 1 mei het exposietempo is geregistreerd met een hogedruk-ionisatiekamer. Enkele maanden na het Tsjernobylongeval was de daling van het exposietempo, gemeten 1 m boven het maaiveld, zeer klein geworden: van 6,6 $\mu\text{R/h}$ in september 1986

tot 6,3 $\mu\text{R/h}$ in september 1987. De laatste waarde is nog 0,7 $\mu\text{R/h}$ hoger dan het exposietempo vóór het Tsjernobylongeval. Dit verschil komt overeen met de verhoging die in 1986 op grond van de gemeten depositie van de langlevende radionucliden Cs-134 en Cs-137 is voorspeld (Da86). Er is geen aanwijzing dat de beide radionucliden dieper in de bodem zijn doorgedrongen.

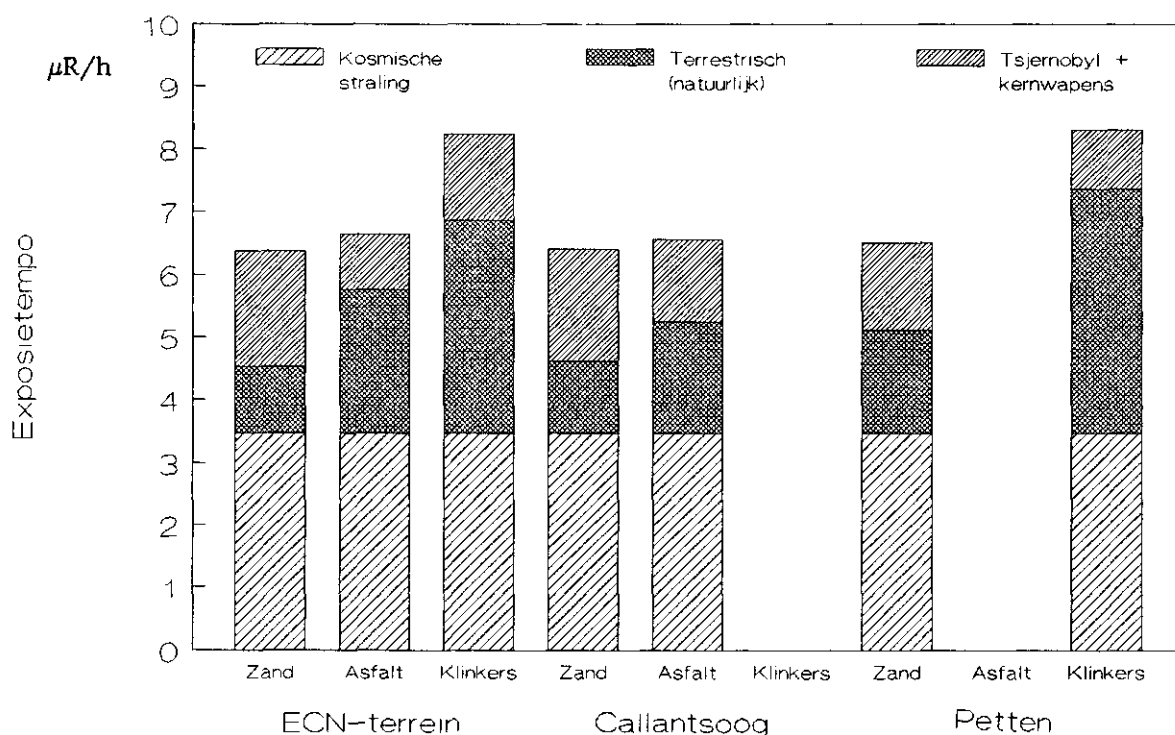
Fig. 5.2.1 Exposietempo ten gevolge van Tsjernobylradionucliden boven uiterwaarden, binnendijs land en hoger gelegen gebieden. Exposietempo één meter boven het maaiveld in $\mu\text{R/h}$.



5.2.3 Metingen in uiterwaarden

In samenwerking met de DBW/RIZA heeft het ECN in juni 1986 op twaalf punten in uiterwaarden en andere periodiek overstroomde gronden een serie metingen van het exposietempo alsmede gammaspectrum-analyses uitgevoerd om informatie te verkrijgen over de afzetting van "Tsjernobylnradioactiviteit" via aangevoerd slib bij overstroming van uiterwaarden. Het exposietempo tengevolge van de "Tsjernobylnradioactiviteit" in de uiterwaarden vertoont hetzelfde patroon als het exposietempo van de "Tsjernobylnradioactiviteit" boven binnendijks en hoger gelegen land (Figuur 5.2.1). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de verontreiniging van de uiterwaarden door Tsjernobylnradionucliden, althans in de eerste twee maanden na het ongeval, niet significant afwijkt van de depositie in de overige gebieden. Hierbij moet worden opgemerkt dat slechts op enkele punten in de uiterwaarden door "Tsjernobyln" verontreinigd slib kan zijn afgezet. Ten tijde van de grootste aanvoer van besmet slib (mei/juni 1986) was namelijk de waterstand in de grote rivieren laag en in de periode tot de exposietempometingen zijn vrijwel geen gronden overstroomd of drooggevalen.

Fig. 5.2.2 Exposietempo ($\mu\text{R/h}$) op enkele plaatsen boven diverse bodembedekkingen. Metingen door het ECN op 4 en 5 september 1986.



5.2.4 Invloed van de bestrating

Teneinde de invloed na te gaan van afspoelen van radionucliden van geplaveide oppervlakken zijn op een drietal plaatsen in Noord-Holland vergelijkende metingen van het exposietempo en gammaspectrumanalyse uitgevoerd. De vergeleken oppervlakken lagen zeer dicht bij elkaar. Figuur 5.2.2 geeft een overzicht van enkele resultaten. Het exposietempo boven straatklinkers is groter dan boven asfalt ten gevolge van het hogere radiumgehalte van de klinkers.

Met de veronderstelling dat de bodembesmetting door het duinzand goed wordt vastgehouden (zie 5.2.2), kunnen voor klinkers en voor asfalt retentiefactoren voor de Tsjernobylverontreiniging worden berekend. Uit de nog zeer beperkte serie waarnemingen blijkt dat de retentiefactor voor klinkers ongeveer 0,7 bedraagt en voor asfalt vermoedelijk in de buurt van de 0,5 ligt. Voor een nauwkeuriger bepaling is een uitgebreide serie metingen noodzakelijk.

5.3 GRAS, KUILVOER EN OVERIGE DIERVOEDERS

Om tevoren een indruk te krijgen van de besmetting van wintervoer voor melkvee zijn door het RIKILT in het najaar van 1986 de gehalten aan totaal radiocesium in voorjaars- en zomergraskuilen gemeten (Tabel 5.3.1.).

Tabel 5.3.1 Cs-134 + Cs-137 in kuilvoerders, Bq/kg produkt. Meting: RIKILT.

Provincie	Aantal monsters	Laagste waarde Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Gemiddelde waarde Bq/kg
G r a s k u i l s n e d e v o o r j a a r 1 9 8 6				
Friesland	1	160	160	160
Gelderland	7	130	440	240
Noordholland	4	240	390	300
Flevoland	1	300	300	300
Noordbrabant	38	30	820	260
Zeeland	16	<30	240	90
G r a s k u i l s n e d e z o m e r 1 9 8 6				
Friesland	1	<30	<30	<30
Gelderland	6	<30	100	70
Noordholland	3	<30	80	40
Flevoland	1	40	40	40
Noordbrabant	6	<30	520	180
M a i s k u i l o o g s t 1 9 8 6				
Friesland	1	<30	<30	<30
Gelderland	6	<30	40	30
Flevoland	1	<30	<30	<30
Noordbrabant	6	<30	40	<30

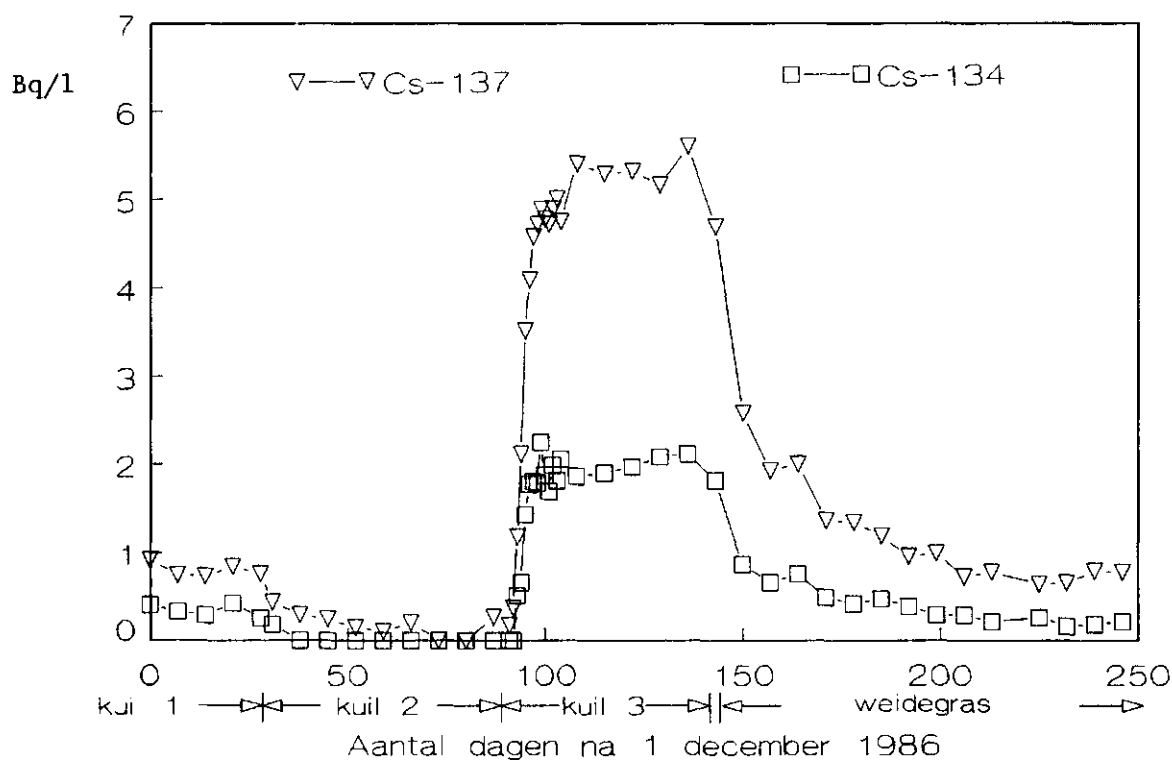
Overeenkomstig de verwachting waren de gehalten in voorjaarskuilen, die zijn aangelegd juist in de periode met de hoogste besmetting van het gras, aanzienlijk hoger dan die voor zomerkuilen. In Zeeland, met een relatief geringe depositie, was ook in het voorjaar de besmetting laag. Tengevolge van het voeren van melkvee met besmet kuilgras is gedurende de winter 1986/1987 de besmetting van melk weer opgelopen.

In het kader van een opdracht van het Ministerie van Landbouw en Visserij is door het ECN een onderzoek uitgevoerd van de overdracht van Cs-137 en Cs-134 uit het voer van melkvee naar de melk (Figuur 5.3.1; (We88)). Onder de overdrachtsfactor F_{melk} , uitgedrukt in d/l, wordt verstaan:

$$F_{\text{melk}} = \frac{\text{uitgescheiden radiocesium in de melk (Bq/l)}}{\text{dagelijks opgenomen radiocesium (Bq/d)}}$$

Voor een door kuilgras gedomineerd dieet werden overdrachtsfactoren afgeleid van 0,0027 en 0,0026 d/l voor respectievelijk Cs-137 en Cs-134 in een situatie, waarin een evenwichtsconcentratie in de melk vrijwel was bereikt. Tabel 5.3.2 geeft een overzicht van de gehalten aan Cs-134 en Cs-137 in het kuilvoer en weidegras waarmee het melkvee uit het ECN-onderzoek werd gevoerd. Volgens een overdrachtsproef, in 1986 uitgevoerd door het IVVO en het RIKILT, bedraagt F_{melk} 0,002 d/l.

Fig. 5.3.1 Cs-134 en Cs-137 in melk door voeding met een door kuilgras (winterperiode) en naderhand door gras (zomerperiode) gedomineerd dieet. Concentraties in Bq/l. Onderzoek: ECN. Gegevens over het voer zijn vermeld in tabel 5.3.2.



De resultaten van deze onderzoeken wijzen erop dat dosisschattingen die zijn gebaseerd op een F_{melk} van 0,01 d/l conservatief (overschattend) van aard zijn voor omstandigheden die overeenkomen met de post-Tsjernobylsituatie. Het in figuur 5.3.1 getoonde verloop van de concentraties in de melk werd veroorzaakt door grote concentratieverschillen tussen de partijen kuilgras die werden gevoerd. Kuilgras-2 was kuilgras uit 1985 dat geen Cs-137 en Cs-134 van Tsjernobyl bevatte en een lage concentratie Cs-137 afkomstig van

bovengrondse kernexplosies. Kuilgras-3 was van juni 1986 en bevatte hoge concentraties Cs-137 en Cs-134. Twee dagen voor de beëindiging van het aanbod van kuilgras-3 is het vee de wei ingegaan. Zowel bij het begin als bij het einde van het voeren van kuilgras-3 volgde snel de verandering van de concentraties in de melk. De concentratie van ca. 6 Bq/l die werd bereikt bleef aanmerkelijk onder de piekconcentratie van ca. 16 Bq/l die in mei 1986 optrad. Ook werden in hetzelfde najaar door het RIKILT metingen van radiocesium verricht aan vers gras (59 monsters, mediaan <30 Bq/kg), hooi (5 monsters, mediaan 80 Bq/kg) en stro (4 monsters, mediaan <30 Bq/kg).

Tabel 5.3.2 Gehalten van Cs-134 en Cs-137 in het voer voor melkvee in het onderzoek van het ECN. Gehalten in Bq/kg droge massa.

Voer	Cs-134	Cs-137
	Bq/kg	Bq/kg
Kuilgras-1	13	31
Kuilgras-2	(a)	< 6
Kuilgras-3	70	180
Weidegras	(a)-10	9 - 27

(a) niet aantoonbaar.

Als grondstof voor diervoeders worden ook zuivelprodukten gebruikt: magere melkpoeder, weipoeder, melksuikerarme weipoeder, caseïnat en lactose. Door het RIKILT zijn vanaf augustus 1986 monsters van deze produkten onderzocht op besmetting met radiocesium. De monsters waren overwegend genomen door de Algemene Inspectiedienst van het Ministerie van Landbouw en Visserij. De resultaten van de metingen in verschillende soorten melkpoeders, weipoeders en melkprodukten zijn, gesplitst in Nederlandse en buitenlandse herkomst, vermeld in Bijlage 6. In de buitenlandse produkten werden veelal hogere, soms aanzienlijk hogere waarden aangetroffen dan in monsters van binnenlandse produktie. In een Iers weipoeder werd eenmaal 7300 Bq/kg gemeten. De mediaanwaarden voor binnenlandse produktie bleven in 1986 vrijwel steeds beneden 20 Bq/kg. In 1987 daalden deze waarden tot beneden 5 Bq/kg.

De gemeten gehalten aan radiocesium in beendermeel, diermeel, kunstkalvermelk en dergelijke zijn in Bijlage 6 onder "overige diervoeders" samengevat. De mediaanwaarden waren meestal kleiner of gelijk aan 50 Bq/kg produkt. Alleen in augustus 1986 werd een mediaanwaarde van 780 Bq/kg voor buitenlandse produkten gevonden. Vanaf oktober 1986 zijn regelmatig metingen van de radioactieve besmetting van diervoeders door de mengvoederindustrie

verricht. De resultaten zijn door het Produktschap voor Veevoeder verzameld en worden gegeven in Bijlage 7. De meeste monsters bevatten minder dan 100 Bq/kg produkt aan radiocesium. Slechts 0,2% van het aantal van 12600 onderzochte monsters voldeed niet aan de EG-norm van maximaal 600 Bq/kg radiocesium.

5.4 OPPERVLAKTEWATER EN WATERBODEMS

Naar aanleiding van het reactorongeval in Tsjernobyl voert de DBW/RIZA sinds mei 1986 een extra meetprogramma voor de Nederlandse wateren uit in aanvulling op het bestaande Nationaal Meetprogramma van de CCRX. Dit extra meetprogramma omvat de meting van de rest-bèta-activiteit in water en de meting van de totaal-bèta- en van de gamma-activiteit in zwevend stof, waterbodem en biota. Als belangrijkste gammastralers worden Cs-137 en Cs-134 gemeten.

De frequentie van de metingen in oppervlaktewater is sinds juli 1986 weer teruggebracht naar de frequentie van vóór mei 1986. Voor de compartimenten zwevend stof, waterbodem en aquatische biota worden nog steeds aanvullende metingen van de totaal-bèta- en gamma-activiteit uitgevoerd. De grootste bron van radioactieve stoffen in de grote Rijkswateren na het Tsjernobyl-ongeval was de aanvoer van radioactieve stoffen vanuit het buitenland via de grote rivieren. Daarnaast leverden droge en natte depositie rechtstreeks en/of via afspoeling van terrestrische gronden, een belangrijke bijdrage aan de belasting van regionale watersystemen. In tabel 5.4.1 wordt de aanvoer van Cs-137 via de grote rivieren vergeleken met de landelijke belasting via droge en natte depositie. De aanvoer via de Rijn blijkt, in vergelijking met de depositie, niet onaanzienlijk te zijn. De Maasaanvoer bedraagt minder dan 10% van de Rijnaanvoer. De aanvoer van opgelost Cs-137 nam in de loop van mei 1986 snel.

De radioactiviteit in het oppervlaktewater kan door vier mechanismen afnemen:

1. radioactief verval
2. verdunning, verspreiding en afvoer
3. bezinking en begraving
4. inzijging (neerwaartse waterstroming in met water verzadigde grond of bodemlagen).

Tabel 5.4.1 Aanvoer van Cs-137 in Nederland ten gevolge van "Tsjernobyl" via depositie en aanvoer met Rijn en Maas. Voor radioactief verval gecorrigeerd naar 4 mei 1986. Alle waarden in 10^{12} Bq (TBq).

Aanvoer	Opgelost (mei 1986)	Particulair (mei 1986 - april 1987)	Totaal
	TBq	TBq	TBq
Droge en natte depositie			67
Aanvoer met de Rijn	9	3	12
Aanvoer met de Maas	0,7	0,2	0,9

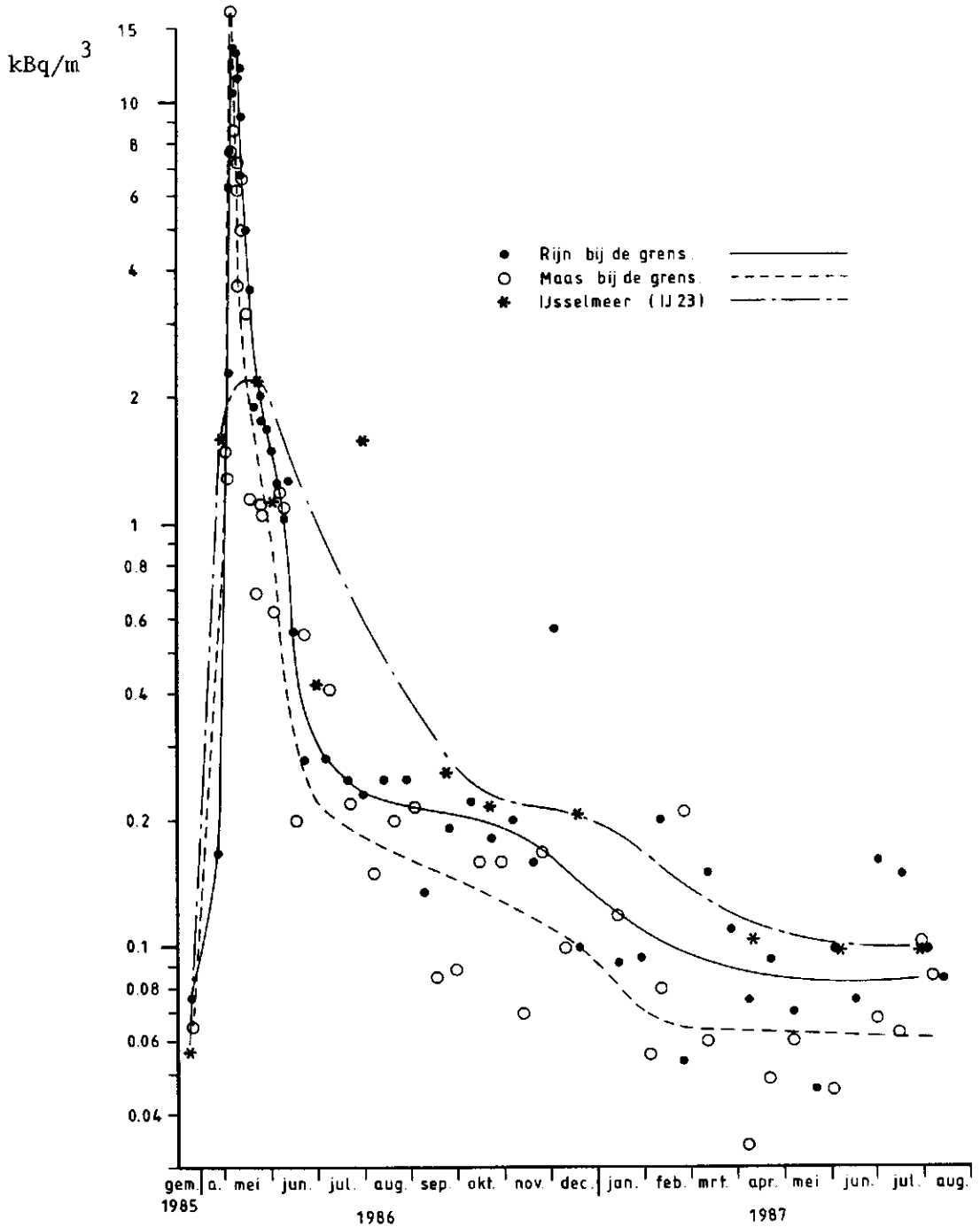
In figuur 5.4.1 zijn de rest-bèta-activiteiten weergegeven, die tussen april 1986 en augustus 1987 in de Rijn en de Maas bij de grens en in het IJsselmeer zijn gemeten. De schommelingen in de rest-bèta-activiteiten zijn hierbij ten dele toe te schrijven aan wisselende zwevend-stofgehalten in de oppervlaktewatermonsters.

Sinds begin 1987 is de rest-bèta-activiteit in de Rijn bij Lobith weer op het niveau van vóór mei 1986. Alleen gedurende afvoerpieken werd in het voorjaar van 1987 nog een licht verhoogde rest-bèta-activiteit (tot een niveau van 200 Bq/m^3) gemeten. Deze activiteitsniveaus zijn echter ook in eerdere jaren al gemeten. Zo werd in april 1983 op dezelfde lokatie eveneens een rest-bèta-activiteit van 200 Bq/m^3 gemeten.

In de Maas bij Eijsden worden sinds begin 1987 weer dezelfde rest-bèta-activiteiten gemeten als vóór mei 1986. Ook tijdens afvoerpieken in het voorjaar van 1987 zijn geen belangrijke verhogingen gemeten. Het Maasstroomgebied is kleiner dan het Rijnstroomgebied en heeft een kleinere naleveringscapaciteit.

In het IJsselmeer zijn de rest-bèta-activiteiten nog steeds het tweevoudige van de activiteiten van vóór mei 1986 (juli 1987: 100 Bq/m^3 , gemiddeld in 1985: 58 Bq/m^3). De hoogste waarden werden eind mei 1986 gemeten (2350 Bq/m^3). Ondermeer door de grote initiële verdunningscapaciteit van het IJsselmeer is de rest-bèta-activiteit in het IJsselmeer niet zo hoog geweest als in de Rijn of in de Maas. De nu nog aanwezige activiteit wordt in hoofdzaak veroorzaakt door in de waterfase opgeloste en aan geresuspendeerd bodemmateriaal geadsorbeerde radioactieve stoffen. Deze stoffen kunnen onder andere ook door nalevering uit de waterbodem in de waterfase terechtgekomen

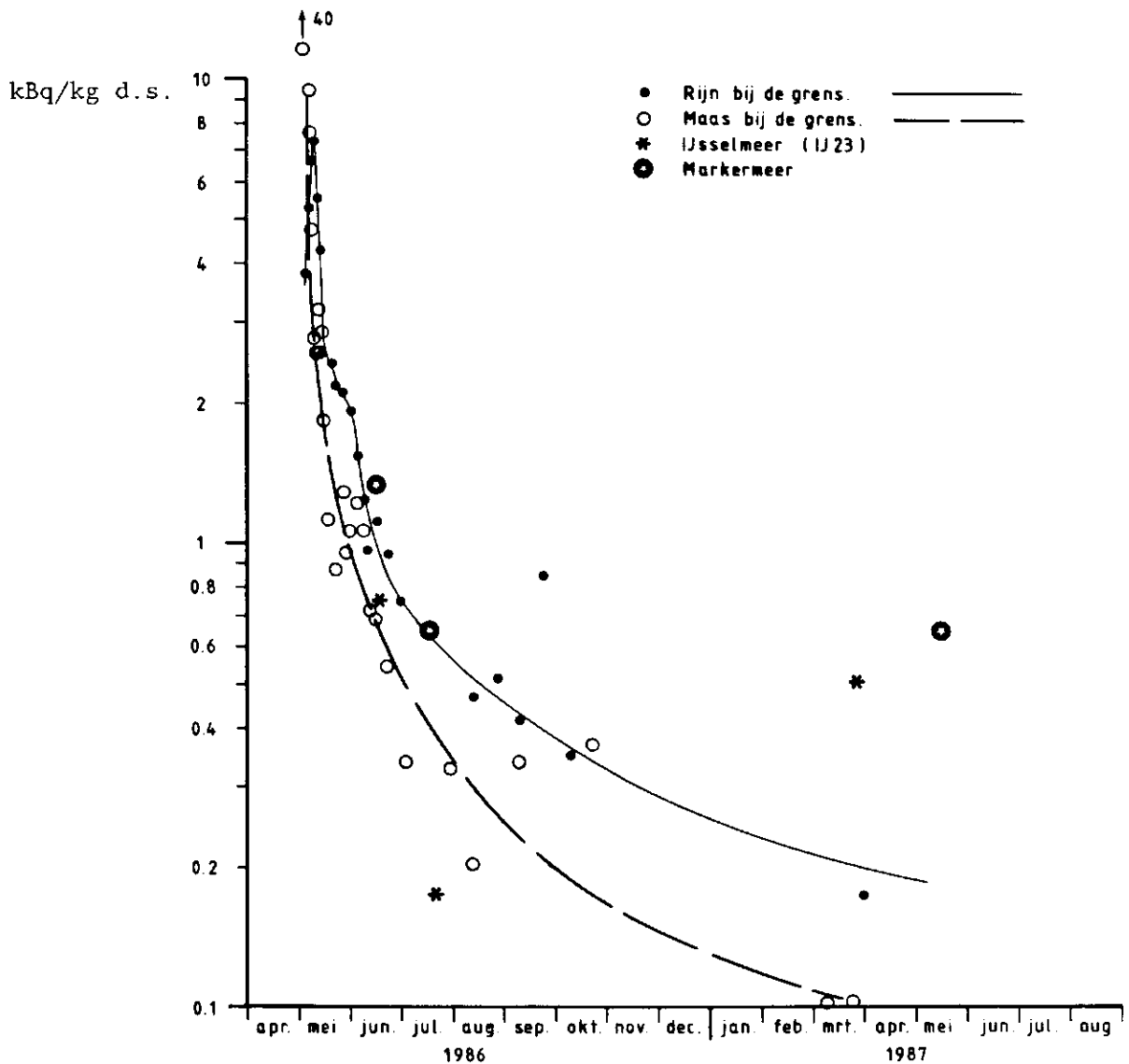
Fig. 5.4.1. Rest-bèta-activiteit in Rijn en Maas bij de grenzen en in het IJsselmeer. In 1986 en 1987 bemonsterd en gemeten door DBW/RIZA. Resultaten in kBq/m^3 .



zijn. Mede omdat het water in het IJsselmeer een grote verblijftijd heeft (gemiddeld ca. 5 maanden), zal het nog enige tijd duren, voordat de rest-bèta-activiteit weer op het oude niveau terug is. Op alle andere lokaties in de oppervlaktewateren die door de DBW/RIZA sinds de herfst van 1986 werden onderzocht, zijn geen verhoogde rest-bèta-activiteiten meer gemeten.

Omdat de belangrijkste langlevende nucliden die bij het Tsjernobyl-ongeval vrijkwamen, Cs-137 en Cs-134, zich sterk aan slibdeeltjes hechten, is veel aandacht besteed aan de gammaspectrometrische bepaling van deze radionucliden in zwevend stof en in waterbodems. Daarnaast zijn in deze compartimenten ook totaal-bèta-activiteiten gemeten. Het aan het zwevende stof gebonden radiocesium dat met de grote rivieren wordt aangevoerd, is overwegend afkomstig uit de radioactieve depositie na het kernreactorongeval te Tsjernobyl. Dit is te zien aan de verhouding tussen Cs-137 en Cs-134. Gecorrigeerd voor het radioactieve verval van Cs-134 bedraagt de verhouding tussen Cs-137 en Cs-134 nog steeds 2:1, dat is de verhouding tussen Cs-137 en Cs-134 in de radioactieve neerslag veroorzaakt door "Tsjernobyl". In de Rijn bij Lobith zijn de Cs-137-activiteiten in het zwevend stof

Fig. 5.4.2 Gehalten van Cs-137 in zwevend stof uit Rijn, Maas, IJsselmeer en Markermeer in 1986 en 1987. Monsterneming door DBW/RIZA. Meting door DBW/RIZA en RIVM. Resultaten in kBq/kg droge stof.



inmiddels gedaald tot 150 Bq/kg droge stof (figuur 5.4.2). De hoogste Cs-137-activiteiten die bij Lobith werden gemeten, lagen boven de 7000 Bq/kg droge stof. Ook de bèta-activiteit van het zwevend stof is duidelijk gedaald, van 86000 Bq/kg droge stof (mei 1986) tot 1070 Bq/kg droge stof (juni 1987). Dit komt bijna overeen met de rest-bèta-activiteit, die in november 1985 gemeten werd, namelijk 930 Bq/kg droge stof.

In de Maas bij Eijsden werd medio april 1987 een Cs-137-activiteit in het zwevend slib gemeten van 100 Bq/kg droge stof. De hoogste Cs-137-activiteit, die bij Eijsden op 5 mei 1986 gemeten werd, bedroeg 40000 Bq/kg droge stof. Op 6 mei 1986 was de Cs-137-activiteit al gedaald tot 9500 Bq/kg droge stof. De bèta-activiteit van het zwevend stof in de Maas daalde van 50000 Bq/kg droge stof (6 mei 1986) tot 880 Bq/kg droge stof (april 1987).

In het IJsselmeer en het Markermeer worden momenteel in het zwevend stof wat hogere Cs-137-activiteiten gemeten dan in de Rijn (Figuur 5.4.2). Het door droge en natte depositie en met de Rijn ingebrachte radiocesium blijft grotendeels binnen het systeem. Het zwevend stof in het gebied is grotendeels geresuspendeerd bodemslib en gedeeltelijk schoon, vers aangevoerd zwevend stof. Dit bodemslib is nog steeds besmet.

De activiteiten in het zwevend stof dat het Hollands Diep en Haringvliet binnenkomt, liggen op hetzelfde niveau als de activiteiten in de Rijn bij Lobith. Omdat de verblijftijden in alle delen van het Deltabekken in vergelijking met het IJsselmeer relatief klein zijn, zijn processen zoals resuspensie in dit gebied minder van invloed op de activiteit van het zwevend stof.

Alle waterbodems van de Nederlandse wateren zijn na het ongeval besmet. De mate van de besmetting is afhankelijk van de besmettingsgraad van het zwevend-stofgehalte van het desbetreffende oppervlaktewater, de sedimentatiesnelheid en de mate waarin resuspensie van het bodemslib optreedt. In de waterbodems worden totaal-bèta-activiteiten en gamma-activiteiten gemeten. Vóór mei 1986 werd in de waterbodem routinematig geen totaal-bèta-activiteit gemeten. Daarom is het niet mogelijk om een vergelijking te maken tussen de situatie voor en na het Tsjernobylongeval. Wel kon aan monsters die voor het reactorongeval genomen werden en onbesmet gebleven waren, de Cs-137 en Cs-134-activiteit gemeten worden. Deze monsters bevatten Cs-137-activiteiten dicht bij de detectiegrens (1-3 Bq/kg droge stof) en geen Cs-134.

Een overzicht van de regionale verspreiding van de totaal-bèta-activiteit en de Cs-137-activiteit in de waterbodems van Nederlandse wateren is in figuur 5.4.3 gegeven. Variaties in de gemeten activiteiten zijn mede afhankelijk

Fig. 5.4.3 Gehalten aan totaal-bèta en Cs-137 in waterbodems in het voorjaar van 1987. Monsterneming en meting door DBW/RIZA. Resultaten in Bq/kg droge stof.



- 240/100 Totaal-bèta-activiteit: 240 Bq/kg droge stof / Cs-137: 100 Bq/kg droge stof.

van de samenstelling van het bodemslib. Op basis van de in de bovenste 5 cm van de waterbodem gemeten activiteit is voor diverse waterbodems de besmetting met Cs-137 per m^2 uitgerekend. De in het noordelijke en middendeel van het IJsselmeer gemeten waterbodemactiviteit komt overeen met een besmetting tussen 3000 en 4000 Bq/ m^2 . De gemiddelde besmetting zal in het IJsselmeer wat lager liggen dan uit de metingen naar voren komt, daar preferent in sedimentatiegebieden is gemeten. In het Ketelmeer zijn de gemeten activiteiten in vergelijking met het IJsselmeer bijzonder hoog. In

juni 1987 werden er Cs-137-activiteiten gemeten die overeenkomen met een besmetting van 26000 Bq/m².

In het Deltagebied zijn activiteiten gemeten in de waterbodems van het Haringvliet, het Hollands Diep, de Amer, de Nieuwe Merwede en de Westerschelde. In de toevoer van het Hollands Diep, dat wil zeggen de Amer en de Nieuwe Merwede, zijn activiteiten gemeten in de bovenlaag van de waterbodem die overeenkomen met een besmetting van 11000 tot 18000 Bq/m². In maart 1987 zijn in het Hollands Diep, het gebied waarin een belangrijk deel van het door de rivieren aanvoerde slib in eerste instantie bezinkt, in de bovenlaag activiteiten gemeten die per m² een besmetting geven van 9000 tot 21000 Bq/m². De hoogste activiteiten werden gemeten in diepere lagen (2 - 10 cm), wat erop wijst dat het actiefste bodemslib nu al weer door "schoon" slib bedekt wordt. De besmetting in het Haringvliet bedroeg, op basis van metingen in april 1987, 1600-7500 Bq/m². In het Haringvliet zijn alleen de bovenste twee centimeter van de waterbodem besmet. Het daaronder liggende bodemslib is weinig besmet. In de Westerschelde zijn de gemeten Cs-137-activiteiten lager dan in het Noordelijk Deltabekken. De besmetting met Cs-137 bedraagt slechts 1600 Bq/m². Op basis van bovenstaande gemeten bodembesmettingen wordt in tabel 5.4.2 een globale schatting gegeven van de besmetting van de Nederlandse waterbodems met Cs-137 in het eerste halfjaar van 1987 tengevolge van "Tsjernobyl". Met nadruk wordt er op gewezen dat dit, gezien de onvolledigheid van de gegevens over de bodembesmetting van binnenwateren, voorlopige schattingen betreffen. De totale besmetting van

Tabel 5.4.2 Globale schatting van de besmetting van Nederlandse waterbodems met Cs-137 in het eerste halfjaar van 1987 tengevolge van "Tsjernobyl".

Binnenwater	Oppervlakte	Geschatte gemiddelde bodembesmetting	Geschatte totale besmetting van de waterbodem
	10 ⁶ m ²	Bq/m ²	10 ¹² Bq (TBq)
IJsselmeer	1150	2000	2,3
Markermeer	700	1000	0,7
Ketelmeer	35	26000	0,9
Hollands Diep / Amer	55	15000	0,8
Haringvliet	75	5000	0,4
Westerschelde	500	1600	0,8
Overige Zeeuwse binnenwateren	750	400	0,3
Overige binnenwateren	1000	1800	1,8
Totaal	4265	1900	8,0

de Nederlandse waterbodems met Cs-137 wordt voor de binnenwateren geschat op ca. 8 TBq. De berekende besmetting per m² van de waterbodems is in het algemeen groter dan de besmetting van vergelijkbare terrestrische bodems (CCR86), hetgeen, gelet op de wat hogere belasting door het aangevoerde water, mocht worden verwacht.

5.5 ZUIVERINGSSLIB

Door adsorptie van radionucliden aan particulier materiaal kon worden verwacht dat het zuiveringsslib een verhoogde activiteit zou gaan vertonen, zij het met enige vertraging gelet op de verblijftijd (gemiddeld 30 dagen) van het slib in de rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). Begin mei 1986 zijn daarom slechts incidenteel radioactiviteitsmetingen aan zuiveringsslib (surplusslib) uitgevoerd.

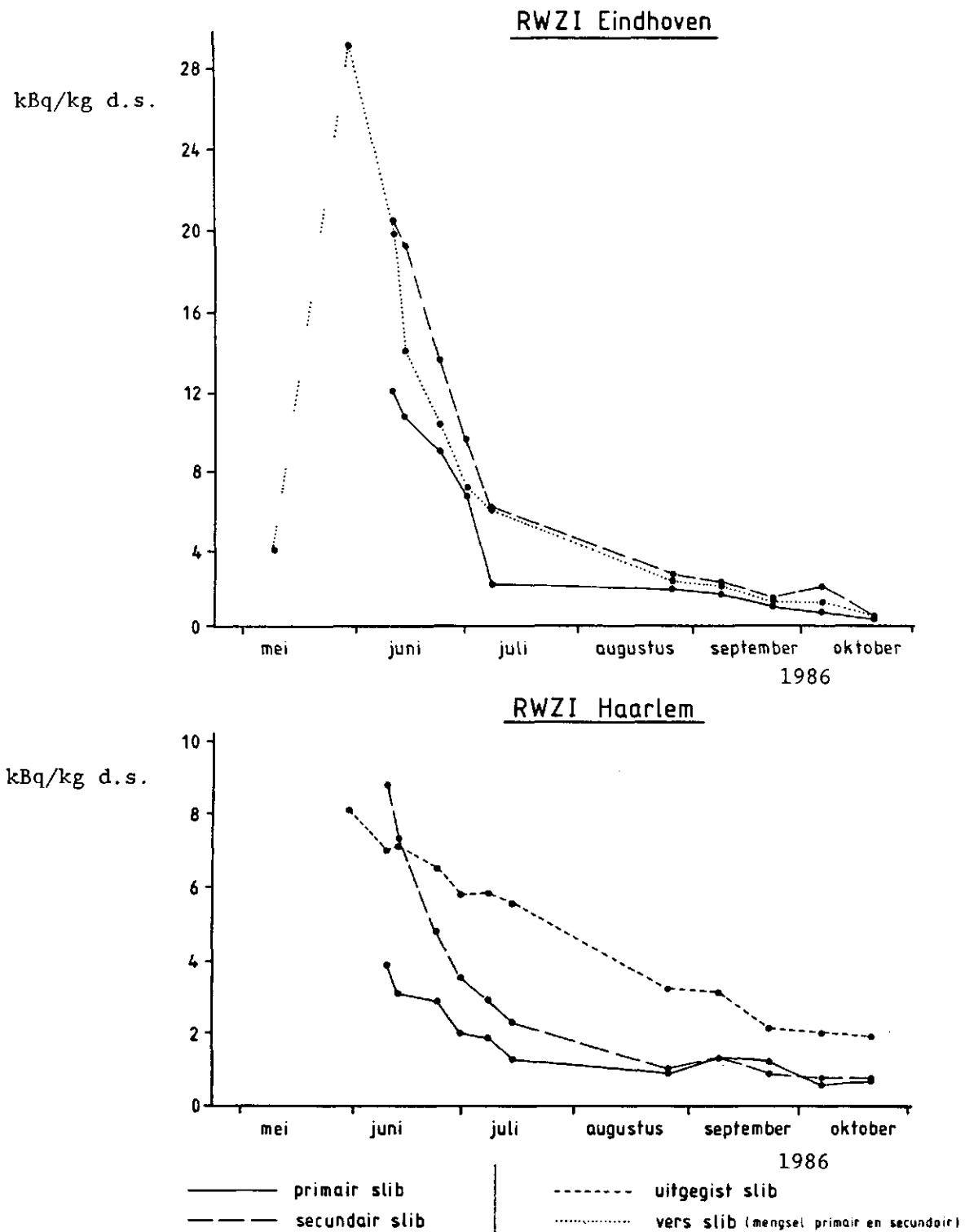
Uit een inventarisatie in mei 1986 blijkt een grote spreiding in de mate van radioactieve besmetting. Zo variëren de activiteiten van Cs-137 van 60 tot 7200 Bq/kg droge stof in respectievelijk het slib van de rwzi's te Enschede-Zuid en Nijmegen (Ve87). Uit een vergelijking van de verdeling van de depositie over het land met de Cs-137-waarden in diverse zuiveringsslibmonsters blijkt de depositie en de mate van afvoer daarvan naar rwzi's bepalend te zijn voor de activiteit in het slib. Op grond van deze resultaten werd besloten het verloop van de radioactiviteit te volgen in de verschillende slibsoorten van de rwzi's Eindhoven en Haarlem-Waarderpolder.

Het verloop van de totaal-bèta-activiteit is gegeven in figuur 5.5.1. Eind oktober 1986 bereikten de totaal-bèta-activiteiten een niveau dat overeenkomt met de gemiddelde achtergrondwaarden van 800 Bq/kg droge stof, die in de periode tussen 1973 en 1976 in het slib van de installatie te Eindhoven gemeten zijn. Door de relatief lange verblijftijd in de gisting (60-70 dagen) van het slib in de installatie van Haarlem is de afname hier minder snel.

Figuur 5.5.1 geeft aan dat vrijwel uitsluitend afnemende waarden zijn gemeten. Deze afname is voornamelijk toe te schrijven aan verdunnings-effecten en slechts in beperkte mate aan het verval van kortlevende nucliden. Een piekbelasting is in de uitgevoerde serie metingen niet waargenomen. Door modellering zijn de piekwaarden voor Cs-137 benaderd. Deze benaderde waarden liggen voor slib dat voor afzet in de landbouw in aanmerking komt in dezelfde orde van grootte (2000 - 6000 Bq/kg droge stof) als de waarde (4200 Bq/kg droge stof) waarmee in de risicoanalyse van de

Unie van Waterschappen (UvW86) ten behoeve van deze afzet is gerekend en waarin werd geconcludeerd dat er geen maatregelen met betrekking tot de afzet nodig zijn. Een uitgebreide beschrijving van het onderzoek en de modellering is separaat gepubliceerd (Ba87a).

Fig. 5.5.1 Verloop van de totaal- β -activiteit in verschillende slibsoorten van de rioolwaterzuiveringsinstallaties te Eindhoven en Haarlem in de periode mei t/m oktober 1986. Resultaten in kBq/kg droge stof.



5.6

AQUATISCHE BIOTA

De in oppervlaktewateren ten gevolge van Tsjernobyl terechtgekomen radio-activiteit wordt daar via water, zwevend stof en waterbodembodem gedeeltelijk opgenomen door de aquatische biota. Daar de belangrijkste langlevende radionucliden uit de depositie door Tsjernobyl, Cs-137 en Cs-134, zich sterk hechten aan slibdeeltjes, moet worden verwacht dat water-filtrerende organismen, zoals zoetwatermosselen, relatief veel van deze radionucliden opnemen.

Na bezinking hopen de met Cs-137 en Cs-134 verontreinigde slibdeeltjes zich op in de waterbodembodem. Ook bodemfauna, zoals wormen en muggelarven en organismen die op bodemorganismen fourageren, zoals blankvoorn, brasem en pos, zouden daarom goede graadmeters kunnen zijn voor de belasting van de aquatische biota met deze radionucliden. Blankvoorn tot een lengte van ca. 14 cm voedt zich voornamelijk met wormen, muggelarven e.d. en boven die lengte daarnaast met driehoeksmosselen. Brasem en pos voeden zich met zoöplankton en bodemfauna.

Het meetprogramma van DBW/RIZA met betrekking tot de accumulatie van Cs-137 en Cs-134 in de aquatische biota omvat de meting van gamma-activiteiten in driehoeksmosselen, blankvoorn en brasem. Een enkele keer is ook pos bemonsterd. De mosselen zijn gescheiden in mosselvlees en in schelpen. Deze fracties zijn apart gemeten. Voor de meting van vissen zijn mengmonsters samengesteld uit minimaal vijf vissen. De vissen zijn in hun geheel gemeten. De blankvoorn is verdeeld in vissen kleiner en groter dan 14 cm. Van blankvoorn groter dan 14 cm zijn tevens mengmonsters van 10 kg van het eetbare deel onderzocht.

In het vlees van de driehoeksmosselen werden in 1986, zowel in de Nederrijn bij Culemborg als in het IJsselmeer, Cs-137-activiteiten gemeten van 5 tot 10 Bq/kg vers gewicht. In de schelpen lagen de activiteiten in monsters uit dezelfde wateren en uit het Haringvliet, genomen in april en augustus 1987, op een niveau van gemiddeld 5 Bq/kg. De activiteiten in het mosselvlees waren daar inmiddels gedaald tot een niveau van 1,4 tot 6 Bq/kg vers gewicht (zie tabel 5.6.1).

Op grond van gegevens omtrent de opname en de uitscheiding van Cs-137 in zoetwatervis (Ke84) mag worden aangenomen dat in het Nederlandse oppervlaktewater, met een gemiddelde temperatuur van rond de 10°C, enkele maanden vereist zijn om een evenwichtstoestand te bereiken tussen het gehalte aan radiocesium in het water en in de vis. Aangezien het

Tabel 5.6.1 Verloop van de activiteitsconcentraties van Cs-137 en Cs-134 in driehoeksmosselen uit het IJsselmeer, het Haringvliet en de Nederrijn in Bq/kg vers gewicht (bemonstering DBW/RIZA, meting door RIVM en DBW/RIZA).

Vangstplaats	Datum van monstername	Monstertype	Cs-137	Cs-134
IJsselmeer (Spaanderbank)	juni 1986	mosselvlees	11	8
IJsselmeer (Spaanderbank)	sept.1986	mosselvlees	6	6
IJsselmeer (Spaanderbank)	dec. 1986	mosselvlees	2	0,5
		mosselschelp	7	3
IJsselmeer (Spaanderbank)	april 1987	mosselvlees	1,6	0,4
		mosselschelp	7	2
IJsselmeer (Spaanderbank)	aug. 1987	mosselschelp	5	2
Haringvliet	juni 1986	mosselvlees	7	6
Haringvliet	sept/okt.'86	mosselvlees	5	6
Haringvliet	april 1987	mosselvlees	1,4	0,4
		mosselschelp	13	4
Haringvliet	aug. 1987	mosselschelp	7	2
Nederrijn (Culemborg)	sept. 1986	mosselvlees	5	6
Nederrijn (Culemborg)	dec. 1986	mosselvlees	9	3
		mosselschelp	0,9	
Nederrijn (Culemborg)	april 1987	mosselvlees	6	2
		mosselschelp	0,5	
Nederrijn (Culemborg)	aug. 1987	mosselvlees	1,4	0,5
		mosselschelp	4	1

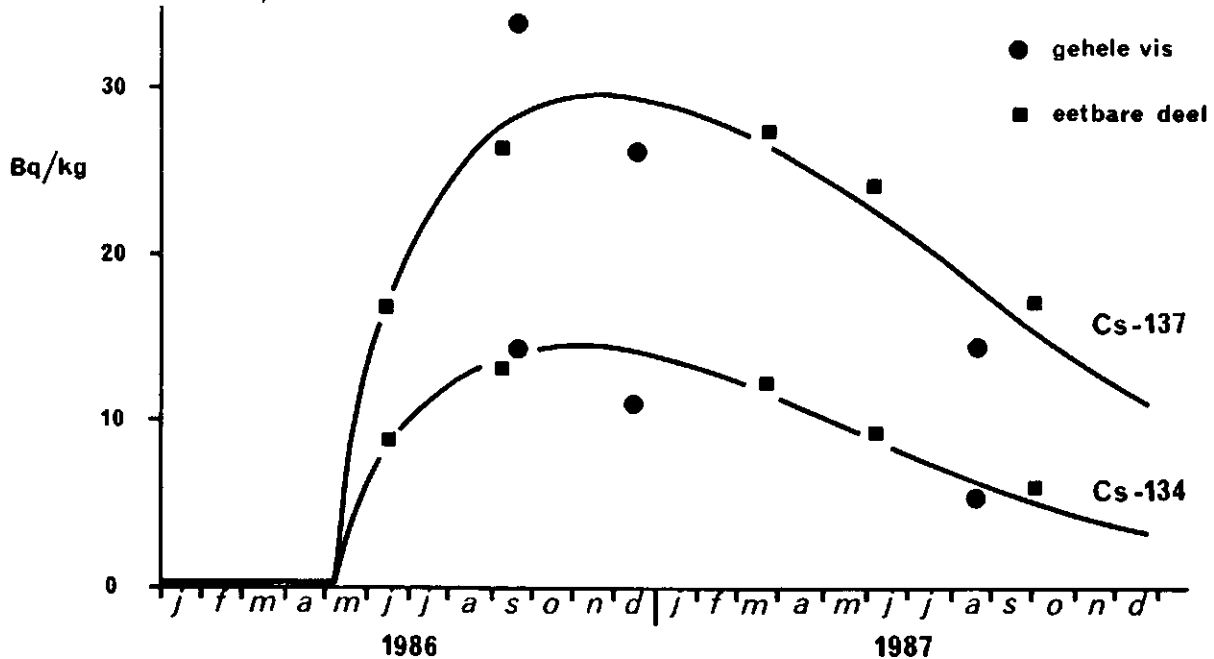
besmettingsniveau van de Nederlandse oppervlaktewateren na Tsjernobyl in enkele maanden is gedaald tot beneden de detectiegrens voor radiocesium van enkele Bq/m³, kan besmetting van visserijprodukten in feite alleen het gevolg zijn van nalevering van radiocesium uit het bodemsediment. Aan dit bodemsediment is het merendeel van het meegekomen radiocesium gebonden, waar dan nog bij komt dat als gevolg van de afvoer van verontreinigd gesuspendeerd materiaal uit het stroomgebied van de Rijn een bezinkingsbassin als het IJsselmeer nog een naar verhouding belangrijke nabesmetting heeft verkregen (hoofdstuk 5.4). De voornaamste inspanning is daarom geconcentreerd geweest op het onderzoek naar de ontwikkeling van de radioactieve besmetting van vissen uit het IJsselmeer.

In blankvoorn uit het IJsselmeer zijn door de DBW/RIZA in het najaar van 1986 de hoogste Cs-137-activiteiten gemeten: ca. 35 Bq/kg in de gehele vis. In augustus 1987 waren deze Cs-137-activiteiten gedaald tot ca. 14 Bq/kg. Daarbij kon geen verschil worden aangetoond tussen vissen groter en kleiner dan 14 cm. In brasem uit het IJsselmeer was de Cs-137-activiteit in de

gehele vis eind 1986 14 Bq/kg en in april 1987 20 Bq/kg (lengte 25 cm), respectievelijk 5 Bq/kg (lengte 40 cm).

Het in het kader van de LAC-Stuurgroep "Visverontreiniging" gemeten verloop van de activiteitsconcentraties aan Cs-137 en Cs-134 in het eetbare deel van blankvoorn (mengmonsters van 10 kg van vissen van 14-20 cm lengte) over 1986 en 1987 is aangegeven in figuur 5.6.1. Tevens zijn in de figuur de door DBW/RIZA in de gehele vis gemeten activiteiten ingetekend. Duidelijk is te zien dat de concentraties van beide radionucliden rond de jaarwisseling door een maximum zijn gegaan, waarna een geleidelijke daling is ingezet. Tevens wordt geschat dat de besmetting van blankvoorn met Cs-137 in de grootte-orde van een jaar na het bereiken van dit maximum tot ongeveer de helft van de daarbij bereikte waarde zal zijn gedaald. Voor Cs-134 vindt een dergelijke daling door een bijdrage van het radioactief verval van dit radionuclide reeds plaats na ongeveer 9 maanden.

Fig. 5.6.1 Verloop van de activiteitsconcentraties aan Cs-137 en Cs-134 in blankvoorn uit het IJsselmeer over 1986 en 1987. Bemonstering RIVO (eetbaar deel) en DBW/RIZA (gehele vis), metingen RIVM en DBW/RIZA.



5.7 BOSPRODUKTEN

Door het RIKILT werden in het najaar van 1986 en in het voor- en najaar van 1987 bosprodukten en een beperkt aantal andere natuurprodukten op radiocesium onderzocht (Tabel 5.7.1).

Tabel 5.7.1 Radiocesium in bosprodukten en een beperkt aantal overige natuurprodukten. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: RIKILT.

Produkt	Aantal monsters	Laagste waarde Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Mediaan Bq/kg
O k t o b e r 1 9 8 6				
Beukenoten	3	170	390	280
Denneappels	1			490
Duindoorn	1			< 30
Eikels	3	< 30	50	
Heideplag	2	100	3550	
Kastanjes	2	< 30	50	
Mos	8	380	1840	1150
Paarse Schijnridder	1			60
Paddestoelen	15	< 30	800	65
Russula's	4	150	1730	220
Strooisel	10	270	1750	400
Tamme kastanjes	6	< 30	110	< 30
Vossebes	1			150
M a a r t 1 9 8 7				
Turfstrooisel	1			45
S e p t e m b e r 1 9 8 7				
Beukenoten	1			23
Denneapels	3	90	290	160
Dennenaalden	1			50
Grond	4	20	690	
Humus	3	70	140	130
Kegels	2	90	100	95
Paddestoelen	6	24	1550	470

Dit betrof onder andere denneappels, beukenoten, eikels, tamme kastanjes, mos, vossebessen, dennenaalden, paddestoelen (*) en heide. Hoge waarden, tot 1840 Bq/kg, werden in mos gevonden. In september 1987 werd in een monster paddestoelen 1550 Bq/kg gemeten.

Door de RKvW zijn in het vierde kwartaal van 1986 87 monsters paddestoelen gemeten. De resultaten zijn samengevat in tabel 5.7.2. In de oesterzwammen (Pleurotus ostreatus; teneinde mogelijke verwarring te voorkomen is bij paddestoelen steeds de Latijnse soortnaam vermeld) afkomstig uit Nederland werden voor Cs-137 zowel hoge waarden (maximaal 5600 Bq/kg) als zeer lage waarden (<10 Bq/kg) gemeten. De grote spreiding wordt veroorzaakt door het

(*) De resultaten voor paddestoelen zijn in dit hoofdstuk gedeeltelijk uitgedrukt in Bq/kg produkt en gedeeltelijk in Bq/kg droge stof. Dit is een wezenlijk verschil aangezien voor paddestoelen het vers gewicht een factor 10-15 hoger ligt dan het drooggewicht. Door het droogproces neemt de concentratie diensgevolge met een factor 10-15 toe.

Tabel 5.7.2 Cs-137 in eetbare paddestoelen van diverse herkomst. Resultaten in Bq/kg produkt (*). Bemonstering: 4e kwartaal 1986. Meting: RKvW.

Soort	Herkomst	Aantal monsters	Hoogste waarde Bq/kg	Mediaan Bq/kg
Oesterzwam (<u>Pleurotus</u> <u>ostreatus</u>)	Nederland	30	5590	40
	Polen	5	82000	2095
	Frankrijk	5	1040	< 20
	België	2	730	
	Hongarije	2	1725	
Cantharel (<u>Cantharellus</u> <u>cibarius</u>)	Nederland	10	3420	150
	Polen	1		215
	Frankrijk	6	76	< 20
	België	2	100	
	Oostenrijk	2	4310	
Champignons	Nederland	15	880	50
	België	3	100	
	Frankrijk	3	45	
	Duitsland	1		4410

(*) De resultaten in bovenstaande tabel hebben betrekking op onbehandelde paddestoelen (niet gedroogd, wellicht wel uitgedroogd).

feit dat de resultaten zowel betrekking hebben op oesterzwammen uit het bos als op oesterzwammen van telers. Een scheiding bij de paddestoelen in tabel 5.7.2 tussen geteelde produkten en bosprodukten was helaas niet mogelijk.

In oesterzwammen uit Oostenrijk werd in mei 1987 nog 34000 Bq/kg produkt aan Cs-137 gemeten. In enkele ongedroogde monsters paddestoelen, afkomstig uit de Nederlandse bossen, werden in het vierde kwartaal van 1987 de volgende gehalten aan Cs-137 gemeten: eekhoorntjesbrood (Boletus edules; eetbaar) 250 Bq/kg, cantharel (Cantharellus cibarius; eetbaar) 4 Bq/kg en diverse soorten paddestoelen minder dan 20, 28 en 370 Bq/kg.

Door het KVI werd in 11 monsters paddestoelen het gehalte aan Cs-134, Cs-137 en stabiel Cs bepaald (Tabel 5.7.3). De gehalten in de droge stof varieerden van kleiner dan 15 tot 2900 Bq/kg Cs-134, mediaan 520 Bq/kg en 48 - 8700 Bq/kg Cs-137, mediaan 1290 Bq/kg (Me88).

In het kader van een inventarisatieonderzoek naar het gehalte van zware metalen in paddestoelen zijn door het RIN in 1982-1984 paddestoelen bemonsterd. Ook de grond van de lokaties, waar deze monsters van afkomstig waren, is bemonsterd. Deze monsters waren nog voorhanden. In de tweede helft van 1986 werden dezelfde lokaties opnieuw bemonsterd. De gehalten aan radio-

Tabel 5.7.3 Cs-134, Cs-137 en stabiel cesium in Nederlandse paddestoelen uit de bossen. Resultaten in Bq/kg droge stof ($\pm$ standaard afwijking) resp. mg/kg droge stof. Bemonstering: september/oktober 1986 door vakgroep Fytopathologie van de LU en door een privé-mycoloog. Meting: KVI.

Soort (<u>Latijnse naam</u>)	Herkomst	Drooggewicht g	Cs-gehalte mg/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
Krulzoom (<u>Paxillus involutus</u>)	Vorden	16	0,68	390 $\pm$ 40	915 $\pm$ 20
idem	Vorden	3,5	0,47	1110 $\pm$ 50	2800 $\pm$ 100
idem	Horst	39	9,5	2900 $\pm$ 200	8700 $\pm$ 200
idem	Beilen	27	1,7	510 $\pm$ 20	1290 $\pm$ 40
Helmmycena (<u>Mycena galericulata</u>)	Vorden	7,5	0,55	130 $\pm$ 20	400 $\pm$ 30
idem	Vorden	5,5	0,25	620 $\pm$ 30	1730 $\pm$ 60
Rimpelende melkzwam (<u>Lactarius theiogalus</u>)	Vorden	14	0,40	850 $\pm$ 50	2180 $\pm$ 15
Scherpe collybia (<u>Collybia peronata</u>)	Vorden	27	0,14	190 $\pm$ 10	530 $\pm$ 30
Nevelzwam (<u>Lepista nebularis</u>) *)	Vorden	34	0,12	150 $\pm$ 20	450 $\pm$ 15
Kastanjeboleet (<u>Xerocomus badius</u>) *)	Beilen	27	3,9	520 $\pm$ 30	1620 $\pm$ 60
Parelamaniet (<u>Amanita rubescens</u>) *)	Beilen	7,2	**)	< 15	48 $\pm$ 13

*) eetbaar

**) niet detecteerbaar

cesium in de paddestoelen en grondmonsters uit 1982-1984 en 1986 worden gegeven in Bijlage 8 (Ga87). Het blijkt dat in 1986 in de gedroogde monsters in een aantal gevallen zeer hoge gehalten werden gevonden, echter ook in 1982-1984 kwamen relatief hoge gehalten voor. De waarden varieerden sterk per soort en per vindplaats. In monsters krulzoom (Paxillus involutus) werden in 1983 concentraties van Cs-137 tot 1000 Bq/kg droge stof gemeten, in 1986 in een enkel geval tot 95000 Bq/kg. In valse cantharellen (Hygrophoropsis aurantiaca) lagen de gevonden gehalten aan Cs-137 in 1982-1984 tussen 70 en 170 en in 1986 tussen 550 en 3500 Bq/kg droge stof. De gehalten in de overige onderzochte soorten waren lager: in 1983 en 1984 5-200 Bq/kg en in 1986 60-800 Bq/kg droge stof. Qua vindplaats kan globaal worden opgemerkt dat de resultaten voor Drente en Beverwijk meestal het laagst liggen, terwijl de hoogste waarden voor Budel en de Veluwe worden gevonden. De verhouding tussen de concentraties van Cs-137 in de paddestoel en in de grond ligt voor krulzomen steeds hoog, voor nevelzwammen (Lepista nebularis) laag, terwijl vliegenschwammen (Amanita muscaria), parelamanieten (Amanita rubescens) en valse cantharellen daar tussen in liggen.

Ook de VU heeft radioactiviteitsmetingen verricht aan paddestoelen die in september en oktober 1986 werden verzameld in een bos van Oostenrijkse den bij Noordwijkerhout (Er87). De gevonden waarden van radiocesium varieerden voor de twaalf onderzochte soorten paddestoelen sterk. De gehalten aan radiocesium in de steel, hoed of de lamellen bleken per soort eveneens sterk

te verschillen. De maximaal gevonden waarde voor radiocesium bedroeg 5900 Bq/kg drooggewicht (lamellen van Suillus bovinus).

6 BESMETTING VAN VOEDSEL IN NEDERLAND

6.1 INLEIDING

Voedingsmiddelen zijn in de verslagperiode (1 augustus 1986 - 1 oktober 1987) in groten getale gemeten door COZ, LMRV, RIKILT, RKvW en RVV.

Voor een gedetailleerde beschrijving van het met NaI-detectors uitgeruste LMRV wordt verwezen naar het eerste CCRX-Tsjernobylrapport (CCR86). De stralingsmonitors zijn voor het grootste deel geplaatst bij zuivelfabrieken (90 stuks) en bij de kringlaboratoria van de RVV (15 stuks). Hoewel dit meetsysteem in feite is opgezet voor het meten van de veel hogere besmettingen na een nucleaire calamiteit in de directe omgeving, bleek het systeem goed bruikbaar te zijn voor het meten van de relatief lage voedselbesmettingen na Tsjernobyl. Het LMRV is primair ontwikkeld om te controleren of de vigerende normen (zie 6.2) niet worden overschreden. De resultaten hebben, vooral bij lage concentraties, een beperkte nauwkeurigheid en zullen in een aantal gevallen systematisch te hoog zijn geweest omdat niet altijd op correcte wijze is gecorrigeerd voor de bijdrage van K-40, Ru-103 en/of Rh-106. Dit heeft tot gevolg dat de resultaten minder geschikt zijn voor het berekenen van de stralingsdosis. In totaal zijn in de verslagperiode door het LMRV meer dan 12000 monsters gemeten.

Door het RIKILT werden in de verslagperiode bijna 1600 monsters voedingsmiddelen gemeten, voornamelijk met apparatuur uitgerust met halfgeleiderdetectors. Ook hier was het doel van de metingen in hoofdzaak de controle of de producten voldeden aan de wettelijke eisen, zoals vastgesteld door de EG, dan wel de eisen die importerende landen stellen aan Nederlandse agrarische producten (zie 6.2.3). Er is vooral melkpoeder en vlees gemeten, voorts fruit, vis, groenten, kruiden en champignons. Het COZ heeft een bewakingsprogramma uitgevoerd voor de meting van radiocesium (Cs-134 + Cs-137) in melkprodukten, voornamelijk melkpoeder.

Door de 16 regionale vestigingen van de RKvW werden, in de periode augustus 1986 tot oktober 1987, ongeveer 8000 monsters onderzocht. De metingen werden uitgevoerd met apparatuur voorzien van een NaI-detector of een halfgeleiderdetector. De monsters werden genomen bij fabrikanten van levensmiddelen, depots, groente- en fruitveilingen en in de detailhandel. Daarnaast werd een aanzienlijk aantal metingen verricht in de tijdelijke meetwaggen bij de douanepost Venlo. Deze post werd van 22 juli 1986 tot 31 oktober 1986 24 uur per dag bemand door personeel van de diensten Maastricht, Nijmegen en 's Hertogenbosch. Praktisch alle vrachtwagens met levensmiddelen uit de besmette gebieden werden gecontroleerd. De meeste

wagens bevatten land- en tuinbouwprodukten (vooral fruit). Opvallend hoge gehalten aan Cs-137 vertoonden in het tweede halfjaar van 1986 Griekse kersen (maximaal 1220 Bq/kg), Turkse hazelnoten (max. 2600 Bq/kg), Turkse thee (max. 42000 Bq/kg) en kruiden (max. 5600 Bq/kg). Vrachtwagens met produkten die niet voldeden aan de EG-norm voor radiocesium, werden teruggestuurd naar het land van herkomst.

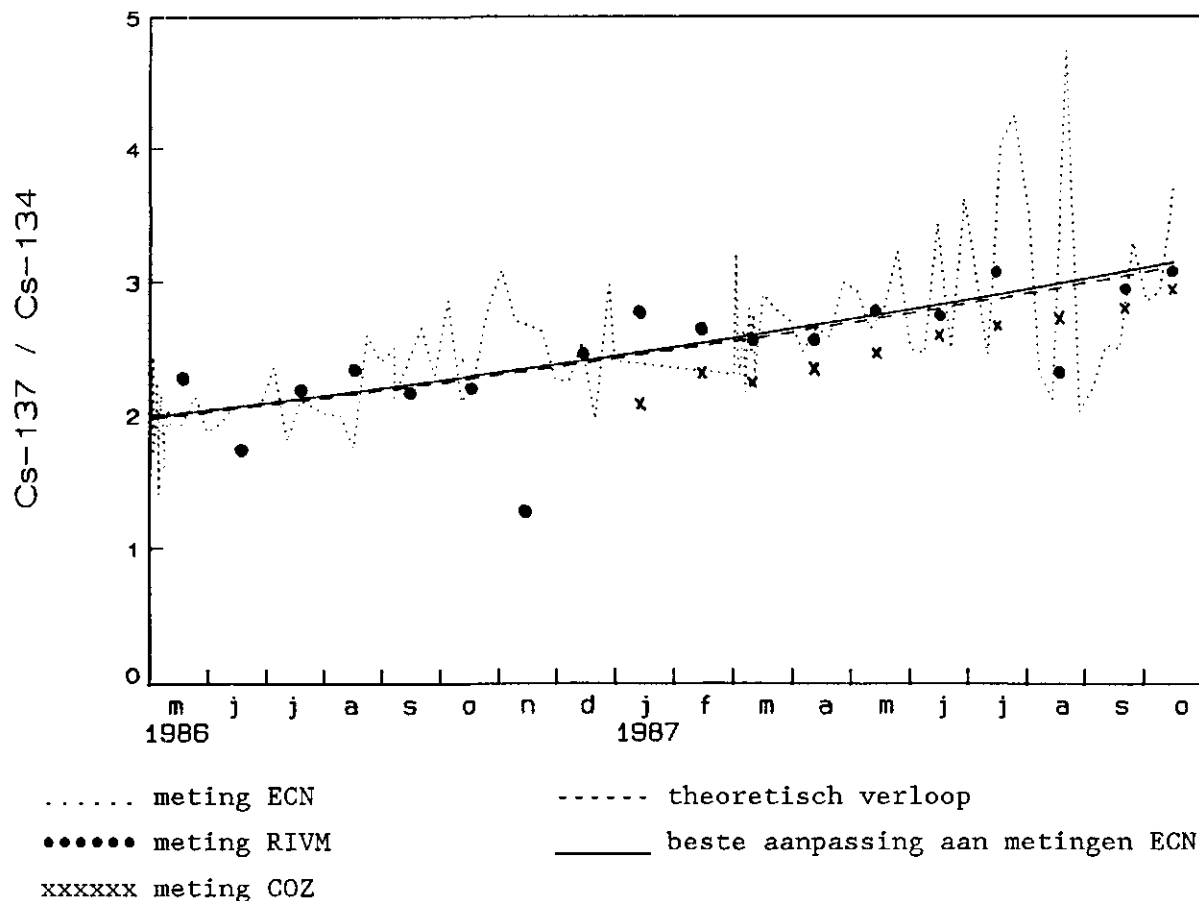
In de eerste maanden na het kernongeval namen alle regionale diensten vele monsters van diverse herkomst. Nadat meer duidelijkheid was ontstaan over de voedselbesmettingen werden de activiteiten bij de meeste diensten teruggebracht tot het niveau van steekproefgewijze surveillance. De Algemene Directie van de RKvW gaf hiervoor richtlijnen. De controle richtte zich toen meer op door fabrieken geïmporteerde grondstoffen.

In het kader van het sinds 1963 lopende Nationale Meetprogramma van de CCRX wordt maandelijks melk bemonsterd door de VHI. De analyse door het RIVM werd aanvankelijk per kwartaal uitgevoerd, maar is sinds mei 1986 geïntensiveerd tot eens per maand. Een aantal instellingen, zoals ECN, IMG/TNO en KVI/CIO, hebben eveneens onderzoek verricht aan voedingsmiddelen. Het IMG/TNO heeft van exporteurs veel analyseopdrachten ontvangen ten behoeve van exportcertificaten.

In verband met de normen voor voedselbesmettingen (zie 6.2) worden de resultaten voor Cs-134 en Cs-137 vaak (COZ, LMRV, RIKILT, RKvW) gerapporteerd in de vorm van radiocesium. Dit is, mits de periode van monstername bekend is, geen bezwaar aangezien deze resultaten altijd kunnen worden omgerekend naar Cs-137 hetzij Cs-134 omdat voor de meeste produkten de verhouding tussen Cs-137 en Cs-134 steeds bekend is (zie figuur 6.1.1). Uitzonderingen hierop worden aangetroffen bij zeer lage concentraties of bij sommige natuurprodukten (paddestoelen met name) waar deze verhouding kan zijn verhoogd door Cs-137 afkomstig van de bovengrondse kernwapenproeven. Figuur 6.1.1 geeft het tijdsverloop van de verhouding Cs-137/Cs-134 in melkmonsters geanalyseerd door COZ, ECN en RIVM. Deze verhouding was in mei 1986 vrijwel gelijk aan twee en is, door het snellere verval van Cs-134, in september 1987 gestegen tot drie. De resultaten van de metingen stemmen goed overeen met het theoretisch verwachte beeld.

In een aantal gevallen is geconstateerd dat de voedselbesmettingen boven de EG-normen lagen. Dit heeft er steeds toe geleid dat het betrokken produkt werd vernietigd (spinazie), uit de handel werd genomen of werd geweerd aan de grens (melkpoeder, kersen, kruiden, hazelnoten en thee).

Figuur 6.1.1 Verloop in de tijd van de verhouding Cs-137/Cs-134 in melkmonsters geanalyseerd door COZ, ECN en RIVM.



6.2 INTERNATIONALE NORMEN VOOR DE BESMETTING VAN VOEDSEL EN DIERVOEDERS

6.2.1 Inleiding

In diverse landen, zoals het Verenigd Koninkrijk, de BRD en Nederland, zijn al jaren geleden normen voor voedselbesmetting, onder andere voor melk, vastgesteld. In Nederland heeft de Gezondheidsraad in 1975, zowel voor kinderen als voor volwassenen, aanbevelingen gedaan voor Noodreferentieniveaus (GR75). Deze niveaus zijn ook opgenomen in de alarmregelingen die in het kader van de Kernenergiewet voor de kerncentrales in Nederland van kracht zijn. Na 1975 zijn onder meer van de EG, ICRP en IAEA internationale adviezen verschenen omtrent interventieniveaus voor voedselbesmettingen. De FAO en de WHO hanteren eigen systemen voor het afleiden van voedselnormen. Er zijn in het verleden diverse pogingen gedaan om beide VN-organisaties op één lijn te brengen, maar dit is tot op heden niet gelukt. De meeste normen zijn gebaseerd op de algemeen geaccepteerde basisdosislimiet van 5 mSv/a. De problemen ontstaan bij de "vertaling" van

de basisdosislimiet naar normen voor voedselbesmetting. Hierover bestaat, internationaal gezien, geen consensus zodat in de praktijk ieder land eigen normen hanteert. Binnen de EG zijn de EG-normen van kracht.

6.2.2 EG-normen voor de radioactieve besmetting van voedsel en diervoeders

Tijdens "Tsjernobyl" zijn in Nederland tijdelijk een groot aantal maatregelen afgekondigd waaronder een graasverbod, importverboden voor Oosteuropese produkten, een consumptieverbod voor schapemelk en vernietigingsbesluiten voor spinazie en schildklieren. Voor bijzonderheden hierover wordt verwezen naar het eerste CCRX-Tsjernobyl-rapport (CCRX86) en het bijbehorende Werkdocument IX. Deze maatregelen waren grotendeels gebaseerd op verordening 1707/86 van de EG-Raad (EG86) waarin, in verband met "Tsjernobyl", de voorwaarden zijn vastgelegd voor de import van landbouwprodukten uit landen buiten de EG. Tabel 6.2.1 geeft een overzicht van deze EG-eisen. Deze verordening is een aantal malen verlengd, uiteindelijk tot 30 oktober 1987. In Nederland is, in het kader van de Warenwet, deze verordening op 13 juni 1986 van toepassing verklaard voor alle in de handel zijnde voedingsmiddelen. Daarnaast heeft het Produktschap voor Veevoeder, vooruitlopend op een nieuwe EG-verordening, op 1 augustus 1986 het "Besluit Vvr radioactiviteit Cs-134 en Cs-137" vastgesteld waarin voor mengvoedergrondstoffen en diervoeders op produktbasis voor Cs-134 + Cs-137 een maximum van 600 Bq/kg wordt gesteld.

Tabel 6.2.1 EG-eisen voor de import van landbouwprodukten uit landen buiten de EG ingevolge het ongeluk in de kerncentrale in Tsjernobyl.

Voedselprodukt	Maximale hoeveelheid radiocesium in Bq/kg
Melk(produkten) en zuigelingenvoedsel	370
Overige voedingsmiddelen	600

Op 22 december 1987 kwam de EG-Raad met een nieuwe verordening Nr. 3955/87 (EG87) ten behoeve van de import van landbouwprodukten uit landen buiten de EG. Deze verordening, die een geldigheidsduur heeft van twee jaar, hanteert dezelfde normen als in tabel 6.2.1 voor importprodukten die besmet zijn geraakt door Tsjernobyl. Tegelijkertijd werd door de EG-Raad, in de meer algemene verordening Nr. 3954/87 (EG87a), de procedure vastgelegd voor het

bepalen van de maximaal toelaatbare niveaus voor de radioactieve besmetting van levensmiddelen en diervoeders na een nucleair ongeval of een ander stralingsgevaar dat tot significante radioactieve besmetting van levensmiddelen of diervoeders leidt of kan leiden. Deze procedure die tot een verordening met een beperkte geldigheidsduur zal leiden, treedt in werking indien de EG-Commissie op de hoogte is gebracht van een nucleair ongeval waarbij maatregelen ter bescherming van de volksgezondheid zijn genomen of waarbij grensoverschrijdende effecten dreigen of optreden. In dat geval kan de Commissie de in tabel 6.2.2 gegeven maximaal toelaatbare niveaus van toepassing verklaren. Daarna kunnen, afhankelijk van de situatie, aanpassingen van deze niveaus worden doorgevoerd. Uit tabel 6.2.2 blijkt dat voor een aantal voedingsmiddelen de maximale niveaus nog moeten worden vastgesteld.

Tabel 6.2.2 Maximaal toelaatbare niveaus voor radioactiviteit in levensmiddelen en diervoeders zoals gegeven in EG-verordening 3954/87 (Bq/kg of Bq/l).

Radionucliden	Babyvoeding (a)	Zuivelpro- dukten	Andere belangrijke levensmid- delen	Vloeibare levensmid- delen (a)	Diervoeders (a)
Strontiumisotopen, met name Sr-90		125	750		
Jodiumisotopen, met name I-131		500	2000		
Isotopen van Pu en transplutoniumelementen, met name Pu-239 en Am-241, die alfastraling uitzenden		20	80		
Alle andere nucliden met halveringstijd van meer dan 10 dagen, met name Cs-134 en Cs-137 (b)		1000	1250		

(a) Waarden nog te bepalen.

(b) C-14 en H-3 worden niet hiertoe gerekend.

Zowel voor EG-verordening 3954/87 als voor EG-verordening 3955/87 geldt dat de EG-landen verplicht zijn toepassing van de verordening te rapporteren aan de EG-Commissie. Dit geldt in het bijzonder voor gevallen waarbij de maximaal toelaatbare niveaus worden overschreden (EG-verordening 3954/87) c.q. waarbij de maximale toleranties niet worden nageleefd (EG-verordening 3955/87). De EG-Commissie heeft op haar beurt de plicht deze informatie door te geven aan de overige Lid-staten.

6.2.3 Eisen aan geïmporteerde voedingsmiddelen die worden gesteld in landen buiten de EG.

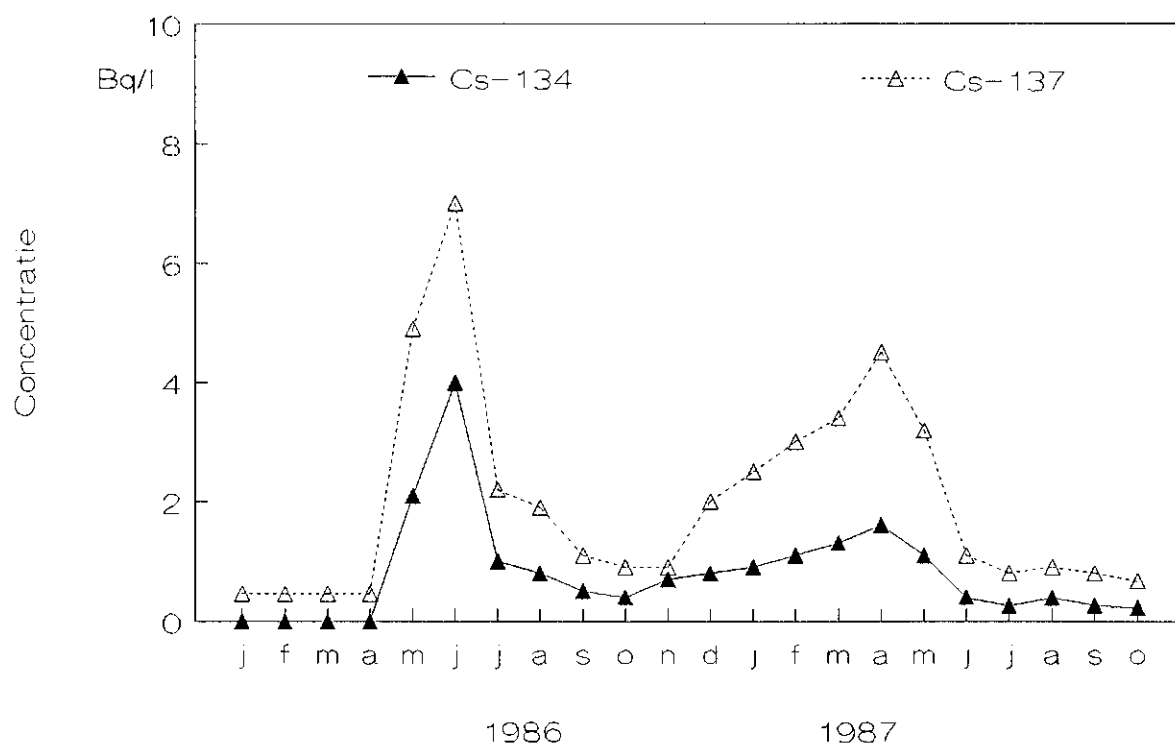
Na Tsjernobyl werden de Nederlandse bedrijven die zich bezig houden met de export van voedingsmiddelen, in het algemeen geconfronteerd met eisen ten aanzien van de maximale hoeveelheden radioactiviteit. In verband hiermee geeft het Ministerie van Landbouw en Visserij regelmatig een landenlijst uit met invoereisen van landen buiten de EG met betrekking tot produkten uit Nederland. Bijlage 5 geeft, als voorbeeld van een dergelijke landenlijst, de stand van zaken op 15 september 1987. Uit deze lijst blijkt dat er grote verschillen in de invoereisen bestaan. De meeste landen hanteren normen die ongeveer op het niveau, of hooguit een factor twee lager, van EG-verordening 1707/86 liggen. Er zijn echter ook landen (Bangladesh, Canada, Filippijnen, Iran, Katar, Koeweit, Sri Lanka, Thailand) die veel strengere normen aanhouden. In een aantal gevallen wordt een radioactiviteits-verklaring geëist zonder dat de preciese normen bekend zijn. Soms (Brunei, Cyprus, Singapore) worden slecht gedefinieerde eisen als "zero radiation" of "below the limit of detection" gesteld terwijl in één geval (Nepal) voor alle Europese melkprodukten een importverbod geldt. Uit het bovenstaande wordt geconcludeerd dat de meeste landen eisen stellen die aansluiten bij de EG-normen. Een aantal landen stellen echter zware eisen. Het is duidelijk dat dit het gevolg is van andere overwegingen dan een reële bedreiging van de volksgezondheid.

6.3 MELK, MELK- EN ZUIVELPRODUKTEN

Melk is een van de belangrijkste bronnen van radioactieve besmetting in het voedingsmiddelenpakket. Bovendien is het een goede indicator voor het gehele voedingsmiddelenpakket. Om deze redenen is melk voortdurend opgenomen in het Nationale Meetprogramma van de CCRX. In het kader van dit programma worden maandelijks monsters industriemelk genomen in Noord-, Oost, Zuid- en West-Nederland. De monsternamen geschiedt door de VHI, de metingen worden uitgevoerd door het RIVM. In figuur 6.3.1 (zie ook Bijlage 9) wordt een overzicht gegeven van de besmetting in 1986 en 1987 (CCRX88a). Duidelijk is hierin te zien de sterke toeneming in mei 1986 tot een maximum van 7 Bq/l Cs-137 in juni 1986, gevolgd door een snelle daling in de nazomer tot 1 Bq/l. In de winter trad weer een stijging op en in april 1987 werd een tweede maximum van 5 Bq/l bereikt. Het Cs-137-gehalte was in september 1987 weer gedaald tot 0,80 Bq/l. Ter vergelijking: in 1985, het jaar vóór de ramp in Tsjernobyl, bedroeg het jaargemiddelde 0,11 Bq/l. De stijging gedurende de wintermaanden werd veroorzaakt door de voeding van in het voorjaar van

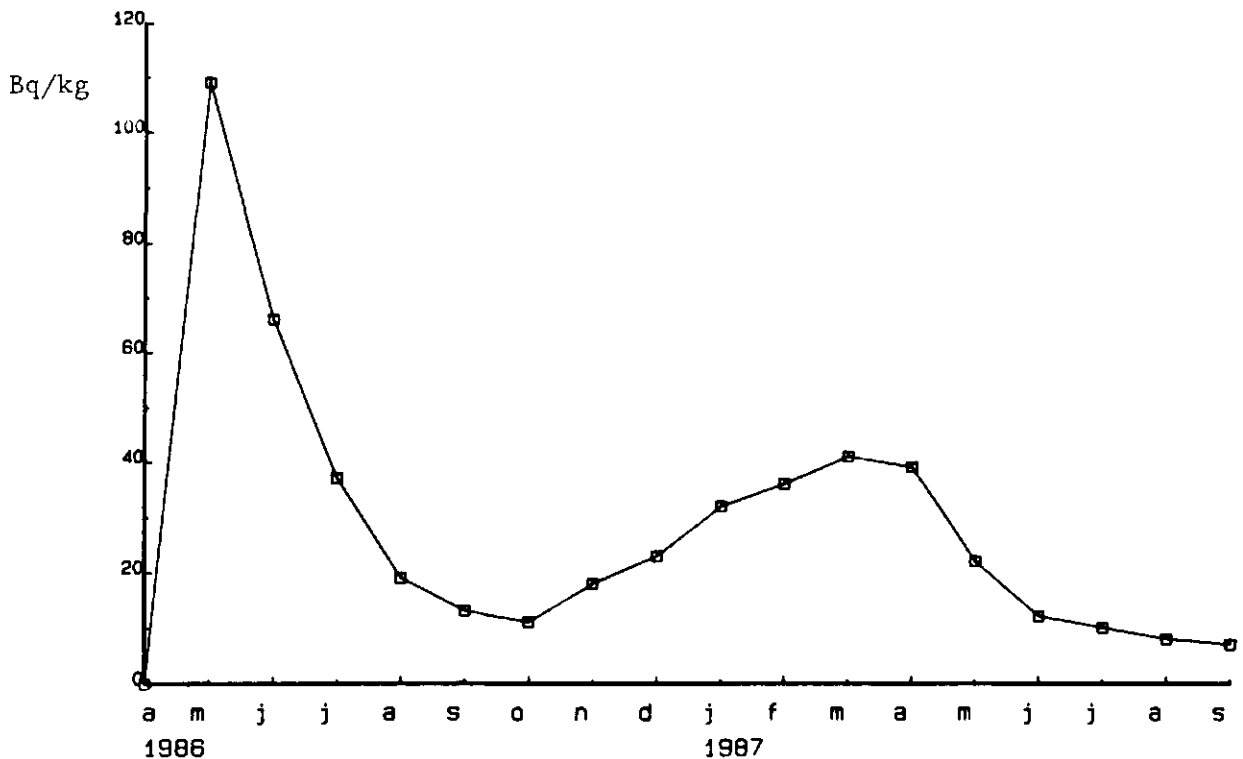
1986 geoogst kuilgras en hooi. Uit Bijlage 9 blijkt dat er voor Sr-89 en Sr-90 nauwelijks een verhoging is opgetreden. I-131 is overeenkomstig de verwachtingen alleen in de eerste weken na de kernramp aangetroffen.

Fig.6.3.1 Cs-134 en Cs-137 in Nederlandse melk. Gemiddelde van de resultaten (in Bq/l) voor Noord-, Oost, West- en Zuid-Nederland. Monsterneming: VHI. Meting: RIVM. De resultaten van januari 1986 tot en met april 1986 zijn gelijk gesteld aan het kwartaal-gemiddelde voor het eerste kwartaal van 1986.



Er zijn in de verslagperiode grote aantallen melkmonsters gemeten door het COZ, het RIKILT, de RKvW en het LMRV. Het monitoringprogramma van het COZ omvat het onderzoek van volle-melkpoeder afkomstig van 13 bedrijven, verdeeld over het gehele Nederlandse melkwinningsgebied. De resultaten zijn per provincie en per maand samengevat in Bijlage 10. In mei 1986 werd de hoogste besmetting gemeten, Deze bedroeg, gemiddeld over Nederland en teruggerekend op melk, 10 Bq/kg aan radiocesium. Dit gemiddelde daalde in de zomer van 1986 tot 2 Bq/kg, steeg in de winter 1986/1987 tot 5 Bq/kg en daalde in de zomer van 1987 tot 1 Bq/kg. De mediaanwaarden van de gehalten aan radiocesium in Nederlandse melkpoeder zijn grafisch weergegeven in figuur 6.3.2. Ook in deze resultaten is het 'kuilgraseffect' duidelijk waarneembaar en wordt het beeld van figuur 6.3.1 teruggevonden. Uit deze gegevens wordt geconcludeerd dat de gehalten aan radiocesium zeer laag zijn gebleven en ook in de winter 1986/1987 niet boven een niveau van ongeveer 5

Fig.6.3.2 Gehalte aan radiocesium in Nederlandse melkpoeder. Mediaanwaarden in Bq/kg produkt. Meting: COZ.



Bq/kg melk zijn uitgekomen.

In het kader van het LMRV zijn 5600 monsters melk en zuivelprodukten onderzocht. Deze gegevens zijn verzameld in tabel 6.3.1.

Om een indruk te krijgen van de melkbesmetting in onze buurlanden, van waaruit melk naar Nederland wordt geëxporteerd, heeft het COZ in de periode maart t/m oktober 1987 79 monsters Duitse en 32 monsters Belgische aanvullingsmelk onderzocht (zie tabel 6.3.2). De onderzochte Duitse aanvullingsmelk is gemiddeld sterker besmet dan de Nederlandse melk; het besmettingsniveau van de onderzochte Belgische aanvullingsmelk komt overeen met dat van de Nederlandse melk. Door het RIKILT zijn 126 monsters melk, babyvoeding op melkbasis, boter en kaas onderzocht. In alle gevallen waren de gehalten laag, minder dan 10 Bq/kg. Door de RKvW zijn 263 monsters melk en 241 monsters melkprodukten onderzocht. De gemeten waarden in de melkmonsters waren laag: meestal minder dan 10 Bq/kg. Een monster boerderijmelk van half augustus 1987 vormde een uitzondering met 40 Bq/kg aan Cs-137. Yoghurt, karnemelk en vla waren slechts in zeer geringe mate besmet; eenmaal werd in yoghurt uit Griekenland 110 Bq/kg aan Cs-137 gemeten. De melkpoeders vertoonden hogere waarden: 100 tot 300 Bq/kg hetgeen overeenkomt met 12-36 Bq/kg in de melk. De meetwaarden in zuigelingenvoeding

Tabel 6.3.1 Gehalten aan radiocesium in hoofdzakelijk Nederlandse melk en melkprodukten. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: LMRV.

Maand	Melk			Melkprodukten			
	Aantal	Laagste	Hoogste	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan
	monsters	waarde	waarde	monsters	waarde	waarde	
		Bq/kg	Bq/kg		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
<u>1986</u>							
Augustus	1305	-	<40	-	197	-	3300 a)
September	1321	-	<100	-	58	-	1900 b)
Oktober	946	-	<100	-	39	-	670
November	313	-	<40	-	34	-	400
December	271	-	<30	-	5	-	70
<u>1987</u>							
Januari	295	-	<30	-	2	20	260
Februari	263	-	<40	-	3	30	160
Maart	308	-	<40	-	2	10	70
April	225	-	<40	-	3	4	60
Mei	9	5	20	10	-	-	-
Juni	5	5	20	5	10	<5	50
Juli	4	5	10	8			
Augustus	3	5	20	10			
September	2	5	10	8			

a) Monster afkomstig uit Ierland.

b) Monster afkomstig uit Italië.

Tabel 6.3.2 Gehalte (in Bq/kg) aan radiocesium in volle melkpoeder van aanvullingsmelk afkomstig uit België of de BRD. Meting: COZ.

Maand in 1987	Duitse productie			Belgische productie		
	Aantal	Gemiddelde	Uiterste	Aantal	Gemiddelde	Uiterste
	monsters	activiteit	waarden	monsters	activiteit	waarden
		Bq/kg	Bq/kg		Bq/kg	Bq/kg
Maart	8	70	15-175	5	31	6-69
April	9	86	11-160	4	34	5-78
Mei	6	75	8-120	1	<5	
Juni	16	33	6-79	9	8	4-17
Juli	6	33	7-57	3	11	5-15
Augustus	7	34	4-54	6	10	8-14
September	16	28	6-52	1	6	
Oktober	11	21	11-41	3	9	6-14

op basis van melkpoeder waren lager: maximaal 80 Bq/kg Cs-137.

In ruim 200 monsters kaas, smeltkaas en kwark waren de meetwaarden meestal laag: slechts 18 maal meer dan 50 Bq/kg Cs-137. Het hoogste gehalte aan Cs-137 werd in september 1986 aangetroffen in harde kaas uit Griekenland: 210 Bq/kg. In een Nederlandse zachte kaas werd in oktober 1986 een waarde gemeten van 150 Bq/kg. In februari 1987 bedroeg het gehalte aan Cs-137 in een monster kwark uit Friesland 60 Bq/kg.

Door het COZ werd een balansstudie uitgevoerd voor kaasmelk, kaas en wei. Van negen Nederlandse bedrijven zijn daartoe monsters kaasmelk en de hiervan

afkomstige kaas en wei onderzocht op Cs-134 en Cs-137. Gemiddeld kwam 6% van de in de kaasmelk aanwezige activiteit in de kaas terecht en 94% in de wei. Verreweg het grootste deel blijft dus achter in de waterfase.

6.4 VLEES, VLEESPRODUKTEN EN WILD

De analyse van vlees door het RIKILT betrof voornamelijk kalfsvlees, een belangrijk Nederlands exportprodukt en voorts diverse vleesprodukten, wild en gevogelte (Tabel 6.4.1).

Tabel 6.4.1 Gehalten aan radiocesium in kalfsvlees en diverse vleesprodukten. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: RIKILT.

Maand	Kalfsvlees				Diverse vleesprodukten			
	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan
	monsters	waarde	waarde		monsters	waarde	waarde	
		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
<u>1986</u>								
Augustus *)	198	<30	310	70	5	<30	50	<30
September	17	<30	180	<30	3	<30	<30	<30
Oktober	6	<30	200	40	4	<5	<30	<5
November	2	120	350	235	-			
December	-				6	<5	<5	<5
<u>1987</u>								
Januari	-				-			
Februari	4	22	52	42	-			
Maart	4	21	28		-			
April	-				2	<1	<1	<1
Mei	1			36	-			
Juni	-				2	2	4	3
Juli	1			22	-			
Augustus	-				-			
September	-				-			

*) Uit de analyseresultaten voor augustus 1986 werd geconcludeerd dat er weinig problemen waren, zodat in de periode daarna het aantal bemonsteringen sterk werd gereduceerd.

In kalfsvlees werden voor radiocesium in november 1986 de hoogste waarden geregistreerd, tot 350 Bq/kg met een mediaan van 235 Bq/kg. In de andere maanden waren de gehalten lager, met mediaanwaarden variërend van 22 tot 70 Bq/kg. In alle gevallen werd derhalve ruimschoots aan de EG-norm van 600 Bq/kg voldaan. Het radiocesium is in het dier niet homogeen in het vlees verdeeld, zie hiervoor de resultaten in Bijlage 11. Het gehalte in de bovenbil is gemiddeld ongeveer tweemaal zo hoog als dat in het middenrif.

Door de RKvW zijn, exclusief orgaanvlees, 284 monsters vlees en vleeswaren onderzocht. In 37 van deze monsters werd meer dan 50 Bq/kg Cs-137 gemeten en in vier monsters meer dan 600 Bq/kg. De hoogste gehalten aan Cs-137 werden

aangetroffen in rendiervlees (720 Bq/kg), schapevlees van Terschelling (310 Bq/kg) en rundvlees uit Tjechoslowakije (1800 Bq/kg).

Door de VHI werden monsters van organen en vlees van diverse slachtdieren uit binnen- en buitenland verzameld. De monsters werden steeds gemeten door de RKvW. De resultaten van de metingen aan slachtdieren zijn samengevat in tabel 6.4.2 en tabel 6.4.3.

Tabel 6.4.2 Cs-134 + Cs-137 in buitenlands vlees, Bq/kg produkt. Periode: juni 1986 t/m augustus 1986. Monsterneming: VHI. Meting: RKvW.

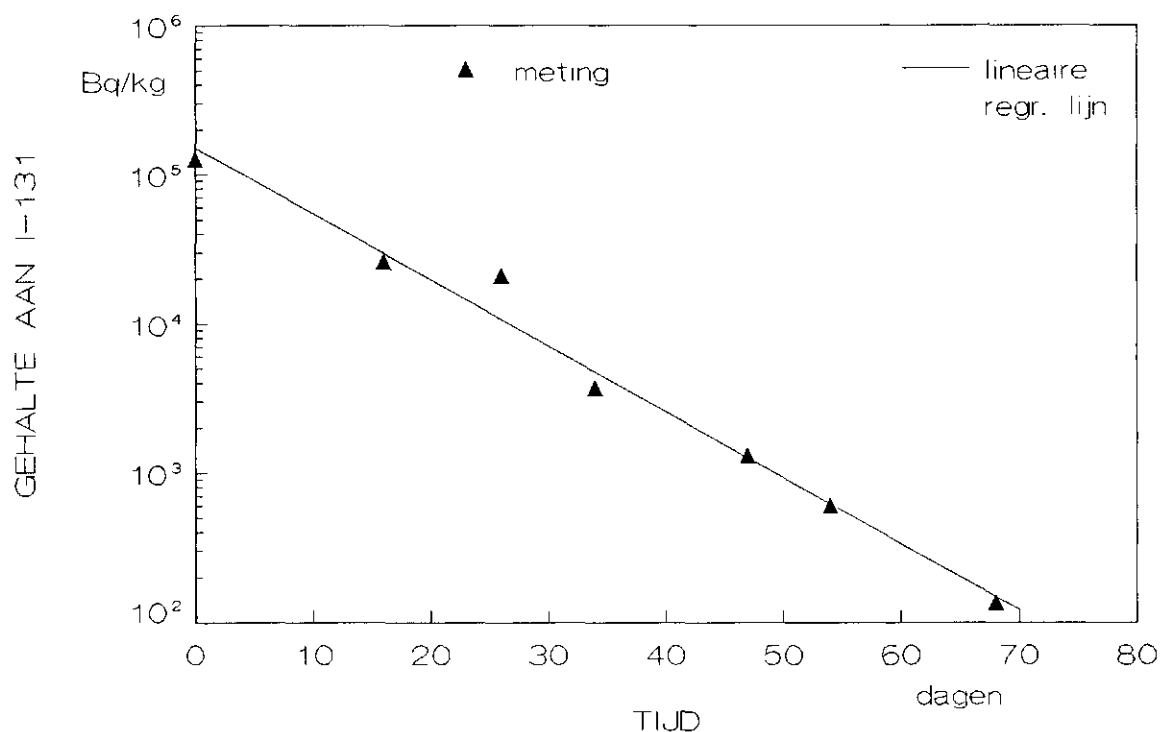
Slachtdier	Orgaan	Herkomst	Aantal monsters	Hoogste waarde Bq/kg	Mediaan Bq/kg
Rund	Vlees	Polen	3	70	
		Hongarije	2	< 20	
		Tjechoslowakije	4	1800	
Paard	Vlees	Polen	18	325	50
	Schildklier	Polen	12	305	< 20
	Lever	Polen	3	24	
	Nier	Polen	3	57	
Varken	Vlees	Polen	1	< 20	

Naast het gehalte aan radioactief cesium werd in de schildklieren tevens de hoeveelheid I-131 bepaald. Tot eind augustus 1986 waren duidelijke hoeveelheden aantoonbaar. Bijlage 12 en figuur 6.4.1. geven een beeld van de afname I-131 in schildklieren van reeën gedurende de maanden juni t/m augustus 1986. Zoals verwacht verloopt de afname van de concentratie exponentieel. De halveringstijd bedraagt ca. zeven dagen. De hier vermelde gegevens betreffen meetwaarden die bij het samenstellen van het eerste CCRX-Tsjernobyrrapport nog niet voorhanden waren. In genoemd rapport werd als hoogst gemeten waarde in schildklieren 40.000 Bq/kg aan I-131 voor een runderschildklier opgegeven. De hoogst gemeten waarde blijkt nu 250.000 Bq/kg aan I-131 te zijn, en werd gemeten in de schildklier van een ree van begin juni 1986. Het is niet uitgesloten dat in de periode hiervoor het gehalte aan I-131 in schildklieren nog hoger was. Dit heeft echter niet tot een extra bevolkingsdosis geleid omdat tijdens de periode met hoge gehalten van I-131 in schildklieren er via het schildklierbesluit een verbod bestond op de verwerking van schildklieren in vleesprodukten.

Tabel 6.4.3 Cs-134 + Cs-137 in binnenlands vlees, Bq/kg produkt. Periode: juni 1986 t/m augustus 1986. Monsterneming: VHI. Meting: RKvW.

Orgaan	Diersoort	Aantal monsters	Hoogste waarde Bq/kg	Mediaan Bq/kg
Lever	Lam	18	240	< 20
	Schaap	21	30	< 20
	Ree	40	220	57
Nier	Lam	18	280	50
	Schaap	21	90	< 20
	Ree	42	270	150
Schildklier	Lam	18	< 20	< 20
	Schaap	24	< 20	< 20
	Ree	50	60	< 20
	Rund	62	< 20	< 20
Vlees	Lam	18	220	50
	Schaap	21	66	< 20
	Ree	8	160	64
	Kalf	19	130	20

Figuur 6.4.1 Gehalte I-131 in schildklieren van reeën (mediaanwaarden). Herkomst: Nederland. Monsterneming: VHI. Meting: RKvW.



Door de RVV zijn, in het kader van het LMRV, vlees en vleesprodukten gemeten (zie Bijlage 13). In rundvlees zijn de gehalten Cs-134 + Cs-137 over het algemeen laag, beneden 50 Bq/kg, gebleven. In september 1986 werd eenmaal in een monster rundvlees afkomstig uit Joegoslavië 1230 Bq/kg gevonden.

In kalfsvlees gingen de gehalten in de maanden augustus - september 1986 omhoog. Dit is waarschijnlijk te verklaren door gebruik van kunstkalvermelk waarin relatief hoog besmet melkpoeder was verwerkt.

Door de maximaal toelaatbare besmetting van 600 Bq/kg die de EG voor humane voedingsmiddelen had gesteld, ook van toepassing te verklaren voor diervoeders bij import in Nederland, is in augustus 1986 aan de import van relatief hoog besmet melkpoeder bestemd voor dierlijke consumptie een eind gekomen.

In varkens-, schapen- en kippevlees zijn de gehalten laag gebleven (maximaal: 60, 120, respectievelijk 15 Bq/kg). De iets hogere waarden in paardevlees worden veroorzaakt door import. In 633 monsters rund- en varkensvet is, overeenkomstig de verwachting, geen of vrijwel geen radiocesium gevonden. In maart 1987 werden in vier monsters geïmporteerd rendiervlees gehalten tot 660 Bq/kg gemeten, met een mediaan van 590 Bq/kg.

De RKvW vond in 17 van 210 onderzochte monsters wild en gevogelteprodukten meer dan 50 Bq/kg Cs-137 en in vier monsters meer dan 600 Bq/kg (Tabel 6.4.4). De hoogste waarden werden gevonden in Turkse gans (1300 Bq/kg) en ree uit Duitsland (800 Bq/kg).

Tabel 6.4.4 Cs-137 in wild en gevogelte, Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 - oktober 1987. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal > 50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkten met hoge waarden
Kip	20	1	20	Nederland
Kalkoen	3	-	< 20	
Eend (tam)	10	1	87	Nederland
Vogelorganen	16	6	470	Nederland
Fazant (wild)	5	-	< 20	
Duif (wild)	15	-	24	
Eend (wild)	35	-	36	
Gans (wild)	5	1	1300	Turkije
Overige vogelprod.	9	2	40	Nederland
Konijn (tam)	11	-	< 20	
Haas/konijn (wild)	21	1	55	Nederland
Zwijn	3	-	32	
Hert/ree	8	7	800	BRD
Overige wildprod.	49	2	940	Nederland

6.5 GRANEN, GROENTEN EN FRUIT

Door de RKvW zijn ca. 3300 monsters uit deze categorie gemeten. De meeste monsters werden genomen op veilingen; daarnaast werden ook monsters genomen op normale verkooppunten voor consumenten (zie tabel 6.5.1 en tabel 6.5.2).

Tabel 6.5.1 Cs-137 in fruit, Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m december 1986. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal >50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkten met hoge waarden
Appel	160	10	300	Griekenland/Roemenië/Polen
Peer	46	-	34	Italië
Abrikoos	11	3	165	Roemenië/Joegoslavië/Turkije
Kers	52	17	350	Joegoslavië/Turkije
Nectarine	71	30	200	Griekenland
Perzik	70	21	170	Griekenland
Pruim	271	112	340	Roemenië
Citrusvruchten	20	2	280	Griekenland
Bessen	119	33	270	Roemenië/Hongarije
Druiven	544	25	160	Griekenland/Italië/Roemenië
Aardbeien	69	-	45	Polen
Bramen	88	11	165	Roemenië/Joegoslavië
Framboos	44	13	300	Roemenië/Joegoslavië
Rozebottel	23	14	600	Bulgarije/Roemenië
Vijg	16	4	130	Turkije
Kiwi	6	4	620	Griekenland
Meloen	22	-	25	Turkije
Gedroogde vr.	56	10	170	Turkije

Tabel 6.5.2 Cs-137 in groenten, Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m december 1986. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal > 50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkten met hoge waarden
Wortel	16	-	23	
Ui	51	-	42	Hongarije
Augurk	22	-	31	Hongarije
Paprika	22	-	20	Hongarije
Courgette	4	-	< 20	
Tomaat	23	-	28	Nederland
Andijvie	27	-	10	Nederland
Sla	27	1	63	Nederland
Kool	42	1	97	Nederland
Spinazie	36	2	1400	Hongarije/Roemenie
Witlof/prei	10	-	29	Nederland
Peulvrucht	30	1	61	Nederland
Verse kruiden	19	7	1170	Griekenland
Champignons	74	-	< 20	
Gedr. groenten	15	6	3530	
Overige	14	4	400	? / Nederland
Aardappel	22	-	48	Nederland

Tijdens de verslagperiode werden door de RKvW 397 monsters graan, meel en bloem geanalyseerd (Tabel 6.5.3).

In het kader van het LMRV zijn door de Stichting Conex aardappelen, peulvruchten en groenten gemeten (Tabel 6.5.4). De gehalten aan radiocesium waren laag, steeds beneden 50 Bq/kg. Opsplitsen in groentesoorten (bladgroenten, kool, en dergelijke) had geen invloed op de resultaten.

Door het RIKILT zijn in totaal 132 monsters aardappelen (maximaal <30 Bq/kg), groenten (maximaal <30 Bq/kg) en fruit gemeten. Bij fruit is vooral gekeken naar importprodukten, afkomstig uit landen met een mogelijk hoge besmetting: Italië, Griekenland. In het algemeen waren ook hier de gehalten laag, al zijn er maxima van 810, 410 en 330 Bq/kg gemeten. De herkomst is hierbij niet steeds duidelijk: in "Nederlandse" produkten worden ook buitenlandse grondstoffen gebruikt.

In tien monsters champignons afkomstig uit champignonkwekerijen, werd bij metingen door het RIKILT in september 1986 steeds minder dan 30 Bq/kg radiocesium aangetroffen.

Tabel 6.5.3 Cs-137 in granen en meel, Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m oktober 1987. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal >50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkten met hoge waarden
Rogge	6	-	17	
Mais	17	-	<20	
Tarwe	27	-	<20	
Tarwezetmeel	201	-	<20	
Rijst	2	-	4	
Boekweit	2	-	<20	
Gerst	10	-	<20	
Haver	3	-	<20	
Gierst	1	-	<20	
Meel, bloem	71	1	120	Turkije
Havermout	3	-	<20	
Müsli	1	-	<20	
Zemelen	2	-	<20	
Deegwaar	31	1	90	Nederland
Ov. meelprodukten	20	2	100	België

Tabel 6.5.4 Gehalte aan radiocesium in aardappelen en aardappelprodukten, peulvruchten en groenten. Gehalten in Bq/kg produkt. Meting: Stichting Conex/LMRV.

Maand	Aardappelen en				Peulvruchten				Groenten *)			
	aardappelprodukten											
	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan	Aantal	Laagste	Hoogste	Mediaan
	monsters	waarde	waarde		monsters	waarde	waarde		monsters	waarde	waarde	
		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg		Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
<u>1986</u>												
Augustus	14		12	0	20		6	0	72		38	0
September	37		10	1	27		17	0	55		49	0
Oktober	49		26	3	11		19	4	52		19	0
November	31		10	6	21		17	3	57		57	3
December	92		20	4	12		19	2	56		38	0
<u>1987</u>												
Januari	1			6	28	0	5	0	18	0	22	0
Februari	9	0	17	10	10	0	7	2	31	0	12	4
Maart	13	0	19	13	4	<50	<50	<50	23	0	13	1
April	1			7	6	0	21	10	8	0	20	8
Mei	3	3	16	12	11	2	25	12	17	0	16	1
Juni	13	3	31	12	14	0	27	5	22	0	42	0
Juli	9	14	38	13	17	0	20	2	27	0	31	3
Augustus	1			15	8	<50	<50	<50	10	0	17	8
September	-				23	<50	<50	<50	16	0	31	1

*) Niet gedroogd of geconserveerd.

6.6 VISSERIJPRODUKTEN

Uit de metingen in het kader van het monitoringprogramma voor visserijprodukten van de Landbouw Advies Commissie Milieukritische Stoffen (LAC) blijken de activiteitsconcentraties aan Cs-137 in visserijprodukten uit het Nederlandse kustwater in september/oktober 1986 ten opzichte van de jaren daarvoor nauwelijks te zijn verhoogd. Alleen voor garnalen en mosselen, waarin voor 1986 een Cs-137-niveau werd aangetroffen van 0,2 - 0,3 Bq/kg, is met waarden van ruim 4 Bq/kg in 1986 een duidelijk waarneembare stijging te zien (LAC86). Voor Cs-134 is met waarden rond de 0,7 Bq/kg in alle visserijprodukten uit de Noordzee van een duidelijke verhoging sprake, zij

het dan dat dit niveau in absolute zin nog steeds zeer laag is. De verhouding Cs-137/Cs-134 in zeevisserijprodukten is in samenhang hiermee als gevolg van het kernreactorongeval in Tsjernobyl gedaald van rond de 30 in de voorgaande jaren tot ongeveer twee in 1986.

Uit het monitoringprogramma in visserijprodukten uit het Nederlandse binnenwater blijkt dat vooral in baars naar verhouding hoge gehalten worden aangetroffen. Dit laatste wordt ook gemeld voor vis uit door "Tsjernobyl" besmette Zweedse meren (Pe86) en staat vermoedelijk in verband met voedselketeneffecten. In tabel 6.6.1 staan de activiteitsconcentraties aan Cs-137 en Cs-134 vermeld in baars (mengmonsters van het eetbare deel van 10 kg van vissen van 14-25 cm lengte) uit het IJsselmeer. De aangetroffen gehalten liggen globaal een factor vier hoger dan die in aal.

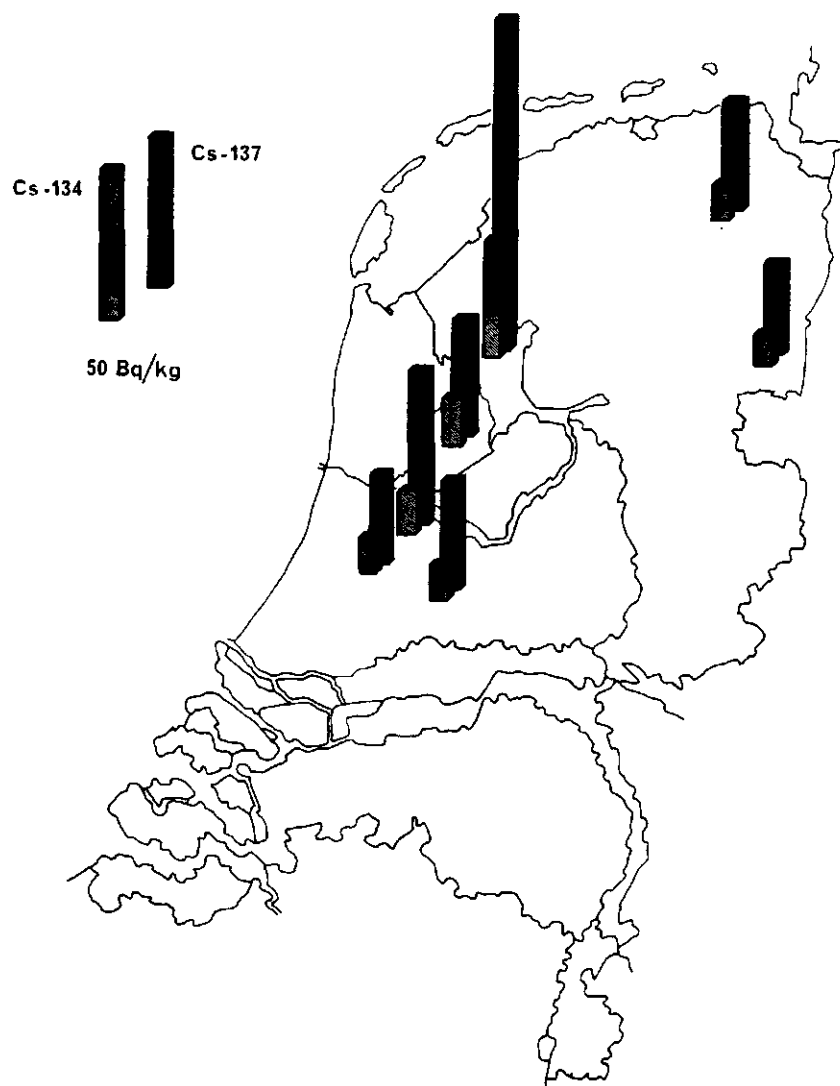
Evenals eerder (Hoofdstuk 5.6) vermeld bij blankvoorn is ook voor baars in 1987 een dalende trend zichtbaar, zij het dat deze iets later is opgetreden dan in blankvoorn.

Teneinde na te gaan in hoeverre de situatie in het IJsselmeer maatgevend is voor de verontreiniging van het gehele min of meer stagnante Nederlandse binnenwater, is in juni/juli 1987 een wat uitgebreider onderzoek uitgevoerd in een aantal kleinere meren, die niet in directe verbinding staan met de grote rivieren. In figuur 6.6.1 zijn de resultaten van dit onderzoek aangegeven. Duidelijk is te zien dat, waarschijnlijk als gevolg van de nabesmetting van het IJsselmeer door het bezinken van uit het stroomgebied van de Rijn aangevoerd verontreinigd gesuspendeerd materiaal, de gehalten aan Cs-137 en Cs-134 in baars uit het IJsselmeer het hoogste liggen. De activiteitsconcentraties in vis uit andere wateren liggen, zelfs voor het

Tabel 6.6.1 Verloop van de activiteitsconcentratie aan Cs-137 en Cs-134 in baars uit het IJsselmeer in Bq/kg produkt (bemonstering RIVO en DBW/RIZA, metingen RIVM en DBW/RIZA).

Datum van monsternamen	Monstertype	Cs-137	Cs-134
		Bq/kg	Bq/kg
september 1986	gehele vis	66	30
december 1986	gehele vis	58	23
24 maart 1987	eetbare deel	100	42
april 1987	gehele vis	71	28
5 juni 1987	eetbare deel	107	39
30 september 1987	eetbare deel	76	26

Fig. 6.6.1 Concentraties van Cs-134 en Cs-137 in baars uit een aantal Nederlandse binnenwateren in juni/juli 1987. Bemonstering door het RIVO en meting door het RIVM. Concentraties in Bq/kg produkt.



Markermeer, ongeveer een factor drie lager dan die in het IJsselmeer. Uit figuur 6.6.1 valt dan ook op te maken dat naast een directe besmetting van het IJsselmeer vanuit de lucht ook een minstens zo grote aanvoer moet hebben plaatsgevonden via de IJssel (Hoofdstuk 5.4).

In tabel 6.6.2. zijn de resultaten vermeld van de metingen van Cs-137 en Cs-134 in aal (mengmonsters van het eetbare deel van 10 kg vissen van 28-33 cm lengte) uit het IJsselmeer en het Hollands Diep. Het besmettingsniveau van het Hollands Diep, als representatief punt voor de grote rivieren Rijn en Maas, blijkt waarschijnlijk als gevolg van de korte verblijftijd van het water, eveneens een factor drie lager te liggen dan in het IJsselmeer. Aal

Tabel 6.6.2 Verloop van de activiteitsconcentratie van Cs-137 en Cs-134 in aal uit het IJsselmeer en het Hollands Diep in Bq/kg produkt (bemonstering RIVO, metingen RIVM).

Vangstplaats	Maand van monsternamen	Cs-137	Cs-134
Hollands Diep	juni 1986	5	4
	september 1986	3	1
	juni 1987	6	3
	september 1987	2	1
IJsselmeer	juni 1986	24	14
	september 1986	12	7
	juni 1987	20	8
	september 1987	7	2

vertoont daarbij het naar verhouding zelfde lage gehalte aan Cs-137 en Cs-134 als eerder (Hoofdstuk 5.6) vermeld voor blankvoorn.

Eenzelfde factor drie als bij aal wordt ook gevonden tussen de activiteitsconcentraties van Cs-137 en Cs-134 in snoekbaars (mengmonster van het eetbare deel van 10 kg vissen) uit IJsselmeer en Hollands Diep in september 1986: 40 versus 19 Bq/kg, respectievelijk 18 versus 7 Bq/kg. De in snoekbaars aangetroffen gehalten aan Cs-137 en Cs-134 liggen daarmee tussen die in aal en baars in.

Het meetprogramma van de DBW/RIZA voor consumptievissen is gericht geweest op baars en snoekbaars uit diverse wateren. Voor de meting zijn vismonsters samengesteld uit minimaal vijf vissen. De vissen zijn in hun totaal gemeten. Bovendien is baars verdeeld in vissen kleiner en groter dan 14 cm. Dit is gedaan, omdat de grotere vissen een ander voedselpatroon hebben dan de kleinere vissen. De kleinere baars fourageert voornamelijk op microfauna uit de bodem en de oeverzone. De baars groter dan 14 cm eet vooral kleinere vissen.

Ook in het onderzoek van de DBW/RIZA worden de hoogste Cs-137 activiteiten in baars gemeten. Sinds juni 1986 zijn deze activiteiten opgelopen tot een niveau van 70 Bq/kg in de gehele vis in april 1987. Deze niveaus zijn hetzelfde voor vissen kleiner dan 14 cm en groter dan 14 cm lengte. De activiteiten vertoonden op dat moment geen neiging tot dalen. In de andere consumptievissen zijn de activiteiten lager. In snoekbaars zijn in december 1986 Cs-137-activiteiten van 60 Bq/kg vers gewicht gemeten.

Uit het verrichte onderzoek blijkt dat het kernreactorongeval in Tsjernobyl vrijwel ongemerkt is voorbijgegaan aan het Nederlandse zeevisserijprodukt. In zoetwatervis en met name in vis uit het IJsselmeer is daarentegen van een zeer duidelijke invloed sprake geweest. Maximale activiteitsconcentraties aan Cs-137 en Cs-134 in baars uit het IJsselmeer hebben begin 1987 waarden bereikt van rond de 110 Bq/kg, respectievelijk rond de 40 Bq/kg. De gehalten aan Cs-137 en Cs-134 in baars uit de overige Nederlandse binnenwateren blijken een factor drie lager te liggen dan die in het IJsselmeer. Aal in het IJsselmeer bevat ongeveer een factor vier minder Cs-137 en Cs-134 dan baars; snoekbaars neemt wat dit betreft een tussenpositie in. De besmetting met Cs-137 en Cs-134 van blankvoorn uit het IJsselmeer, en daarmee vermoedelijk ook uit de overige Nederlandse binnenwateren, daalt thans zodanig snel dat ook in consumptievis omstreeks september 1987 voor de activiteitsconcentratie aan Cs-134 en omstreeks de jaarwisseling 1987/1988 voor de activiteitsconcentratie aan Cs-137 een halvering van de hoogst bereikte waarden mag worden verwacht.

6.7 OVERIGE VOEDINGSMIDDELEN

Naast de reeds in de vorige paragrafen gememoreerde voedselmonsters, zijn door de RKvW ca. 3200 monsters van andere voedingsmiddelen onderzocht. Tabel 6.7.1 geeft een globaal overzicht van de resultaten. De 216 monsters alcoholhoudende dranken betroffen voornamelijk wijn (de meeste monsters werden genomen in 1987). In de wijnen bedroeg het gehalte aan Cs-137 meestal niet meer dan enkele tientallen Bq/kg. Tweemaal werden uitschieters tot 110 resp. 120 Bq/kg genoteerd. Door het KVI/CIO zijn in 1986 20 monsters primeurwijn onderzocht. De gehalten aan radiocesium lagen in de meeste gevallen beneden de detectiegrens, met 6 Bq/kg als maximum (Wi86).

De resultaten van de 119 monsters specerijen en kruiden die in 1986 door de RKvW werden onderzocht, worden gespecificeerd in tabel 6.7.2.

In eieren en eiprodukten, onderzocht door het RIKILT, waren de gehalten laag, overwegend minder dan 5 Bq/kg.

In het voorjaar van 1987 werden plotseling hoge gehalten aan Cs-134 en Cs-137 waargenomen in (goedkope) chocolade-artikelen zoals paashazen en paaseieren. Dit effect bleek te worden veroorzaakt door het gebruik van partijen besmet melkpoeder. In 11 monsters werd meer dan 50 Bq/kg Cs-137 aangetroffen. De hoogste waarde was 850 Bq/kg.

Tabel 6.7.1 Cs-137 in overige eet- en drinkwaren. Resultaten in Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m september 1987. Meting: RKvW.

Hoofdgroep	Aantal monsters	Aantal >50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkt met hoge waarden
Alcoholhoudende dranken	216	5	120	Oostblok
Aroma, jus, soep	8	-	< 10	
Azijn, mosterd, specerijen	130	62	5600	Turkije
Brood	18	-	18	
Cacao, chocolade	135	15	850	
Consumptie-ijs	7	-		
Ei en eiprodukten	7	-		
Bakkerswaren, suikerwerk	26	-	10	
Gecon. aardappelen/groenten	277	41	2300	
Gedroogde peulvruchten	37	2	110	Turkije
Grond- en hulpstoffen	95	32	660	Turkije
Honing, suiker, stropen	209	20	1700	Joegoslavië
Jam, vruchtenconserven, frisdranken	326	36	690	Joegoslavië
Kokswaren	39	-		
Koffie, thee, surrogaten	525	381	42000	Turkije
Margarine, oliën, vetten	49	1	80	Nederland
Vis, viswaren	78	3	90	Nederl./Noorwegen
Noten	176	123	2580	Turkije
Water	8	-		

Tabel 6.7.2 Gehalte aan Cs-137 in kruiden. Resultaten in Bq/kg droog produkt. Periode: augustus 1986 t/m september 1987. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal >50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkt met hoge waarden
Karwij, kummel	5	1	180	Oostblok
Laurierblad	9	4	1060	Turkije
Paprikapoeder	2	-		
Spaanse peper	3	-		
Jeneverbes	1	1	165	Nederland
Origanum	1	1	5570	Turkije
Tijm	4	2	1520	Frankrijk
Overige kruiden	40	9	1910	Turkije/Hongarije
Specerijen	41	-		
Overige specerijprod.	13	3	440	Nederland/Zweden

In de ruim 200 monsters honing werd 20 maal meer dan 50 Bq/kg aan Cs-137 aangetroffen. De hoogste waarde was 1700 Bq/kg. De hoogste besmetting werd gemeten in honing uit Hongarije, Joegoslavië, Oostenrijk en Polen. In

Nederlandse honing werden gehalten gemeten tot ca. 100 Bq/kg aan Cs-137. Suikers en stropen zijn slechts incidenteel bemonsterd. In een monster Turkse stroop werd 400 Bq/kg aan Cs-137 gevonden.

In de maanden augustus t/m december 1986 werden 132 monsters onderzocht uit de categorie jam, vruchtenpuree/saus en vruchtesap/drank. De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel 6.7.3. In de maanden januari t/m september 1987 werden in deze groep voedingsmiddelen 194 monsters onderzocht. De waarden waren in het algemeen lager dan in 1986. Waarden hoger dan 100 Bq/kg aan Cs-137 werden alleen gemeten in jam (maximum 230 Bq/kg).

Tabel 6.7.3 Cs-137 in vruchtenprodukten in Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m december 1986. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal >50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkt met hoge waarden
Jam	58	9	275	Oostenrijk/Griekenland
Vruchtensaus/puree	10	-		
Vruchtenstroop	3	1	690	Joegoslavië
Vruchten op sap	15	8	150	Griekenland/Bulgarije
Vruchtesap	30	3	130	BRD
Overige produkten	16	-		

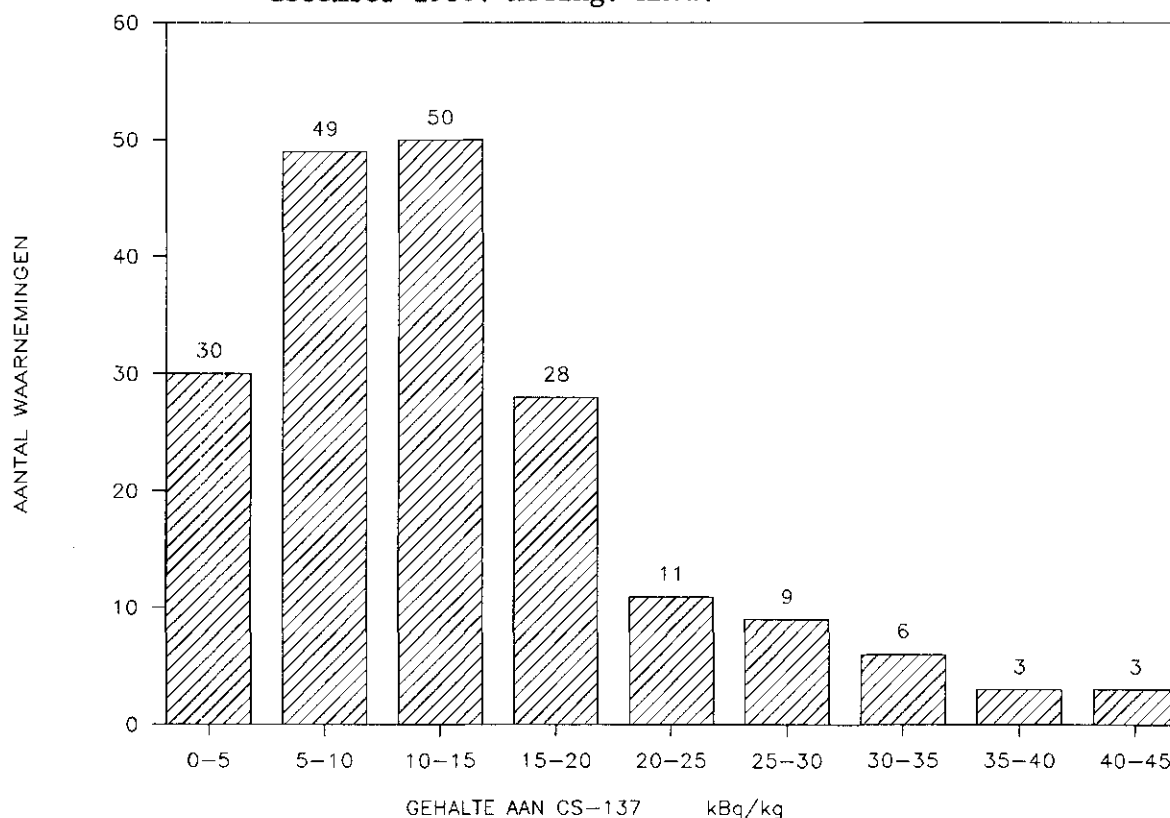
Turkse thee van het oogstjaar 1986 was in hoge mate en gelijkmatig besmet. De hoogste meetwaarde bedroeg 42.000 Bq/kg aan Cs-137. Figuur 6.7.1 geeft een indruk van de verdeling van de gemeten besmettingen. Het rekenkundig gemiddelde van deze verdeling bedraagt ongeveer 13.000 Bq/kg. Bij normaal gebruik van deze thee bleek ca. 20% van het Cs-137 op te lossen in de gezette thee. Hieruit kan worden afgeleid (*) dat een volwassen persoon die dagelijks één liter maximaal besmette Turkse thee (42000 Bq/kg) drinkt, in één jaar een effectief dosisequivalent van ca. 270 μ Sv ontvangt. Dit is ca. 11% van het jaarlijkse effectieve dosisequivalent van ca. 2500 μ Sv, waarvan

(*) Deze afleiding berust op de volgende gegevens/veronderstellingen:

- (a) De conversiefactor voor de ingestie van Cs-134 resp. Cs-137 bedraagt voor volwassenen 2,0 E-8 resp. 1,4 E-8 Sv/Bq (ISH85)
- (b) De verhouding Cs-137/Cs-134 bedraagt 2,5
- (c) Bij de bereiding van één liter thee wordt 4 g theebladeren gebruikt.

ca. 2000 μSv door natuurlijke straling, waaraan een volwassene onder normale omstandigheden is blootgesteld (IMP84). In tien monsters Turkse thee van het oogstjaar 1987 was het gehalte aan Cs-137 al weer sterk gedaald (minder dan 20 Bq/kg). Dit betekent dat de problemen met de Turkse theeoogst uit 1986 zijn veroorzaakt door directe depositie op de theeplanten en dat, hiermee vergeleken, de wortelopname verwaarloosbaar is.

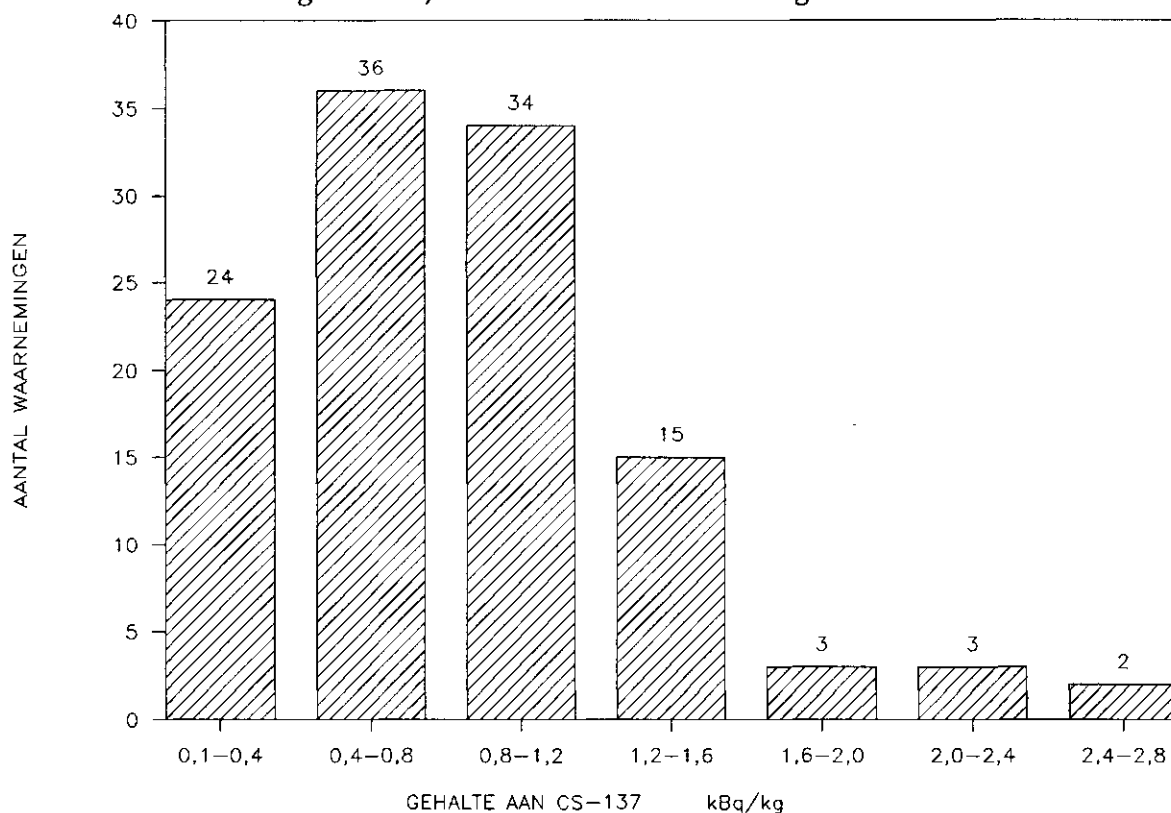
Fig. 6.7.1 Verdeling van de gehalten aan Cs-137 in Turkse thee van het oogstjaar 1986. Gehalten in kBq/kg. Periode: augustus t/m december 1986. Meting: RKvW.



In het tweede halfjaar van 1986 was de besmetting van hazelnoten, zoals uit tabel 6.7.4 blijkt, vrij massaal. Het grootste deel van de monsters betreft Turkse hazelnoten. Indien uitsluitend deze noten in beschouwing worden genomen, blijkt de homogeniteit van de besmetting uit figuur 6.7.2. In zes monsters Turkse hazelnoten die werden bemonsterd in september en oktober 1987, werd 5, 30, 30, 160, 420 en 530 Bq/kg aan Cs-137 gemeten. Het staat niet vast of deze monsters van het oogstjaar 1986 dan wel 1987 afkomstig zijn.

De gemiddelde besmetting met Cs-137, in de onderzochte groep van 153 monsters hazelnoten uit tabel 6.7.4, bedraagt 700 Bq/kg. Gebruikmakend van de eerder gegeven dosisconversiefactoren voor Cs-134 resp. Cs-137 en de waarde 2,5 voor de verhouding Cs-137/Cs-134, kan hieruit worden afgeleid dat

Fig. 6.7.2 Histogram van de gehalten aan Cs-137 in Turkse hazelnoten van het oogstjaar 1986. Gehalten in kBq/kg produkt. Periode: augustus t/m december 1986. Meting: RKvW.



een volwassen persoon die gedurende een jaar wekelijks 0,25 kg van deze hazelnoten consumeert, een effectief dosisequivalent ontvangt van 200 μ Sv. Dit is ca. 8% van de gemiddelde jaarlijkse dosis van ca. 2500 μ Sv onder normale omstandigheden (IMP84).

Tabel 6.7.4 Cs-137 in noten, Bq/kg produkt. Periode: augustus 1986 t/m december 1986. Meting: RKvW.

Produkt	Aantal monsters	Aantal > 50 Bq/kg	Hoogste waarde Bq/kg	Herkomst produkten met hoge waarden
Amandel	4	-	< 20	Spanje
Hazelnoot	153	120	2580	Turkije
Kastanje	5	1	210	
Pistachenoot	1	-	< 20	Turkije
Walnoot	13	3	150	Joegoslavië

6.8 DRINKWATER

Er is nagegaan of er in de periode juni 1986 - oktober 1987 sprake is geweest van verhoogde radioactiviteitsniveaus in drinkwater. De inventarisatie heeft zich beperkt tot vier (grote) bedrijven die oppervlaktewater toepassen voor de drinkwaterbereiding, daar mag worden verwacht dat het grondwater niet is beïnvloed. Informatie is verstrekt door de Drinkwaterleiding (DWL) Rotterdam (grondstof Maaswater via de Biesboschbekkens), de Duinwaterleiding van 's-Gravenhage (grondstof voorgezuiverd Maaswater via duininfiltratie), Gemeentewaterleidingen Amsterdam (grondstof voorgezuiverd Lekwater via de duinen) en het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN; grondstof IJsselmeer-water). De betrokken bedrijven leverden in 1987 ca. 340 miljoen m³ drinkwater, hetgeen ca. 90% is van het in Nederland uit oppervlaktewater bereid drinkwater.

De metingen hebben zich beperkt tot de bèta-activiteit. De Amsterdamse metingen werden uitgevoerd met (oude) anti-coïncidentie apparatuur, terwijl de overige metingen werden verricht met een vloeistofscintillatieteller. Naast de eigen metingen, voerde de DWL Rotterdam ook de metingen uit voor het PWN. Voor de scintillatiemeting moeten de monsters worden gefiltreerd, zodat alleen de opgeloste bèta-activiteit werd gemeten. Daar dit afwijkt van de metingen door de Rijkslaboratoria, is besloten voor de bèta-meting proportionele doorstroomtellers aan te schaffen, terwijl daarnaast één Rijnlaboratorium (Amsterdam) en één Maaslaboratorium (Brabantse Biesbosch) de beschikking zullen krijgen over gammaspectrometrische faciliteiten. Deze meetapparatuur wordt medio 1988 operationeel, zodat in 1986 en 1987 nog geen metingen van individuele radionucliden hebben plaatsgevonden.

Reeds in het voorgaande rapport werd gesteld, dat "in alle gevallen de totaal-bèta-activiteit (van het drinkwater) omstreeks 20 mei vrijwel terug was op het normale niveau van ca. 250 Bq/m³". Dit gold in grote trekken ook voor de grondstof voor Amsterdam en Den Haag (voorgezuiverd Lek- resp. Maaswater) en Rotterdam ten gevolge van het lage besmettingsniveau van de Biesboschbekkens (grote diepte, inlaat gesloten van 5 - 20 mei 1986). In concreto betekende dit, dat voor de totaal-bèta-activiteit waarden in een grootte-orde van 200 Bq/m³ werden geregistreerd. Na correctie voor K-40 is de rest-bèta-activiteit van het drinkwater van genoemde bedrijven vrijwel zonder uitzondering lager dan 100 Bq/m³ geweest.

Wat het IJsselmeerwater betreft, waren de gevolgen voor het inlaatwater van het PWN over een langere periode merkbaar. Tabel 6.8.1. geeft een overzicht van de routinematig bepaalde rest-bèta-activiteit van het ingenomen IJsselmeerwater en het drinkwater van het zuiveringsstation Andijk, gemeten met behulp van een vloeistofscintillatieteller (hierbij wordt de activiteit van tritium niet meegemeten). De meetcijfers over de periode 5 - 22 mei 1986 (zie figuur 7.9.1. in het eerste CCRX-Tsjernobyrrapport) zijn hierbij niet opgenomen.

Tabel 6.8.1 Rest-bèta-activiteit in Bq/m^3 van IJsselmeerwater en drinkwater bij Andijk.

Datum	IJsselmeer Bq/m^3	Datum	Drinkwater Bq/m^3
-	-	86-02-24	<100
86-04-01	<100	86-04-01	<100
86-04-21	<100	86-04-28	<100
86-05-26	610	86-05-26	230
86-06-23	240	86-06-30	110
86-07-21	280	86-07-28	<100
86-08-18	170	86-08-25	<100
86-09-15	180	86-09-29	<100
86-10-13	150	86-10-27	<100
86-11-10	200	86-11-24	<100
86-12-08	260	87-01-05	<100
87-02-09	<100	87-02-02	<100
87-03-09	<100	87-03-02	<100
87-04-06	160	87-04-06	160
87-05-04	<100	87-05-04	<100
87-06-01	<100	87-06-01	-
87-06-29	<100	87-07-06	<100
87-07-27	<100	87-08-03	<100
87-08-24	<100	87-08-31	<100
87-09-21	<100	87-10-05	<100
87-10-19	<100	87-11-02	<100

De cijfers voor 1986 bevestigen dat in het IJsselmeer sprake was van een naijlingseffect, waardoor nog in de september tot december periode niveaus werden gevonden van 150 - 250 Bq/m^3 in gefiltreerde monsters. Deze resultaten sluiten goed aan bij de concentraties die door DBW/RIZA zijn gemeten in IJsselmeerwater (zie figuur 5.4.1). Voorzover de onderste analysegrens dit toelaat, lijkt de conclusie mogelijk dat na juni 1986 sprake was van een normaal niveau in het drinkwater.

7 VOEDSELPAKKETTEN UIT HET BUITENLAND

Al vrij snel na het kernreactorongeval werd duidelijk waar de grootste hoeveelheden radioactieve stoffen waren gedeponeerd. Uit waarnemingen van de diverse meetinstanties bleek dat deze deposities een aanzienlijke besmetting van het voedsel veroorzaakten. Het besmettingsniveau van in Nederland geproduceerd voedsel bleef echter meestal onder de overeengekomen grenswaarden. Metingen in meer besmette gebieden, zoals Zweden en Zuid-Duitsland, gaven aan dat in de nog sterker besmette gebieden (Rusland en andere Oostbloklanden) het besmettingsniveau mogelijk onaanvaardbaar hoog zou zijn. Als tijdelijke maatregel werd reizigers afgeraden te reizen naar: Litouwen, Kiev, Oekraïne, Minsk, Wit-Rusland of Noord-Oost Polen (inclusief Warschau). Reizigers met bestemming Hongarije, Roemenië, Polen (excl. Noord-Oost Polen), Tsjecho-Slowakije, Bulgarije en de overige delen van Rusland werd geadviseerd veel aandacht te besteden aan het voedselpakket. Speciale adviezen werden gegeven ten aanzien van de voeding van zuigelingen en zwangere vrouwen.

Op initiatief van de Ministeries van VROM en BuZa werd door personeelsleden van een achttal ambassades in Oostbloklanden voedsel gekocht op de lokale markt. De ambassades stuurden dit voedsel naar Nederland, waar de radioactieve besmetting werd gemeten door de RKvW (regionale dienst Nijmegen). De bedoeling was om op vaste tijden een bepaald voedselpakket te kopen en te meten, maar dit kon slechts ten dele worden gerealiseerd. Niet altijd lukte het alle bestanddelen van het voedselpakket aan te schaffen. Ook was het transport niet eenvoudig, waardoor het voedsel laat en vaak in bedorven toestand de RKvW bereikte. Nauwkeurige metingen van de individuele bestanddelen en kwantitatieve berekeningen waren niet altijd mogelijk. De resultaten zijn samengevat in tabel 7.1. Bij de weergave van de resultaten in deze tabel is alleen de hoeveelheid Cs-137 vermeld. De verhouding Cs-137 : Cs-134 varieerde van 2 : 1 in juli 1986 tot 2,5 : 1 in april 1987.

Op enkele uitzonderingen na waren de resultaten verrassend laag. De hoogste niveaus werden aangetroffen in schapevlees, rundvlees en gehakt. Een duidelijk tijdseffect is niet waarneembaar. De bemonsterde groente was meestal sla, spinazie en één of andere koolsoort. Incidenteel werden ook prei, wortelen, peterselie en witlof bemonsterd. Champignons werden regelmatig bemonsterd in Boedapest, Moskou, Belgrado, Boekarest en Warschau. Twee keer werden gehalten aan Cs-137 gemeten van 22 resp. 14 Bq/kg. Bij de overige 14 metingen was het gehalte lager dan 10 Bq/kg. In Moskou werden

steeds ook aardappelen bemonsterd. In alle gevallen was het gehalte aan Cs-137 kleiner dan 10 Bq/kg. Ook in brood, dat vier maal werd bemonsterd, was het gehalte lager dan 10 Bq/kg, evenals in drie monsters kaas. In paddestoelen die in september 1986 in Moskou werden gekocht, werd een gehalte aan Cs-137 gemeten van 140 Bq/kg.

Bij het beschouwen van deze resultaten dient te worden bedacht dat zij waarschijnlijk geen representatief beeld geven van de werkelijke besmetting. Alle levensmiddelen werden aangeschaft in een grote stad, waar men mogelijk heeft getracht duidelijk besmette partijen te weren.

Tabel 7.1 Cs-137 in voedsel, afkomstig van ambassades in Oostbloklanden. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: RKvW.

Ambassade	Aankoop- datum	Groenten Bq/kg	Melk Bq/kg	Schape- vlees Bq/kg	Rund- vlees Bq/kg	Varkens- vlees Bq/kg	Worst Bq/kg	Gehakt Bq/kg	Zoetwatervis Bq/kg
Belgrado	860715	< 10	< 10	60	100		25	120	< 10
	860902	< 10	< 10	240	< 10		< 10	22	
	860930	< 10	< 10	< 10	210		< 10	190	< 10
	870205	< 10	< 10	210	< 10		< 10	< 10	< 10
	870512	< 20		< 20	< 20		< 20	< 20	< 20
Berlijn	860708	< 10	< 10					16	
	860902	< 10	< 10		< 10				< 10
	870204	< 10	< 10		60			< 10	
	870914	< 20			< 20				
Boedapest	860708	< 10	< 10	120			< 10		< 10
	860819	< 10	< 10				< 10	30	< 10
	860902	< 10	< 10	< 10	22		< 10	< 10	
	870206		< 20	60			< 20		28
Boekarest	860712	< 10			< 10		33		
	860819	< 10			210		100		
	870119	< 10			90				< 10
	870330	< 20				< 20			
Moskou	860712	< 10	24	< 10	22		23	20	< 10
	860819	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	60	< 10
	860902	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	50	21	< 10
	861003	< 10	< 10			< 10			< 10
	870212	< 10	23	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10
	870514	< 20	< 20		< 20		< 20	< 20	
Praag	860718	< 10	< 10	90	110	45	< 10		< 10
	860828	< 10			< 10	30	< 10		< 10
	861003	< 10			< 10		< 10		120
	870223	< 10	< 10						
	870521	< 20			< 20				
Sofia	860708	< 10	35	750	220		20	80	
Warschau	860819	< 10	< 10		130		< 10		< 10
	861009	< 10		< 10	< 10		< 10	< 10	< 10

8 RADIOACTIVITEIT IN GOEDEREN

In de eerste maanden na het kernreactorongeval werd door de RKvW de radioactieve besmetting gemeten van geïmporteerde "non-food" goederen, o.a. auto's, speelgoed, textiel en vulsel (dons). Hierbij werden geen overschrijdingen van de normen waargenomen. Naar aanleiding hiervan werd bij deze produkten slechts incidenteel onderzoek verricht. Tabel 8.1 geeft een overzicht van de resultaten van het onderzoek door de RKvW naar het gehalte van de radionucliden Cs-134 en Cs-137. De meetwaarden in deze tabel betreffen de som van de gehalten aan Cs-134 en Cs-137.

Tabel 8.1 Gehalte aan radiocesium in goederen. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: RKvW.

Aard van de waar	Aantal monsters	Aantal monsters > 50 Bq/kg	Meetwaarden in Bq/kg van de monsters > 50 Bq/kg
Cosmetica	18	-	
Speelgoed	8	-	
Verpakkingen levensmiddelen	5	-	
Vulsel en dons	8	-	
Tabaksartikelen	44	4	60/60/60/140
Textiel	1	-	
Grond	4	1	240
Rendiermos	7	3	390/850/1450
Luchtfilters (meting ECN)	3	3	160/1950/13200

Door het RIKILT werden in de periode januari tot september 1987 in totaal 77 monsters potgrond, veenmosveen, tuinturf, turfmoel e.d. onderzocht. In potgrond, tuinturf en turfstrooisel varieerden de gehalten aan radiocesium meestal van 50 tot 400 Bq/kg; met een enkele uitschieter van 2400 Bq/kg. In de monsters veenmosveen, afkomstig uit Finland, werden meestal waarden gemeten van 2000 tot 3000 Bq/kg.

Het kernreactorongeval te Tsjernobyl leidde soms tot onverwachte gevolgen. Zo werd bij de belangrijke luchtactiviteitsmetingen van radioactief jodium geconstateerd (ECN87) dat er partijen actief kool in de handel waren met een verhoogd gehalte aan Cs-134 en Cs-137. Dit leidde tot een verhoging van de telachtergrond, en een daarmee gepaard gaande verhoging van de detectiegrens, bij de meting van radioactief jodium. De oorzaak bleek te liggen in een verontreiniging van de gebruikte grondstof (turf uit de BRD) voor de produktie van de actieve kool.

9. STRALINGSBELASTING VAN DE NEDERLANDSE BEVOLKING

9.1 ADDITIONELE INFORMATIE OVER DE STRALINGSBELASTING VAN DE BEVOLKING T.G.V. HET REACTORONGEVAL TE TSJERNOBYL

In het eerste CCRX-rapport over het reactorongeval te Tsjernobyl is een schatting gegeven van het daarvan afkomstige risico in termen van de stralingsdosis aan de bevolking. Als grootheid werd het effectieve dosisequivalent gebruikt met als eenheid de sievert (Sv). De dosis werd gegeven voor drie categorieën personen: volwassenen, 10-jarigen en 1-jarige kinderen. In dit hoofdstuk zal worden nagegaan in hoeverre er sinds het vorige rapport wijzigingen in de berekeningen noodzakelijk zijn op grond van later bekend geworden informatie of meer recente meetresultaten.

De dosis aan de bevolking ten gevolge van de besmetting van het milieu met radioactiviteit door het reactorongeval te Tsjernobyl kan worden gesplitst in uitwendige bestraling (door radionucliden uit de lucht en op de bodem) en inwendige bestraling (door inademing van besmette lucht en door ingestie van besmet voedsel). Uitwendige bestraling vanuit de lucht vond alleen plaats tijdens het overtrekken van de wolk radioactiviteit in de meidagen 1986. De betekenis daarvan was in het vorig rapport reeds bekend en de inzichten hierover zijn sindsdien niet gewijzigd. Uitwendige bestraling door radioactiviteit die op de grond was gedeponeerd, werd in het vorig rapport berekend op basis van de depositie van radionucliden in Nederland. De grootte daarvan is in grote lijnen bevestigd door latere metingen (zie paragraaf 5.1.1.) en er is geen aanleiding deze berekeningen te herzien. Ten aanzien van de inhalatie van besmette lucht geldt dat deze situatie eveneens slechts plaats vond in mei 1986. De metingen daarvan waren reeds volledig bekend bij het uitkomen van het eerste rapport en de conclusies hierover zijn dan ook niet gewijzigd.

Wat betreft de gegevens over besmet voedsel zijn er nu vooral meer uitgewogen bepalingen van de gemiddelde besmetting van melk(producten), en over een langere periode. Deze zijn vooral afkomstig van de monsterneming van het VHI in melkfabrieken op diverse lokaties in het land, waaruit een gemiddelde jodium- en cesium besmetting is berekend (zie Bijlage 9 en figuur 6.3.1). Indien dit gemiddelde als representatief voor Nederland wordt genomen, dan daalt de bevolkingsdosis ten gevolge van consumptie van melk en melkprodukten met ruwweg een factor 2 ten opzichte van de berekende dosis in het eerste Tsjernobyl rapport.

Voor de overige voedingsartikelen zijn geen meetresultaten beschikbaar die een nauwkeurig beeld geven van de gemiddelde besmetting met radionucliden. De metingen in voedsel zijn namelijk vooral bedoeld om vast te stellen dat bepaalde grenswaarden niet zijn overschreden, en niet om de exacte gemiddelde besmetting te bepalen.

Een overzicht van de herziene dosisberekeningen voor de bevolking is gegeven in tabel 9.1.1. In deze tabel zijn ook enige correcties aangebracht, die aan het licht kwamen na het uitkomen van het eerste Tsjernobyl-rapport (zie ook werkdocument XVII bij het eerste CCRX-Tsjernobylrapport).

Zoals blijkt is het effectieve dosisequivalent voor volwassenen, 10-jarigen en 1-jarige kinderen respectievelijk 60, 67 en 82 μSv in het eerste jaar na het reactorongeval. In het bijzonder voor kinderen is de dosis, vooral door de lagere melkbesmettingen, lager dan in het eerste CCRX-Tsjernobylrapport werd geschat. Overigens is het verschil niet dermate ingrijpend dat de conclusies uit het eerste rapport daardoor significant veranderen. Voor volwassenen is de dosis ten gevolge van inhalatie van Cs-134 en Cs-137 en het eten van voedsel besmet met Cs-134 en Cs-137 in het eerste jaar na het kernreactorongeval 17 μSv , waarvan 9 μSv afkomstig van de consumptie van melk(producten). Deze waarden zijn goed vergelijkbaar met de berekende waarden op grond van de meting van de interne besmetting van personen (zie 9.2), die als dosis in het eerste jaar ten gevolge van Cs-134 en Cs-137 een waarde van 11 μSv geven, waarvan ca. 6 μSv door melk(producten).

Tabel 9.1.1 Effectief dosisequivalent veroorzaakt door de radioactiviteit van het reactorongeval te Tsjernobyl, voor volwassenen en tien- en éénjarige kinderen.

Soort blootstelling		Effectief dosisequivalent (μSv)								
		mei t/m juli 1986 (a)			mei 1986 t/m april 1987 (a)			mei 1987 t/m april 1988 (b)		
		Volw.	10-jar.	1-jar.	Volw.	10-jar.	1-jar.	Volw.	10-jar.	1-jar.
Uitwendige bestraling	lucht	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-
	bodem	12	12	12	28	28	28	17	17	17
Inhalatie		6	8	7	6	8	7	-	-	-
Ingestie	groenten en fruit	10	14	22	11	15	23	0,3	0,1	0,1
	melk	5	7	17	11	12	22	1	1	1
	vlees	2	2	1	4	3	2	0,6	0,2	0,1
	overige	-	-	-	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
	produkten									
Totaal		35	43	59	60	67	82	19	19	19

(a) Op basis van gemeten besmettingen in de voedselketen.

(b) Op basis van besmettingen in het voedsel op grond van modelberekeningen.

9.2 DE LICHAAMSBELASTING MET RADIOCESIUM IN PERSONEN

9.2.1 De ECN-referentiegroep

De inwendige besmetting met cesiumisotopen is bepaald met behulp van de ECN-totale-lichaamsteller. De metingen zijn verricht aan een groep ECN-medewerkers als referentiegroep. Dit is een groep personen die niet noodzakelijkerwijs als representatief voor de bevolking kan worden beschouwd, maar die ook niet specifiek op diët of leefgewoonten is geselecteerd. Van deze personen is bekend dat zij werk verrichten waarbij beroepsmatige blootstelling aan radiocesium uitermate onwaarschijnlijk is. De groep bestond in mei 1986 uit 24 personen, maar is later teruggebracht tot 21 mensen: 17 mannen en 4 vrouwen. Een gevolg hiervan is dat er kleine verschillen bestaan tussen meetwaarden zoals eerder gepubliceerd (Ke86, CCRX86) en de hier vermelde waarden. Verdere kenmerken van de referentiegroep zijn: gemiddelde leeftijd 45,5 jaar, gemiddeld gewicht 73,3 kg, gemiddelde consumptie van melkprodukten 2,1 kg per week.

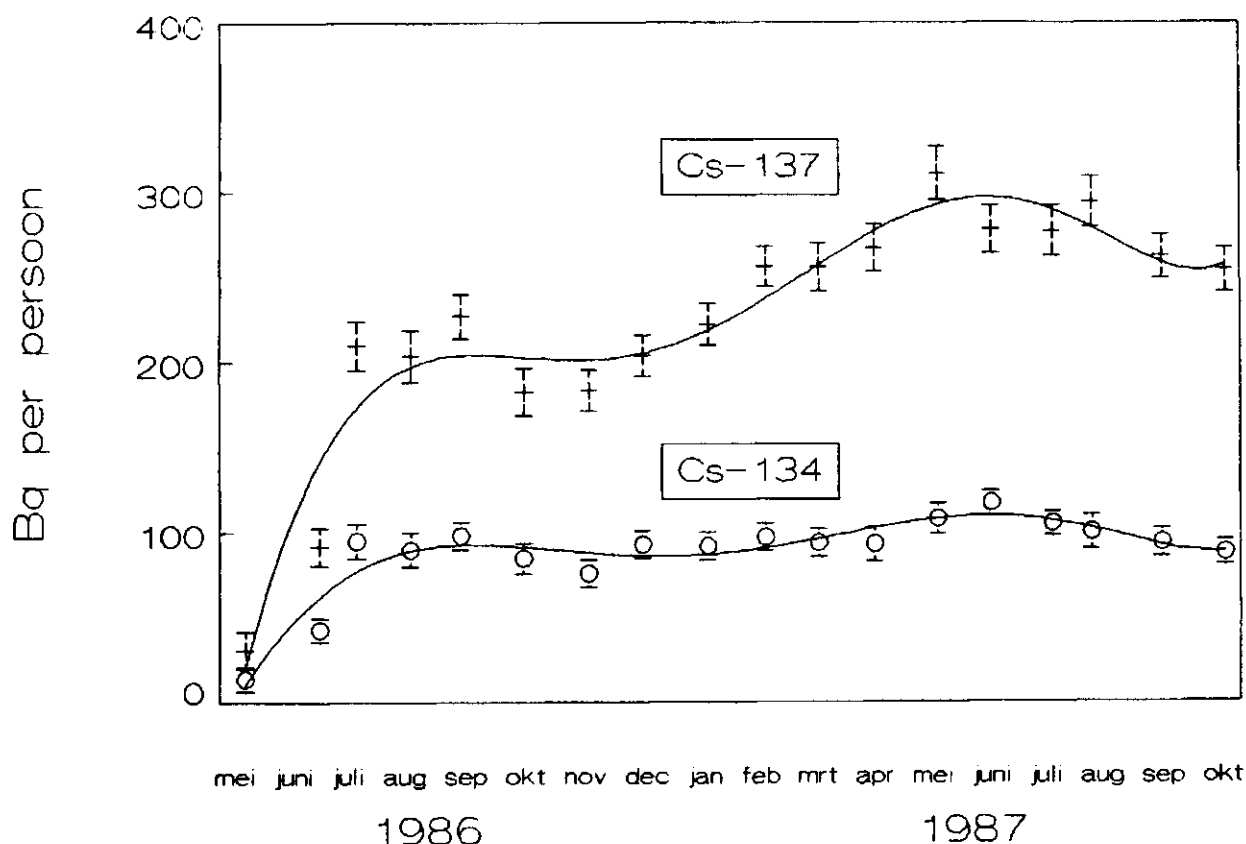
9.2.2 De belasting met radiocesium

De gemeten lichaamsbelasting met Cs-134 en Cs-137 van de referentiegroep wordt opgegeven als groepsgemiddelde. De gegeven foutengrenzen betreffen de statistische spreiding van het gemiddelde. De meetwaarden zijn weergegeven in figuur 9.2.1. Uit deze gegevens blijkt dat er in de periode mei tot augustus 1986 sprake is van een sterke toename van de belasting met radiocesium, zoals reeds eerder is gepubliceerd (CCRX86). Na de zomer van 1986 neemt de lichaamsbelasting zoals verwacht af, maar in de winter van 1986/1987 blijkt deze weer toe te nemen. Sterker nog: de waarden stijgen tot niveaus die in 1986 niet werden bereikt. De hoogste waarden worden in mei 1987 gemeten. Deze toename is voor een groot deel toe te schrijven aan de verhoogde concentratie van radiocesium in de melk gedurende de winter van 1986/1987 door het gebruik van kuilgras in de veehouderij. Dit kuilgras is in de groeiperiode mei-juni 1986 geoogst en bevat zodoende een grotere concentratie aan radiocesium ten gevolge van de directe depositie. In de zomer van 1987 nemen de meetwaarden af, maar een evenwichtswaarde is in oktober 1987 nog niet bereikt.

9.2.3 Dosisequivalent

De periodieke meting van de hoeveelheid radiocesium in het lichaam maakt het mogelijk het dosisequivalent te bepalen zonder gebruik te maken van modellen. In de meeste gevallen is het noodzakelijk om naast de ingestie-

Fig. 9.2.1 Gemiddelde lichaamsbelasting van volwassenen uit de ECN-referentiegroep met radiocesium vanaf mei 1986. Meting: ECN.



c.q. inhalatiehoeveelheden stofwisselingsmodellen toe te passen. Hierbij is het met name nodig om veronderstellingen te maken met betrekking tot de biologische verwijderingstijden van het beschouwde element. Deze veronderstellingen zijn niet nodig voor het berekenen van het dosisequivalent uit bovenstaande meetgegevens: uit de momentane lichaamsbelasting kan zonder meer het aantal desintegraties over een bepaalde periode worden bepaald. Dit getal vermenigvuldigd met de Specifieke Effectieve Energie (ICRP79) levert direct het dosisequivalent. Het enige gegeven betreffende de stofwisseling dat wordt gebruikt is de homogene distributie van cesium over het gehele lichaam.

De resultaten van deze modelonafhankelijke berekeningen zijn samengevat in tabel 9.2.1. Duidelijk is dat deze waarden klein zijn ten opzichte van het natuurlijke effectieve dosisequivalent van ca. 2000 $\mu\text{Sv/a}$ (IMP84).

9.2.4 Relatie met ingestie van melk en melkprodukten

Het ECN voert al jarenlang metingen uit aan wekelijkse mengmonsters van melk aangeleverd bij de melkfabriek te Lutjewinkel. Deze concentraties behoeven niet noodzakelijkerwijs representatief te zijn voor gerede produkten. Evenmin is het zeker dat de door de referentiegroep geconsumeerde

melkprodukten uitsluitend van bovengenoemde melkfabriek afkomstig zijn. Toch blijkt er een zekere correlatie te bestaan tussen de uit de concentratie van radiocesium in de melk berekende en de gemeten lichaamsbelasting. Deze resultaten staan weergegeven in figuur 9.2.2. Duidelijk is dat de belasting met radiocesium voor ongeveer de helft wordt veroorzaakt door de ingestie van melkprodukten. Andere levensmiddelen (vlees, importprodukten) dragen eveneens een groot deel bij.

Tabel 9.2.1 Effectief dosisequivalent (H_e) ten gevolge van inwendige besmetting met radiocesium. H_e is berekend uit de over de tijd geïntegreerde lichaamsbelasting ($\int A_t dt$) in Bq.s, waarin A_t de lichaamsbelasting (Bq) op tijdstip t voorstelt.

Radionuclide	Periode			
	Mei 1986 - april 1987		Mei 1986 - oktober 1987	
	$\int A_t dt$	H_e	$\int A_t dt$	H_e
	Bq.s	μSv	Bq.s	μSv
Cs-137	$6,3 \times 10^9$	7,0	$1,0 \times 10^{10}$	11,2
Cs-134	$2,5 \times 10^9$	4,4	$4,2 \times 10^9$	7,4
<u>Totaal</u>		11,4		18,6

9.2.5 Vergelijking met buitenlandse gegevens

In figuur 9.2.3 zijn periodieke metingen van de lichaamsbelasting met radiocesium weergegeven zoals gemeten in een aantal omringende landen. Deze belastingen zijn gegeven in de vorm van de som van de belasting met Cs-134 en Cs-137 te zamen. Dit is gedaan omdat veel gegevens alleen in deze vorm zijn gepubliceerd (Cu87, SSK87, ASS86, Ca87, Fr87a, Wa87, Zi87, Fa87).

De ECN-metwaarden zijn steeds weergegeven als een getrokken lijn. Opvallend is dat de ECN-gegevens goed overeenstemmen met die van de dichtst bij Nederland gelegen meetplaatsen: Mol (België) en Jülich (BRD). Ook de gemeten waarden in Zuid-Engeland (Oxfordshire) liggen dicht bij de Nederlandse.

Duidelijk is ook dat er grote verschillen bestaan binnen Europa. Deze zijn echter niet rechtstreeks gerelateerd aan de afstand tot Tsjernobyl, maar meer met de natte depositie ter plaatse. Speciaal vallen hierbij op de verafgelegen plaatsen zoals Zweden en Cumbria in Noord-West Engeland, maar ook Zuid-Frankrijk (Pierrelatte aan de Rhône).

Fig. 9.2.2 Lichaamsbelasting met Cs-137 berekend uit ingestie van melkprodukten, vergeleken met de meetwaarden voor de ECN-referentiegroep.

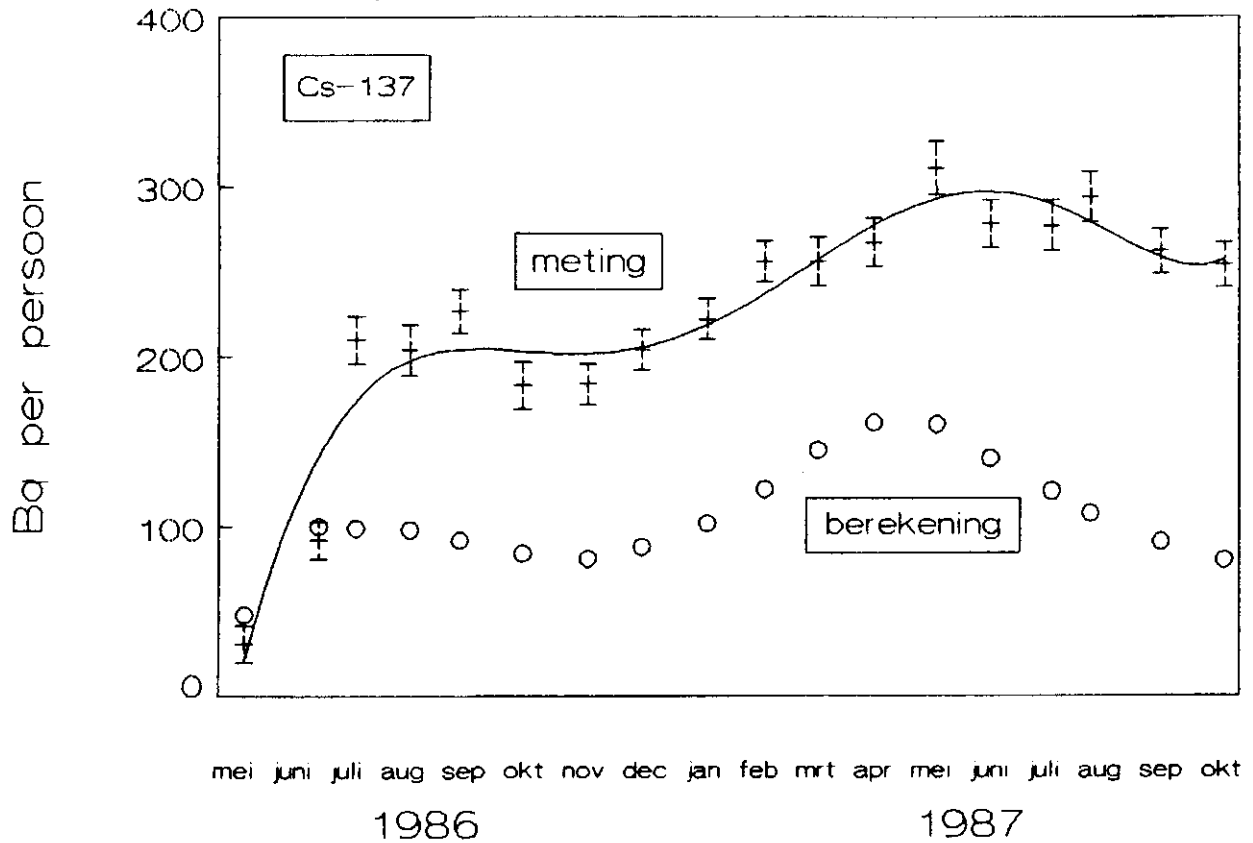
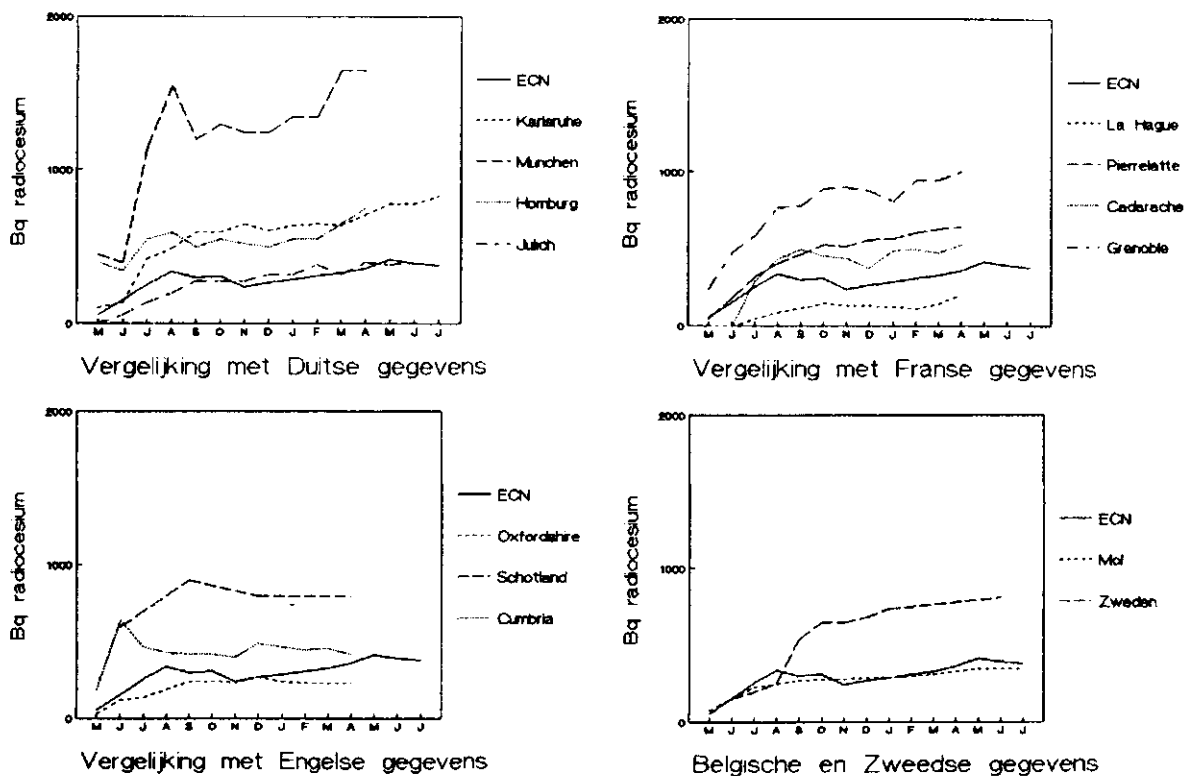


Fig. 9.2.3 Meetgegevens omtrent de inwendige besmetting met radiocesium (Cs-134 + Cs-137) in het buitenland.



Vanzelfsprekend is er met name in het Zuiden van de BRD en waarschijnlijk ook in Zwitserland en Oostenrijk sprake van een forse besmetting met radiocesium, waarbij München in de gegeven serie het meest opvalt. Nederland en België nemen in dit overzicht een bescheiden plaats in, alleen het Franse La Hague blijkt een lagere besmettingsgraad te vertonen. Deze resultaten sluiten goed aan bij de gegevens in hoofdstuk 4 over de landelijk gemiddelde oppervlaktebesmettingen.

10 BEWAKINGSPROGRAMMA'S

10.1 Nationaal Meetprogramma van de CCRX

Eén van de hoofdtaken van de CCRX is het bewaken van de niveaus van natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit in een aantal belangrijke onderdelen van het ecosysteem. Hiertoe wordt in het kader van het Nationaal Meetprogramma van de CCRX een regelmatig bemonsterings- en meetprogramma uitgevoerd, waarbij luchtstof, depositie, oppervlaktewater, gras, melk en visserijprodukten zijn betrokken. Tabel 10.1 geeft een overzicht van het Nationaal Meetprogramma in 1986. In dat jaar is in verband met "Tsjernobyl" de monstername van melk, ten behoeve van het 1:1:1:1-mengmonster uit Noord-, Oost-, West- en Zuid-Nederland, geïntensiveerd tot eens per maand. In 1987 is de frequentie teruggebracht tot de oorspronkelijke waarde van eens per kwartaal. Door de monitorfunctie, die het Nationaal Meetprogramma vervult, zal ook in de toekomst een stroom basisinformatie beschikbaar komen over de langetermijn milieu-effecten van het kernreactorongeval in Tsjernobyl.

De belangrijkste resultaten van het Nationaal Meetprogramma worden gepubliceerd in de jaarverslagen van de CCRX, terwijl een volledig overzicht van de meetresultaten wordt gegeven in de interne jaarverslagen van de Werkgroep Meettechnieken Radioactiviteit van de CCRX. Bij de totstandkoming van dit rapport is gebruik gemaakt van een gedeelte van de meetresultaten in 1986 en 1987 van het Nationaal Meetprogramma. Dit is, voor zover van toepassing, aangegeven in de laatste kolom van Tabel 10.1.

10.2 Aanvullend Meetprogramma n.a.v. "Tsjernobyl"

Naar aanleiding van het kernreactorongeval in Tsjernobyl is door de CCRX een Aanvullend Meetprogramma uitgevoerd teneinde de gevolgen van Tsjernobyl voor Nederland in detail te kunnen vaststellen. Dit programma was hoofdzakelijk gericht op de langlevende radionucliden Cs-134 en Cs-137, terwijl in een beperkt aantal gevallen Sr-90 is gemeten. Tabel 10.2 geeft een overzicht van het Aanvullend Meetprogramma waarbij, evenals in tabel 10.1, in de rechter kolom is aangegeven in welk hoofdstuk van dit rapport de resultaten staan beschreven. Hieruit blijkt dat het Aanvullend Meetprogramma vrijwel volledig is uitgevoerd.

Tabel 10.1 Nationaal Meetprogramma van de CCRX in 1986

Monster	Plaats van monstername	Onderzoek op	Frequentie		Monsterneming door	Onderzoek door	Hoofdstuk in dit rapport
			monster-neming	meting			
Luchtstof (continu bemonsterd)	De Bilt	β -totaal γ -stralers	1/dag	1/dag 1/week	KNMI	RIVM	
	Eelde, Eindhoven	β -totaal	1/dag	naar behoefte	KNMI	RIVM	
	De Kooy, Vlissingen						
Depositie (continu bemonsterd)	Bilthoven	Sr-89, Sr-90 Cs-137 e.d.	1/maand	naar behoefte	RIVM	RIVM	
		β -totaal, H-3 γ -stralers	1/week	1/week	RIVM	RIVM	
Oppervlakte-water	Rijn bij de grens	α - en β -totaal	1/week	1/2 weken	DBW/RIZA	DBW/RIZA	5.4
	Maas bij de grens	H-3		1/maand	DBW/RIZA	DBW/RIZA	
	Roer bij de grens	Sr-89, Sr-90 Pb-210, Po-210 Ra-226 e.d.		4/jaar	DBW/RIZA	RIVM	
	Westerschelde	α - en β -totaal H-3	1/maand	1/maand 1/maand	DBW/RIZA	DBW/RIZA DBW/RIZA	
		Sr-89, Sr-90 Pb-210, Po-210 Ra-226 e.d.		4/jaar		RIVM	
	IJsselmeer	α - en β -totaal H-3	4/jaar	4/jaar	DBW/RIZA	DBW/RIZA	5.4
	Berenplaat/ Biesbosch	H-3	4/jaar	4/jaar	DBW/RIZA	DBW/RIZA	
	Lek (Hagestein)	H-3	4/jaar	4/jaar	DBW/RIZA	DBW/RIZA	
	Noordzee langs de kust (4 meetpunten)	H-3, Sr-90 Cs-134, Cs-137	2/jaar	1/jaar 2/jaar	DBW/RIZA	RIVM	
Melk	Mengsel uit West-, Noord-, Oost- en Zuid-Nederland 1:1:1:1	Sr-89, Sr-90 I-131, Cs-137	1/maand	1/kwartaal	VHI	RIVM	6.3 / 9.1
Visserij- produkten	Nederlandse kust- wateren	γ -stralers	1/jaar	1/jaar	RIVO	RIVM/RIKILT	6.6
Onderzoek ter controle van nucleaire installaties							
Melk	In de nabijheid van kernreactoren: Petten, Doel, Mol, Dodewaard, Borssele, Jülich, Lingen, Kalkar	Sr-89, Sr-90 I-131, Cs-137	3/weide- seizoen (mei, juli, sept.)	3/weide- seizoen	VHI	RIVM	
Gras	Petten, Doel, Mol, Dodewaard, Borssele, Jülich, Lingen, en Kalkar	β - en γ -rest K-40 Sr-89, Sr-90 γ -stralers	2/weide- seizoen (mei, september)	2/weide- seizoen	VHI	RIVM	

Tabel 10.2 Aanvullend Meetprogramma n.a.v. Tsjernobyl

Monster	Plaats van monsterneming	Onderzoek op	Frequentie		Monsterneming door	Onderzoek door	Hoofdstuk in dit rapport
			monster-neming	meting			
"Straling"	gehele land	stralingsniveau	éénmaal		ECN	ECN	5.2
Depositie	Bilthoven	Sr-89, Sr-90	continu	1/maand	RIVM	RIVM	
Zuiveringsslib		γ -stralers	oriënterend onderzoek		DBW/RIZA	DBW/RIZA RIVM	5.5
Oppervlaktewater slib, onderwater- bodems, zoetwater- mosselen	Rijn, Maas, IJsselmeer, uiterwaarden, Noordelijk Deltagebied	γ -stralers	1/maand tot 1/2 maanden		DBW/RIZA	DBW/RIZA RIVM	5.4
Grond	gehele land, één monster ² per 20 x 20 km	γ -stralers	éénmaal		RIVM	RIVM	5.1
	Leegkerk, Peize, Alkmaar, Nuth, Groot-Amers	Sr-90 Pu in enkele monsters	éénmaal		RIVM	RIVM	5.1
Melk	N-, O-, Z- en W-Nederland	Sr-89, Sr-90, Cs-134, Cs-137	1/maand	1/maand	RIVM	RIVM	6.3
Zuivelprodukten, vlees, akker- en tuinbouwprodukten, diervoeders, gras	gehele land	γ -stralers	vele malen/ week		L&V	LMRV,RIKILT RKvW	5.3/6.3/ 6.4/6.5
Visserijprodukten	IJsselmeer, Hollands Diep	γ -stralers	driemaal		RIVO DBW/RIZA	RIVM,RIKILT	5.6/6.6
Marktprodukten: -levensmiddelen -andere produkten	gehele land	γ -stralers			RKvW	RKvW	6.3/6.4/ 6.5/6.7/ 8
Voedselpakketten uit 8 buitenlandse hoofdsteden		γ -stralers, Sr-89, Sr-90, Pu-isotopen	1/maand in zwaarst besmette gebieden	1/maand 1/maand	RKvW RKvW	RKvW RIVM	7
Wild (zoogdieren, trekvogels)	natuurgebieden	γ -stralers	incidenteel		RIN, L&V	RIVM, LMRV, RIKILT	6.4

10.3 Aanbevelingen voor additioneel onderzoek

De resultaten van het "Aanvullend Meetprogramma Tsjernobyl" hebben geleid tot een verhoogd inzicht in de milieu-effecten van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Ook zijn de dosisconsequenties voor de Nederlandse bevolking met een grotere zekerheid vastgesteld. Op een aantal terreinen is er echter behoefte aan voortgezet onderzoek. De CCRX-commissie "Rapportage Aanvullend Meetprogramma Tsjernobyl" doet hiervoor de volgende aanbevelingen.

- (1) Een onderzoek (RIVM) naar de mogelijkheid om, in verband met de langdurige contaminatie van het milieu met de radionucliden Sr-90, Cs-134 en Cs-137, de stralingsdosis, door de aanwezigheid van deze langlevende radionucliden in het totale voedingspakket, te relateren aan de dosis door dezelfde radionucliden in melk. De genoemde radionucliden kunnen zowel afkomstig zijn van de bovengrondse kernwapenproeven als van het reactorongeval in Tsjernobyl. Het voorgestelde onderzoek is van wezenlijk belang voor de toekomstige dosisschattingen van de CCRX.
- (2) Voortgezet onderzoek (RIKILT) naar de besmetting van Nederlandse agrarische- en visserijprodukten en grondstoffen voor agrarische produktie in het kader van de buitenlandse afzet (en certificering) van Nederlandse agrarische- en visserijprodukten.
- (3) Voortgezet onderzoek (RKvW) naar de besmetting van importprodukten, zoals voedingsprodukten of halffabrikaten hiervan, afkomstig uit Oost-Europa, Griekenland en Turkije.
- (4) Een onderzoek (ECN; RIVM) naar de gemiddelde verhoging van het exposietempo in het vrije veld ten gevolge van de door Tsjernobyl gedeponeerde langlevende radionucliden. Hierbij wordt gepleit voor de combinatie van in-situ gammaspectrometrie en exposietempometingen. De meetpunten dienen bij voorkeur te worden gekozen uit de lokaties die in 1982 tijdens het SAWORA-programma zijn gebruikt voor meting van de exposietempi in het vrije veld (Do84). Soortgelijk onderzoek dient ook te worden uitgevoerd in bebouwde omgevingen teneinde inzicht te verkrijgen in de retentie van langlevende radionucliden door bestratingen en/of dakmaterialen. Dit onderzoek is belangrijk voor de toekomstige dosisschattingen.
- (5) Voortgezet onderzoek (DBW/RIZA) naar de accumulatie en mobilisatie van langlevende radionucliden in slib van waterbodems.
- (6) Voortzetting van het onderzoek (ECN) naar de lichaamsbelasting met cesiumisotopen (zie hoofdstuk 9.2).

- (7) Voortgezet onderzoek (DBW/RIZA; RIVO) naar de ontwikkeling van de besmetting van vis en visprodukten uit de binnenwateren.

10.4 Meetnetten bij calamiteiten

De rapportage van de metingen in het eerste CCRX-Tsjernobyrrapport (CCR86) en in dit aanvullend rapport hebben het belang getoond van een erkend kader waarbinnen deze metingen tijdens calamiteiten gecoördineerd worden verzameld en gerapporteerd. De CCRX is gebleken zo'n kader te zijn. In dit verband beveelt de CCRX aan deze mogelijkheid te optimaliseren. De CCRX gaat er van uit dat in geval van een calamiteit ook instellingen en instanties die niet regelmatig aan het meetprogramma van de CCRX deelnemen, bijdragen aan de rapportage kunnen leveren. De afstemming en kwaliteit daarvan dient te worden vergroot door tevoren afspraken te maken over de rapportage en de te verrichten vergelijkingsmetingen. De uitwerking hiervan zal plaats vinden in afstemming met de resultaten van het interdepartementale project Kernongevallenbestrijding (PKOB). Voor meer bijzonderheden over het PKOB wordt verwezen naar hoofdstuk 11.

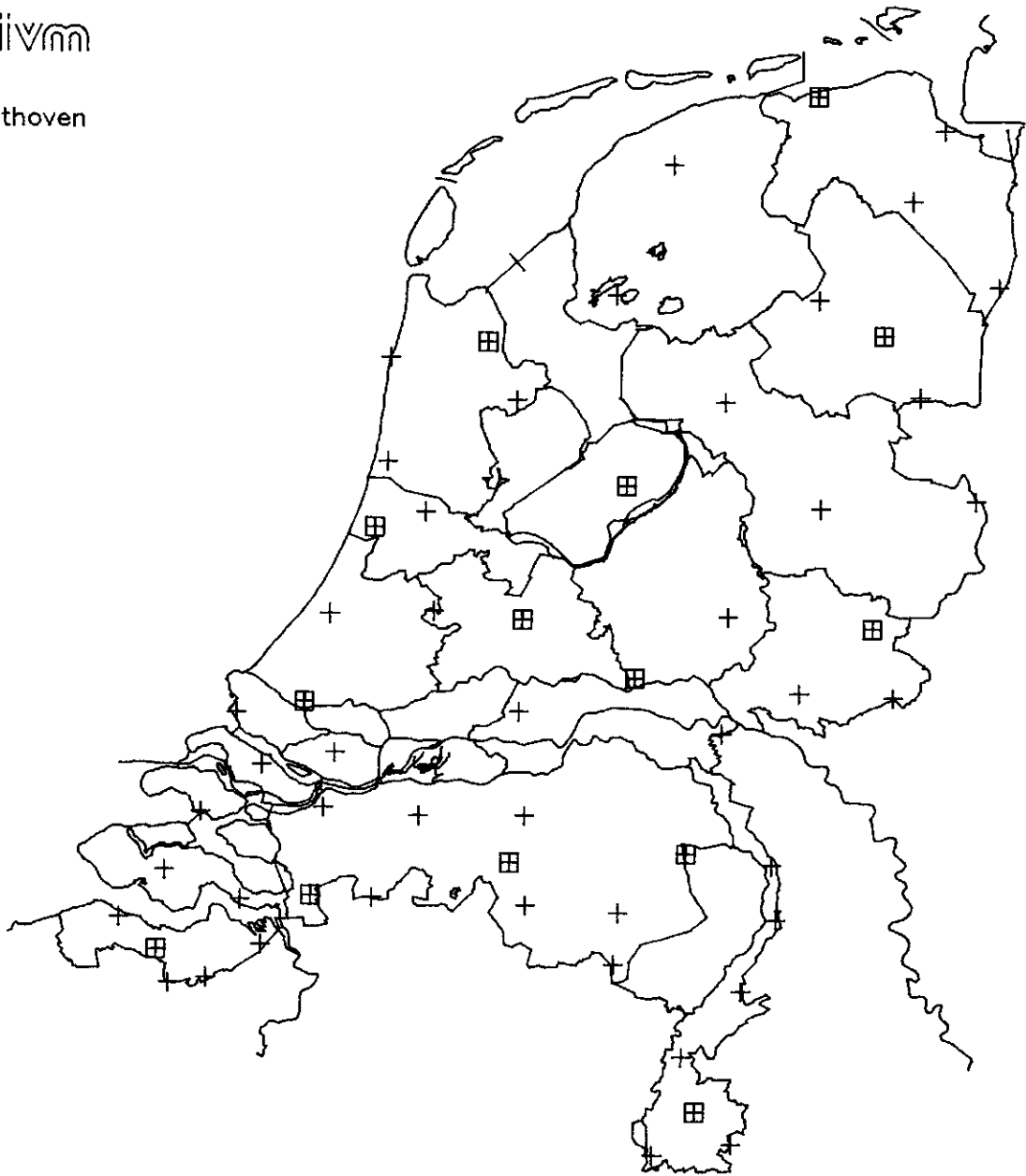
Nederland zal in 1990 gaan beschikken over een viertal meetnetten voor calamiteiten met betrekking tot radioactiviteit.

- Het nationaal radioactiviteitsmeetnet (NRM). Dit volledig geautomatiseerde meetnet is in ontwikkeling en zal worden beheerd door het RIVM en gebruik maken van meetstations van het Nationaal Meetnet Luchtkwaliteit. Het toekomstige meetnet bestaat (zie figuur 10.1) uit ca. 60 monitoren voor exposietempo- en 14 monitoren voor luchtstofmeting (α - en β -totaal). Hieraan toegevoegd is een meetpunt voor meting van radioactief jodium en gammastralers in luchtstof met nuclide-specifieke analyse. Het NRM wordt operationeel in 1990 en is bedoeld om een onverwachte verhoging van radioactiviteitsniveaus in het milieu te signaleren, een snelle evaluatie te geven van de ernst van deze verhoging en met behulp van voorspellingsmodellen een prognose te geven van het verloop van het verhoogde radioactiviteitsniveau.
- Het Landelijk Meetnet voor Radioactiviteit in Voedsel (LMRV), wordt door het RIKILT te Wageningen beheerd voor het Ministerie van Landbouw en Visserij. Dit meetnet is ontstaan in de jaren zestig na de radioactieve neerslag van de bovengrondse kernwapenproeven om vooral ten tijde van

Fig. 10.1 Voorgestelde meetstations voor het Nationaal Radioactiviteits-
meetnet (NRM).

rijvmm

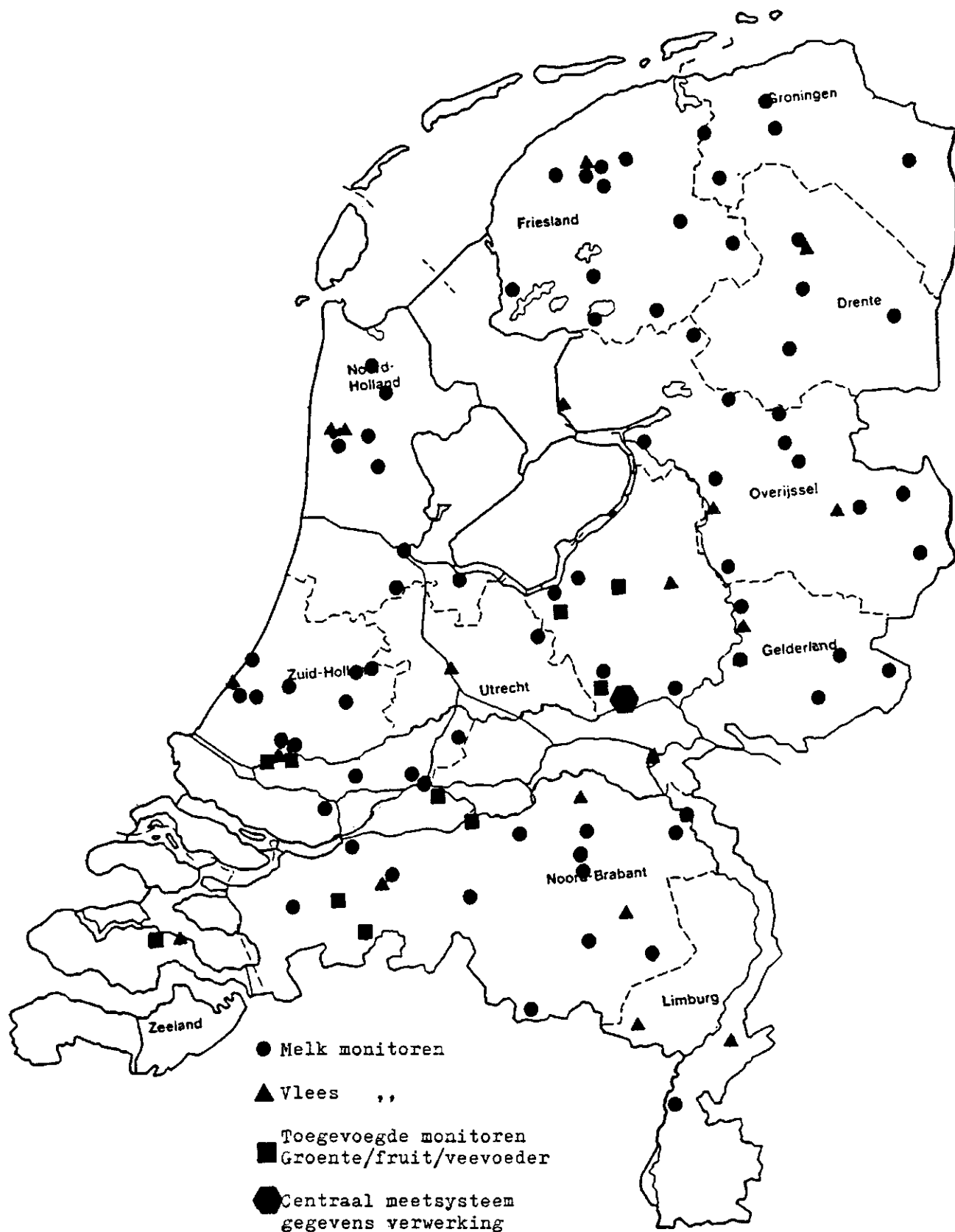
Bilthoven



⊠ Meetstation met bandfilter voor meting luchtstofactiviteit en
exposietempometer (14 stations).

+ Meetstation met exposietempometer (43 stations).

Fig. 10.2 Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel (LMRV) van het Ministerie van Landbouw en Visserij. Situatie per 1 april 1988.



nucleaire calamiteiten voedsel te kunnen controleren op radioactiviteit. Het bestaat thans uit ca. 130 monitoren bij zuivelfabrieken, vleeskeuringsdiensten en enkele andere instellingen (zie figuur 10.2). De meetresultaten worden gestuurd naar het RIKILT ter coördinatie en beoordeling. Het LMRV is speciaal bedoeld om, vooral voor handelsdoeleinden, agrarische- en visserijprodukten en grondstoffen voor deze produktie te controleren op radioactieve besmetting.

Sinds Tsjernobyl zijn en worden door het RIKILT verbeteringen in het LMRV aangebracht. Deze betreffen de monsternamen, de meetnauwkeurigheid, harmonisatie en vergelijkbaarheid, de verwerking van meetgegevens en de presentatie aan het coördinatiecentrum voor metingen tijdens calamiteiten.

- De meetstations van de Rijkskeuringsdienst van Waren (RKvW). Alle regionale diensten van de RKvW hebben thans ook de mogelijkheid om radioactiviteit te meten. Het doel is om na te gaan of de door de overheid uit oogpunt van de volksgezondheid gestelde grenzen niet worden overschreden in voedingswaren en goederen die in de handel zijn of worden gebracht. Deze meetstations spelen een belangrijke rol bij de controle van geïmporteerde produkten en grondstoffen.
- Het meetnet van de Waarschuwings- en Verkenningdienst (WVD) van het Ministerie van Binnenlandse Zaken. Het net bestaat uit een driehonderdtal meetpunten voor exposietempo, vooral bedoeld voor het meten van hoge stralingsniveaus, bijvoorbeeld na de explosie van een kernwapen. De automatisering van dit meetnet is in ontwikkeling, in 1990 zal naar verwachting het geautomatiseerde meetnet operationeel zijn. De meetresultaten worden gemeld aan de regionale Brandweerdiensten zodat ook regionale maatregelen mogelijk zijn. Over de afstemming en coördinatie van dit meetnet met het RIVM-meetnet is overleg gaande. Beoogd wordt de ca. 60 meetpunten van het NRM, waarbij lagere niveaus aan stralingsintensiteit en meer nuclide-specifiek wordt gemeten, tevens een functie te laten vervullen naar het WVD-meetnet dat is gericht op alarmering van regionale Brandweerdiensten bij zeer hoge stralingsniveaus.

Daarnaast wordt door DBW/RIZA, in het kader van het geautomatiseerde calamiteitenmeetnet van Rijkswaterstaat, de radioactieve besmetting met tritium van het Maaswater (en mogelijk binnenkort het Rijnwater) aan de grens gecontroleerd.

Naast de genoemde meetnetten zijn er instellingen waarmee overeenkomsten zullen worden gesloten om tijdens calamiteiten metingen te verrichten. Zodra

er meer duidelijkheid is over welke instellingen hierbij betrokken worden en welke soort metingen door hen worden verzorgd, zal hierover worden gerapporteerd.

Tabel 10.3 geeft een overzicht van meetnetten die speciaal zijn bedoeld om, ten tijde van verhoogde niveaus van radioactiviteit, een snel en voldoende overzicht te geven van de ernst van de toestand. Gedeeltelijk zijn deze meetnetten het resultaat van de maatregelen die genomen zijn om de paraatheid tijdens calamiteiten te vergroten na de ervaringen met het kern-reactorongeval te Tsjernobyl. Daarom zijn nog niet alle meetnetten volledig gerealiseerd en worden bij bestaande meetnetten nog verbeteringen aangebracht.

Tabel 10.3 Meetnetten voor radioactiviteit en stralingsniveau

Meetnet	Doel	Plaats van monsterneming	Monster	Onderzoek op	Frequentie monsterneming	Meting door	Operationeel
NRM	signalering en prognose ernst van kernongevallen	57 punten over gehele land		stralingsniveau	continu	RIVM	vanaf 1990
		14 punten over gehele land	luchtstof	α - en β -totaal	continu	RIVM	vanaf 1990
LMRV	bewaking kwaliteit agrarische producten	gehele land	agrarische producten en grondstoffen	γ -stralers	naar behoefte	RIKILT	heden
				α - en β -totaal			vanaf 1988
RKvW	bewaking kwaliteit marktprodukten	gehele land	marktprodukten	γ -stralers	naar behoefte	RKvW	heden
				α - en β -totaal			vanaf 1989
WVD	alarmering Brandweer t.b.v. directe maatregelen bij hoge doses	300 punten over gehele land		stralingsniveau	naar behoefte,	BiZa	heden,
					continu in 1990		automatisering vanaf 1990

11 DE UITVOERING VAN DE AANBEVELINGEN UIT HET EERSTE CCRX-TSJERNOBYL- RAPPORT

In het in oktober 1986 verschenen eerste CCRX-Tsjernobyldrapport (CCR86) doet de CCRX-commissie "Rapportage Radioactiviteitsmetingen Tsjernobyld", op grond van ervaringen opgedaan ten tijde van het kernreactorongeval in Tsjernobyld, een aantal aanbevelingen. Deze aanbevelingen hebben betrekking op de alarmregelingen, een nationaal draaiboek, het bewakingssysteem, de paraatheid en de informatiesystemen.

In tabel 11.1 wordt de actuele stand van zaken gegeven met betrekking tot de uitvoering van deze aanbevelingen. Hierbij wordt geregeld gerefereerd aan het Project Kernongevallenbestrijding (PKOB). Dit project is in gang gezet naar aanleiding van de aanbevelingen in het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport (CCR86) en het in september 1986 verschenen evaluatierapport van Berenschot B.V. (Be86). Bij dit momenteel in uitvoering zijnde interdepartementale project zijn de desbetreffende departementen, lagere overheden en een aantal andere instanties vertegenwoordigd. Het PKOB kent de volgende doelstellingen:

- (a) het beschrijven en in operationele vorm vastleggen van het overheidsoptreden bij kernongevallen die de Nederlandse samenleving en buurlanden kunnen bedreigen;
- (b) het aangeven van de voorzieningen, zowel materieel als personeel, en de regelingen die noodzakelijk zijn voor een passende voorbereiding en uitvoering van dit overheidsoptreden.

Het PKOB zal resulteren in een "draaiboek" voor het overheidsoptreden tijdens nucleaire calamiteiten. Bij de uitvoering van het PKOB worden adviezen gegeven door deskundigen van verschillende (semi)overheidsinstellingen.

Uit de stand van zaken in tabel 11.1 kan worden geconcludeerd dat de aanbevelingen uit het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport in het algemeen hebben geleid tot positieve uitvoeringsbesluiten, die gedeeltelijk reeds zijn uitgevoerd en gedeeltelijk nog in uitvoering zijn.

Tabel 11.1 Overzicht van de stand van zaken bij de uitvoering van
de aanbevelingen uit het eerste CCRX-Tsjernobyldrapport

Aanbeveling	Realisatie
1 Uitbouw van de in de bestaande regionale alarmregelingen voor nucleaire installaties genoemde Technische Commissie tot op landelijk niveau	De alarmregelingen worden herzien in het kader van het PKOB
2 Nationaal draaiboek voor metingen bij kernongevallen. Hierbij moet aandacht worden besteed aan:	
2.1 Te alarmeren personen en instanties	Wordt geregeld via het PKOB
2.2 Taakverdeling meetinstanties	Via PKOB
2.3 Informatieverstrekking aan Maatregelen Commissie (Coördinatiecentrum)	Via PKOB.
2.4 Inschakeling van de beschikbare deskundigen die niet rechtstreeks zijn betrokken bij alarmregelingen	Via PKOB
3 Structurele verbetering bewakingssysteem door:	
3.1 Automatisch signaleringssysteem, dat het Nederlandse grondgebied omvat, voor radioactief besmette lucht	Automatisch signaleringsmeetnet is bij het RIVM in ontwikkeling
3.2 Identificatie aanwezige radionucliden in radioactief besmette lucht	In 1988/1989 worden "waakvlam"-overeenkomsten afgesloten met laboratoria met voldoende expertise
3.3 Bilaterale overeenkomsten met buurlanden ten aanzien van informatie-uitwisseling	Worden beleidsmatig voorbereid
3.4 Verbetering kwaliteit meetapparatuur in de meetwagens in de provincies Gelderland, Noord-Brabant, Noord-Holland en Zeeland	Exposietempometers en besmettingsmonitoren zijn aangeschaft
3.5 Extra meetwagen met apparatuur voor luchtbemonstering en identificatie radionucliden	Apparatuur is aangeschaft; meetwagen wordt ingericht (RIVM)
3.6 Beschikbaarheid vliegtuig voor radioactiviteitsmetingen	Is in voorzien via een regeling tussen VROM/HIMH en Geosens B.V. met het ECN als subcontractor
3.7 Uitbreiding computerondersteuning voor gegevensverwerking en het geven van snelle prognoses	In voorbereiding bij RIVM en TNO

Vervolg Tabel 11.1

Aanbeveling	Realisatie
3.8 Opvoeren van het aantal deskundigen bij de instanties die bij het bewakingssysteem zijn betrokken	Toewijzing aantal deskundigen bij overheidsinstanties is formeel geregeld. Werving is gedeeltelijk voltooid en gedeeltelijk nog in uitvoering.
4 Opvoeren en handhaven van de paraatheid van het bewakings-systeem door:	
4.1 Uitvoering oefeningen op nationale schaal in plaats van regionale schaal	Via PKOB
4.2 Inzet van betrokken personeel bij onderzoekprogramma's op verwant gebied zodat vaardigheid in bedienen van gecom-pliceerde meetapparatuur blijft gehandhaafd	Wordt in voorzien door nieuwe medewerkers in te passen in bestaande organisatie-structuren
4.3 Kwaliteitsbewaking meetprocedures door inspecties en ringonderzoeken	In voorbereiding
5 Opvoering effectiviteit informatietoelevering door:	
5.1 Duidelijke taakverdeling bij de betrokken functionarissen tussen enerzijds de coördinatie van de meetactiviteiten en anderzijds de beraadslagingen in het Beleidscentrum	Via PKOB
5.2 Inrichting informatie- en documentatiecentrum t.b.v. de Technische Commissie	Bij het RIVM is een informatie/coördinatiecentrum in ontwikkeling
6 Vervolgrapport over de uitvoering van de aanbevelingen en de uitkomsten van het additionele bewakingsonderzoek	Gerealiseerd met het onderhavige rapport

12 LITERATUUR

- ASS86 Arbeidsbericht 1986 der Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz, Jülich. Frenkler, K.L. (1986).
- Ba87 Backe, S., Bjerke, H., Rudjord, A.L. and Ugletveit, F. Fall-out pattern in Norway after the Chernobyl accident estimated from soil samples. Rad. Prot. Dos. 18, 105-107 (1987).
- Ba87a Baardwijk, F.A.N. van, Vries, P.J.R. de en Griffioen, P.S. Radioactiviteit in zuiveringsslib ten gevolge van het Tsjernobyl-ongeval. H₂O 20 (21), 528-533 (1987).
- Be86 Evaluatie-onderzoek "Tsjernobyl". Rapport inzake het optreden van de Rijksoverheid naar aanleiding van het ongeval met de kerncentrale van Tsjernobyl, USSR. Rapportnr. 0454 van Berenschot B.V. (september 1986).
- Ca87 Cambray, R.S. et al. Observations on radioactivity from the Chernobyl accident. Nucl. Eng. 26, 77 (1987).
- CCR86 De radioactieve besmetting in Nederland ten gevolge van het kernreactor ongeval in Tsjernobyl. Rapport van de Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen (oktober 1986).
- CCR88 Rapportage aanvullend meetprogramma Tsjernobyl. Rapport van de Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen (juni 1988).
- CCR88a De door de CCRX verzamelde resultaten voor metingen van de radioactieve verontreiniging van de biosfeer in Nederland. Intern jaarverslag 1986, resp. 1987 van de Werkgroep Meettechnieken Radioactiviteit aan de Voorzitter van de CCRX. Te verschijnen in 1988.
- Cu87 Culot, J.P. SCK-CEN, Mol. Persoonlijke mededeling (1987)
- Da86 Davids, J.A.G en Weers, A.W. van. Radioactiviteitsmetingen bij ECN na het Tsjernobyl-reactorongeval. Energiespectrum 86 (6/7), 140-150 (1986).
- Do84 Dongen, R. van, Potma, C.J.M. en Stoute, J.R.D. Natuurlijke achtergrondstraling in Nederland. Deel 1: Vrije veld metingen. RIVM-rapport 248108001 (SAWORA-project A 1.1), 1984.
- DOE87 Health and environmental consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident. Report DOE/ER-0332 to the U.S. Department of Energy (June 1987).

- ECN87 Groen, G.C.H. ECN, Petten. Persoonlijke mededeling (1987).
- EG86 Verordening (EEG) Nr. 1707/86 van de Raad van 30 mei 1986 betreffende de voorwaarden voor de invoer van landbouwprodukten van oorsprong uit derde landen ingevolge het ongeluk in de kerncentrale van Tchernobyl. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen L146, 88-90 (1986).
- EG87 Verordening (EEG) Nr. 3955/87 van de Raad van 22 december 1987 betreffende de voorwaarden voor de invoer van landbouwprodukten van oorsprong uit derde landen ingevolge het ongeluk in de kerncentrale van Tsjernobyl. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen L371, 14-15 (1987).
- EG87a Verordening (EURATOM) Nr. 3954/87 van de Raad van 22 december 1987 tot vaststelling van maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting van levensmiddelen en diervoeders ten gevolge van een nucleair ongeval of ander stralingsgevaar. Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen L371, 11-13 (1987).
- ENE86 L'incidente di Chernobyl. Fatti e considerazioni. Notiziario dell' ENEA / Energia e innovazione (1986).
- Er87 Ernst, W.H.O. and Rooy, L.F. van. ^{134/137}Cs fall-out from Chernobyl in Dutch forest. In: Heavy metals in the environment 1. Lindberg, S.E. and Hutchinson, T.C. (eds.). CEP Consultants Ltd, Edinburgh, p. 284-286 (1987).
- Fa87 Falk, R. et al. Cesium-137 aktiviteten i Sveriges befolkning. Statens Stralskyddsinstitut, Stockholm (1987).
- Fr87 Frissel, M.J., Stoutjesdijk, J.F., Koolwijk, A.C. and Köster, H.W. The Cs-137 contamination of soils in the Netherlands and its consequences for the contamination of crop products. Neth. J. Agric. Sci. 35, 339-346 (1987).
- Fr87a Fry, F.A. and Britcher, A. Doses from Chernobyl radiocaesium. Lancet II, 160 (1987)
- Ga87 Gast, C.H., Jansen, E., Haanstra, L. en Mattern, F.C.M. Belasting van een aantal paddestoelsoorten in Nederland door Cs-134 en Cs-137. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Intern Rapport 87/29 (1987).
- GR75 Kerncentrales en Volksgezondheid. Rapport van de Commissie Kernenergie 3500 MW van de Gezondheidsraad. Rapportnr. 3255/74, Deel I en II (september 1975).
- HSK86 Der Unfall Chernobyl. Ein Überblick über Ursachen und Auswirkungen. Bundesamt für Energiewirtschaft. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Rapportnr. HSK-AN-1816 (Oktober 1986).

- ICRP79 Limits for intakes of radionuclides by workers. ICRP publication 30, Supplement to part 1. Annals of the ICRP, Volume 3, no. 1-4 (1979).
- IMP84 Indicatief Meerjaren Programma Straling 1985-1989. Uitgave van het Ministerie van VROM (1984).
- ISH85 Nosske, D., Gerichs, B. und Langner, S. Dosisfaktoren für Inhalation oder Ingestion von Radionuklidverbindungen. Institut für Strahlenhygiene, Neuherberg, Bundesrepublik Deutschland. ISH-Heft 63, April 1985.
- Iz87 Izrael, Yu. A. and Petrov, V.N. Airborne contamination. Paper presented at the conference on "Radionuclides in the food chain", Laxenburg (Austria), November 1987.
- Iz87a Izrael, Yu. A., Petrov, V.N., Avdyushin, S.I., Gasilina, N.K., Rovinskii, F. Ya., Vetrov, V.A. and Vakulovskii, S.M. Radioactive contamination of the environment in the danger zone at the Chernobyl nuclear power plant. Meteorologiya i Gidrologiya, 2, 5-18, 1986.
- Ke84 Ken-ichi Kimura, Accumulation and Retention of Cesium-137 by the Common Goby. Bull. Jap. Soc. Scient. Fisheries 50, 481-487 (1984).
- Ke86 Keverling Buisman, A.S. Onderzoek van inwendige stralingsbelasting van de bevolking. ECN, contractrapport ECN-86-98 (1986)
- KOM86 Komisja rzadowa do spraw oceny promieniowania jądrowego i działań profilaktycznych. Warschau, juni 1986.
- K887 Köster, H.W., Mattern, F.C.M. en Pennders, R.M.J. De radioactieve besmetting van de Nederlandse bodem ten gevolge van het kernreactorongeval in Tsjernobyl. Werkdocument VI bij CCRX86 (juni 1987).
- LAC86 Landbouwadviescommissie Milieukritische Stoffen, Jaarverslag 1986, Ministerie van Landbouw en Visserij.
- Le78 Lederer, C.M. and Shirley, V.S. Tables of isotopes, 7th ed., Lawrence Berkeley Laboratory. John Wiley and Sons, New York (1978).
- Me88 Meijer, R.J. de, Aldenkamp, F.J., en Jansen, A.E. Resorption of cesium radionuclides by various fungi. Aangeboden voor publikatie in Oecologica (1988).
- Mo86 Morrey, M., Brown, J., Williams, J.A., Crick, M.J., Simmonds, J.R. and Hill, M.D. A preliminary assessment of the radiological impact of the Chernobyl reactor accident on the population of the European Community. Draft report of the NRPB; CEC contract nr.86398. Doc. No 2948/86 EN (October 1986).
- OECD87 The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries. OECD/NEA; Paris (1987).

- Pe86 Petersen, R.C., Landner, L. and Blanck, H., Assessment of the Impact of the Chernobyl Reactor Accident on the Biota of Swedish Streams and Lakes, *AMBIO* 15, 327-331 (1986).
- Ru86 USSR State Committee on the utilization of atomic energy. The accident at the Chernobyl nuclear power plant and its consequences. Information compiled for the IAEA Experts' Meeting, 25-29 August 1986, Vienna. Part I. General Material. Draft. August 1986.
- Sa87 Saxén, R., Taipale, T.K. and Aaltonen, H. Radioactivity of wet and dry deposition and soil in Finland after the Chernobyl accident in 1986. Report STUK-A57 of the Finnish Centre for radiation and nuclear safety (June 1987).
- SCK87 A compendium of the measurements related to the Chernobyl nuclear accident. Editor: Deworm, J.P. Rapport BLG-595 van het Studiecentrum voor Kernenergie; Mol, Belgium (January 1987).
- SSI86 Chernobyl - its impact on Sweden. National Institute of radiation protection; Stockholm. SSI-report 86-12 (August 1986).
- SSK87 Auswirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl auf die Bundesrepublik Deutschland. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission; Band 7 (Mai 1987).
- Sv86 Svenson, G. Nach Tschernobyl. Folgen für Energiepolitik, Kernenergie-Sicherheit, Strahlen- und Umweltschutz. Bericht der Sachverständigen-Gruppe für Kernenergie-Sicherheit und Umwelt. Schwedisches Ministerium für Industrie; DsI 1986:11 (1986).
- Um86 Tschernobyl und die Folgen für Österreich. Umweltbundesamt. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz (November 1986).
- UN82 Ionizing Radiation: Sources and Effects. UNSCEAR, 1982. Report to the General Assembly, with annexes, New York, 1982.
- UvW86 Unie van Waterschappen. Risicoanalyse afzet zuiveringsslib met betrekking tot radioactiviteit in verband met ongeval kerncentrale Tsjernobyl (verwerking gegevens tot en met 30 juni). Juli 1986.
- Ve87 Veen, R. van, Oirschot, M.C.M. van, Uunk, E.J.B. en Baardwijk, F.A.N. van. Radioactieve besmetting ten gevolge van het Tsjernobyl-ongeval in oppervlaktewater, zwevende stof en zuiveringsslib. DBW/RIZA-nota 87.017
- Wa87 Watson, W.S. Human radiocaesium levels in Scotland after Chernobyl. Conference on Trace Substances. Trace Substances in Environmental Health, St. Louis, U.S.A. (1987).
- We88 Weers, A.W. van, en Voors, P.I. Cs-137 en Cs-134 in kuilgras en melk. ECN Contract Rapport 88/15 (1988).

- Wi86 Wijk, A. van der. Radioactiviteit in Franse primeurwijnen in 1986 na Tsjernobyl. KVI/CIO, rapport F-09 van de werkgroep "Fall-out" (1986).
- Zi87 Zieger, A.D. Untersuchung der Cs-137-Körperaktivität in der Bevölkerung Baden-Württembergs nach dem Reaktorunfall von Tsjernobyl. Diplomarbeit, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Bundesrepublik Deutschland (1987).

BIJLAGE 1

Samenstelling CCRX-commissie "Rapportage Aanvullend Meetprogramma Tsjernobyl"

Drs. Th. Appelhof	Rijkskeuringsdienst van Waren (RKvW); district Nijmegen, Meijhorst 60-02, 6537 KT Nijmegen. Tel. (080) 446444
Ing. J. Bothof	Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne, Afdeling Toezicht Kernenergiewet (HIMH/TK), Ministerie van VROM. Postbus 450, 2260 MB Leidschendam. Tel. (070) 209367
Ir. IJ. Buurma, adm. secretaris	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven. Tel. (030) 742322
Drs. J.A.G. Davids	Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), Postbus 1, 1755 ZG Petten. Tel. (02246) 4949
Dr. P. Hagel	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), Postbus 68, 1970 AB IJmuiden. Tel. (02550) 64646
Drs. H.K. Hettling	Dienst Binnenwateren / Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater (DBW/RIZA), Postbus 17, 8200 AA Lelystad. Tel. (03200) 70411
Dr. H.P. Leenhouts, vice-voorzitter	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven. Tel. (030) 743016
Drs. G. Oskam	N.V. Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch. Postbus 61, 4250 DB Werkendam. Tel. (01835) 2144
Ir. G.S. Roosje	Rijks-Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouw- produkten (RIKILT), Postbus 230, 6700 AE Wageningen. Tel. (08370) 19110

Ir. E.J.B. Uunk Dienst Binnenwateren / Rijksinstituut voor de
Zuivering van Afvalwater (DBW/RIZA), Postbus 17, 8200
AA Lelystad. Tel. (03200) 70411

Drs. L.H. Vaas,
techn. secretaris Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
(RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven. Tel. (030)
742645

Dr. J. Zoetelief Radiobiologisch Instituut TNO (RBI/TNO), Postbus 5815,
2280 HV Rijswijk. Tel. (015) 136940

Dr.Ir. B.C.J. Zoeteman, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
voorzitter (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven. Tel. (030)
743100

Correspondentie-lid

Ir. J.F. Stoutjesdijk Van Hoffenlaan 10, 6721 XE Bennekom. Tel. (08389)
14876

BIJLAGE 2

Lijst van gebruikte afkortingen

BiZa	Ministerie van Binnenlandse Zaken
BRD	Bondsrepubliek Duitsland
BuZa	Ministerie van Buitenlandse Zaken
CCRX	Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen
CIO	Centrum voor Isotopen Onderzoek, Groningen
COZ	Centraal Orgaan Zuivelcontrole, Leusden
DBW/RIZA	Dienst Binnenwateren / Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater, Lelystad
DDR	Duitse Democratische Republiek
DOE	U.S. Department of Energy, Washington
DWL	Drinkwaterleiding
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
EG	Europese Gemeenschappen
FAO	Food and Agricultural Organization
IAEA	International Atomic Energy Agency, Wenen
ICRP	International Committee on Radiological Protection
IMG/TNO	Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek van TNO, Delft
IVVO	Intituut voor Veevoedingsonderzoek, Lelystad
KVI	Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen
KvK	Kamer van Koophandel
LAC	Landbouwadviescommissie Milieukritische Stoffen
LMRV	Landelijk Meetnet voor Radioactiviteit in Voedsel van het Ministerie van Landbouw en Visserij
LU	Landbouw Universiteit, Wageningen
LV	Ministerie van Landbouw en Visserij
NRM	Nationaal Radioactiviteitsmeetnet
NRPB	National Radiological Protection Board, Chilton, U.K.
PKOB	Project Kernongevallenbestrijding
PVVr	Produktschap voor Veevoeder, Den Haag
PWN	Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland
RBI/TNO	Radiobiologisch Instituut van TNO, Rijswijk
RIKILT	Rijks-Kwaliteitsinstituut voor Land- en Tuinbouwprodukten, Wageningen
RIN	Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem

RIVO	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven
RKvW	Rijkskeuringsdienst van Waren
RVV	Rijksdienst voor de Keuring van Vee en Vlees
rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
SAWORA	Onderzoeksprogramma stralingsaspecten van woonhygiëne en verwante radioecologische problemen
TNO	Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VEWIN	Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland, Rijswijk
VHI	Veterinaire Hoofdinspectie van de Volksgezondheid van het Ministerie van WVC
VN	Verenigde Naties, New York
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VROM/HIMH	Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne van het Ministerie van VROM
VU	Vrije Universiteit, Amsterdam
WHO	World Health Organization, Genève
WVC	Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
WVD	Waarschuwings- en Verkenningdienst van het Ministerie van Binnenlandse Zaken

BIJLAGE 3

Halveringstijden van voor het kernreactorongeval in Tsjernobyl van belang zijnde radionucliden (Le78)

Radionuclide	Halveringstijd		Radionuclide	Halveringstijd	
Kr-85	10,7	a	I-133	20,9	h
Kr-85m	4,48	h	Xe-133*	5,25	d
Sr-89	50,5	d	Cs-134	2,06	a
Sr-90	28,8	a	Cs-136	13,1	d
Zr-95	64,0	d	Cs-137	30,2	a
Nb-95*	35,0	d	Ba-140	12,8	d
Mo-99	2,75	d	La-140*	1,7	d
Tc-99m	6,0	h	Ce-141	32,5	d
Ru-103	39,4	d	Ce-144	284	d
Ru-106	1,01	a	Np-237	2,1 E6	a
Rh-106*	29,8	s	Np-239	2,35	d
Ag-110m	252	d	Pu-239*	2,41 E4	a
Sb-125	2,7	a	Pu-238	87,7	a
I-131	8,04	d	Pu-240	6,57 E3	a
Te-129m	33,5	d	Pu-241	14,4	a
Te-132	3,25	d	Pu-242	3,76 E5	a
I-132*	2,28	h	Cm-242	163	d

* Dochter van het daarboven vermelde radionuclide

BIJLAGE 4

Begrippenlijst, symbolen en voorvoegsels voor decimale machten

4.1 Begrippenlijst

activiteit	een hoeveelheid radioactieve stof heeft een (radio)activiteit van 1 Bq indien per seconde gemiddeld één atoomkern vervalst onder uitzending van α - en/of β - en/of röntgen- of γ -straling.
aerosol	fijne verdeling van een stof in gas, meestal lucht.
alfadeeltje	positief geladen deeltje (heliumkern) met een groot ioniserend vermogen. Wordt vooral uitgezonden door zware atoomkernen.
alfastraling	straling bestaande uit alfadeeltjes
becquerel	eenheid van (radio)activiteit met symbool Bq: 1 Bq van een radioactieve stof is een dusdanige hoeveelheid dat er per seconde gemiddeld één atoomkern vervalst.
bètadeeltje	door vele radionucliden uitgezonden ioniserend, negatief geladen deeltje met de rustmassa van een elektron.
curie	oude eenheid voor hoeveelheid radioactieve stof met symbool Ci: $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.
depositie	hoeveelheid radionucliden die uit radioactief besmette lucht per oppervlakte-eenheid op het aardoppervlak is afgezet.
dochter(nuclide)	een nuclide dat uit een ander ("moeder")nuclide ontstaat door radioactief verval en dat ook radioactief kan zijn.
dosis	vaak gebruikte verkorte term voor dosisequivalent of effectief dosisequivalent.

dosisequivalent	grootheid (met symbool H , uitgedrukt in Sv), die een maat is voor de hoeveelheid ioniserende straling met betrekking tot de gezondheidsrisico's voor de mens. Eén Sv β - of γ -straling komt overeen met een energie-afgifte van 1 J/kg. Eén Sv α -straling wordt veroorzaakt door een energie-afgifte van 0,05 J/kg.
effectief dosisequivalent	grootheid (met symbool H_e , uitgedrukt in Sv) voor het dosisequivalent op het totale lichaam. Bij inhomogene bestraling zijn de dosisequivalenten op de verschillende organen en weefsels door middel van weegfactoren verdisconteerd in het effectieve dosisequivalent.
effectief volg-dosisequivalent	volgdosisequivalent voor het totale lichaam na de opname van één of meerdere radionucliden. De volgdosis-equivalenten op de verschillende organen en weefsels zijn door middel van weegfactoren verdisconteerd in het effectieve volgdosisequivalent.
exposie	maat voor de hoeveelheid ionisaties teweeggebracht door röntgen- of γ -straling per massa-eenheid lucht. Eenheid: C/kg. Verouderde, niet-SI-eenheid: röntgen (R). Blootstelling aan röntgen- of γ -straling met een exposie van 1 R leidt tot een dosisequivalent van ongeveer 0,01 Sv.
exposietempo	exposie per tijdseenheid, eenheid: C/kg.s. Verouderde, niet-SI-eenheid: R/h.
gammastraling	elektromagnetische straling met zeer korte golflengtes (0,0005 - 0,1 nm). De energie van de straling wordt meestal uitgedrukt in keV of MeV. Gammastraling heeft een groot doordringend vermogen.
halfgeleider-detector	meetinstrument voor het gelijktijdig naast elkaar bepalen van vele soorten gammastraling uitzendende radionucliden.
halveringstijd	tijd (symbool $T_{1/2}$) waarin een radioactieve stof de helft van zijn activiteit verliest door fysisch verval.

in-situ gamma-spectro- metrie	meetmethode waarbij ter plaatse met een halfgeleider- detector de hoeveelheden van de verschillende radio- nucliden worden gemeten.
ioniserende straling	straling die in staat is ionisaties in materie te veroorzaken.
ingestie	inslikken
inhalatie	inademen
inwendige straling	straling uitgezonden door via ingestie, inhalatie of via de huid in het lichaam terechtgekomen radionucliden.
isotopen	verschillende vormen van één element die in chemisch opzicht gelijk zijn, maar een verschillende atoommassa bezitten.
kortlevend radionuclide	radionuclide met korte halveringstijd.
kosmische straling	uit het heelal afkomstige zeer energierijke straling, die door de atmosfeer wordt verzwakt, maar waaraan de mens desondanks voortdurend is blootgesteld.
langlevend radionuclide	radionuclide met een lange halveringstijd.
mediaanwaarde	het getal waarbij de helft van de waarnemingen een hogere en de helft een lagere waarde heeft.
natuurlijke straling	straling van natuurlijke oorsprong, waaraan de bevolking voortdurend blootstaat, in de vorm van kosmische straling en straling afkomstig van radioactieve stoffen, die van nature voorkomen.
NaI-detector	meetinstrument met een natriumjodide (NaI)-kristal als detector voor de meting van γ -straling.

nuclide	soort atoomkern, gekenmerkt door het massagetal (aantal kerndeeltjes) en het atoomnummer (aantal protonen).
radioactiviteit	eigenschap van bepaalde nucliden (de zg. radionucliden) om spontaan ioniserende straling (α -, β - en/of γ -straling) uit te zenden. Wordt ook gebruikt in de betekenis van activiteit. Zie ook: radionuclide.
radiocesium	de langlevende radionucliden Cs-134 en Cs-137. Indien in dit rapport het gehalte aan radiocesium wordt gegeven, dan is dit in de betekenis van de som van de activiteiten van Cs-134 en Cs-137.
radionuclide	nuclide dat door radioactief verval in staat is ioniserende straling uit te zenden.
radioactieve neerslag	depositie van radioactieve stoffen afkomstig uit de lucht (meestal gebruikt voor de radioactieve neerslag na een kernwapenexplosie). Engelse benaming: fall-out.
rem	oude eenheid voor dosisequivalent; 1 rem = 0,01 Sv.
rest-bèta	activiteit van de bèta-stralers in een monster, nadat de bijdrage van kalium, dat van nature 0,012 % van het radioactieve K-40 bevat, ervan is afgetrokken.
röntgen	verouderde eenheid van exposie; symbool R.
sievert	eenheid van (effectief) dosisequivalent; symbool Sv.
splijtings- produkten	(radio)nucliden die ontstaan bij splijting van zware atoomkernen.
stralingsdosis	vaak gebruikte verkorte term voor dosisequivalent of effectief dosisequivalent
stralingsniveau	zie exposietempo
totaal-bèta	totale activiteit van alle bèta-stralers in een monster. In watermonsters meestal zonder de bijdrage van H-3.

uitwendige straling door het lichaam ontvangen straling, afkomstig van stralingsbronnen uit de omgeving of uit de kosmos.

verval zie radioactiviteit

volgdosis-equivalent dosisequivalent dat door in het lichaam opgenomen radionucliden, in de loop van de tijd na opname, aan de diverse organen en weefsels in het lichaam zal worden afgegeven. In de stralings-bescherming wordt meestal uitgegaan van een termijn van 50 jaar en wordt het dosisequivalent toegekend aan het jaar van opname van de radioactiviteit.

4.2 Lijst van symbolen voor chemische elementen

Alleen die elementen zijn vermeld waarvan isotopen worden genoemd i.v.m. het kernreactorongeval in Tsjernobyl.

Ag	zilver	Np	neptunium
Ba	barium	Pu	plutonium
Ce	cerium	Rh	rhodium
Cm	curium	Ru	ruthenium
Cs	cesium	Sb	antimoon
H	waterstof	Sr	strontium
I	jodium	Tc	technetium
Kr	krypton	Te	tellurium
La	lanthanum	U	uraan
Mo	molybdeen	Xe	xenon
Nb	niobium	Zr	zirconium

4.3 Symbolen van grootheden en eenheden, van belang voor dit rapport

a	jaar
Bq	becquerel
h	uur
H	(effectief) dosisequivalent
R	röntgen
s	seconde
Sv	sievert

4.4 Voorvoegsels voor decimale machten

naam	symbool	betekenis	naam	symbool	betekenis
femto	f	1 E-15 (10^{-15})	kilo	k	1 E+03 (10^3)
pico	p	1 E-12 (10^{-12})	mega	M	1 E+06 (10^6)
nano	n	1 E-09 (10^{-9})	giga	G	1 E+09 (10^9)
micro	μ	1 E-06 (10^{-6})	tera	T	1 E+12 (10^{12})
milli	m	1 E-03 (10^{-3})	peta	P	1 E+15 (10^{15})
			exa	E	1 E+18 (10^{18})

BIJLAGE 5

RADIOACTIVITEITSNORMEN

INVOEREISEN VAN NIET EG-LANDEN M.B.T. PRODUKTEN UIT NEDERLAND

Stand van zaken per 15 september 1987

Tot op heden zijn de volgende gegevens bekend ten aanzien van de radioactiviteitseisen die derde landen stellen met betrekking tot de invoer van met name agrarische produkten uit Nederland. Indien de specificaties ontbreken, hebben de eisen betrekking op radiocesium.

ABU DHABI	Eist radioactiviteitsverklaring. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat. Norm: zuivel 370, water 100, other food 600, animal feed 1000 Bq/kg.
ALGERIJE	Eist radioactiviteitsverklaring. Geeft voor bep. produkten voorkeur TNO-certificaat. Normen globaal EG-niveau.
ANGOLA	Aan te bevelen: een radioactiviteitsverklaring.
ARGENTINIE	Norm melkpoeder ongeveer 500 Bq/kg Cs-totaal.
AUSTRALIE	Eist radioactiviteitsverklaring. Norm: 100 Bq/kg Cs-137. Verscherpte controle op alle voedingsmiddelen uit Europa.
BAHREIN	Eist radioactiviteitsverklaring. Produkten moeten voldoen aan internationaal aanvaarde normen. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat gewenst.
BANGLADESH	Eist radioactiviteitsverklaring voor alle agrarische produkten. Exacte vermelding stralingsniveau op afzonderlijk certificaat dan gezondheidscertificaat. Norm voor zuivel max. 95 Bq/kg, overige voedingsmiddelen 50 Bq/kg.
BELIZE	Idem. Max. vloeibare melk I-131: 50.000 pCi/l, Cs-134 10.000 pCi/l, Cs-137 10.000 pCi/l; max. vlees I-131 75.000 pCi/kg, Cs-134 10.000 pCi/kg, Cs-137 10.000 pCi/kg.
BERMUDA	Eist radioactiviteitsverklaring.
BOLIVIA	Idem.
BRAZILIE	Officiële norm EG-niveau. Invoerverbod voor groot aantal voedingsmiddelen.
BRUNEI	Globaal als Singapore.
BURMA	Eist radioactiviteitsverklaring.
CANADA	Milk and drinking water 50 Bq/l Cs-134, 50 Bq/l Cs-137, 10 Bq/l I-131. Manufactured dairy products 100 Bq/kg Cs-134, 100 Bq/kg Cs-137, 40 Bq/kg I-131. All other foods 300 Bq/kg Cs-134, 300 Bq/kg Cs-137, 70 Bq/kg I-131.
CARAIBISCH GEBIED	Te adviseren: radioactiviteitsverklaring.
CHILI	Eist radioactiviteitsverklaring.
CHINA	Geen problemen bekend.

COLOMBIA	Eist radioactiviteitsverklaring.
CYPRUS	Idem. Norm melk: 370 Bq/l totaal cesium en 125 Bq/l I-131; andere voedingsmiddelen 600 Bq/kg totaal cesium en 90 Bq/kg I-131; "baby food" free of radiation.
DUBAI	Eist radioactiviteitsverklaring. Legalisatie KvK, ambassade of consulaat gewenst.
EGYPT	Eist radioactiviteitsverklaring voor alle voedings- en genotmiddelen, levende dieren, kunstmest en insecticiden, zaden, tabak, medicijnen, verfstoffen, hout, zeep, oliën etc. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat.
EMIRATEN ALG.	Eist radioactiviteitsverklaring. Zelfs kunstmest, veevoeder, additieven etc.
FILIPPIJNEN	Eist radioactiviteitsverklaring. Lage normen t.a.v. radioactiviteit en wel Cs-totaal: liquid milk 15 Bq/l; milk powder (full cream/nonfat), wheypowder, infant food, anhydrous milkfat/butterfat, cream, (raw) butter 22 Bq/kg; cheese/curd 33 Bq/kg; vegetable products 22 Bq/kg; fruit products 8 Bq/kg; meat products 6 Bq/kg; cereal products 6 Bq/kg; fish/marine products 28 Bq/kg; cocoapowder/choc. drinks, bars, candies, tonic drink, coffee 22 Bq/kg; dextrose, glucose, honey 2 Bq/kg.
GUATEMALA	Eist radioactiviteitsverklaring.
HAITI	Idem.
HONDURAS	Idem.
HONGARIJE	EG-niveau.
HONG KONG	Eist radioactiviteitsverklaring.
IJSLAND	Idem.
INDIA	Idem.
INDONESIE	Eist bij invoer in Indonesië naast een gezondheidsverklaring ook een aparte radioactiviteitsverklaring, waarin staat dat geïmporteerd produkt vrij is van radioactieve elementen en het voor Indonesië geldende maximum niet overschrijdt. Maximum norm Cs-137 zuivelprodukten 150 Bq/kg, groente en fruit 300 Bq/kg, vlees en vis 100 Bq/kg, mineraalwater 150 Bq/l, granen 300 Bq/kg. Controle aan de grenzen.
IRAK	Eist radioactiviteitsverklaring. Tendens om gehalten weer te geven.
IRAN	Idem. Iran eist free of radiation. In de praktijk wordt doorgaans tot 10 Bq/kg geaccepteerd. Controle monsters. Legalisatie Iraanse ambassade.
ISRAEL	Eist radioactiviteitsverklaring. Norm: EG-niveau mits productie en verpakking in EG.
JAMAICA	Eist radioactiviteitsverklaring.
JAPAN	Idem. Max. norm 370 Bq/kg. Alleen bij gehalte boven 50 Bq/kg dient het gehalte aan radioactiviteit ook echt vermeld te worden. Certificering door erkende laboratoria. Controle aan de grenzen.
JOEGOSLAVIE	Eist radioactiviteitsverklaring.
JORDANIE	Idem. Officieuze norm voor zuivel: max. 150 Bq/kg. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat gewenst.

KATAR	Idem. Onbevestigde max. normen: zuivel 30, groente en fruit, vlees, granen: 75, water 10, diervoeding 300 Bq/kg.
KOEWEIT	Idem. Strengere normen w.o. melk 6 Bq/l Cs-totaal, babyvoeding 30 Bq/kg, melkpoeder ong. 90 Bq/kg Cs-totaal. Radioactiviteitsverklaring wordt geëist voor alle agrarische goederen. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat gewenst.
KOREA	Geen eisen. Geen problemen bekend.
LIBANON	Eist radioactiviteitsverklaring.
LIBIE	Idem; voor alle agrarische goederen.
MALEISIE	Eist radioactiviteitsverklaring. Normen melk: 120 Bq/l Cs-137 en 60 Bq/l Cs-134; groente en fruit: 216 Bq/kg Cs-137 en 108 Bq/kg Cs-134; vlees, vis, andere voedingsmiddelen: 360 Bq/kg Cs-137 en 180 Bq/kg Cs-134; granen: 168 Bq/kg Cs-137 en 84 Bq/kg Cs-134. Certificaat moet exacte gehalten weergeven.
MALTA	Eist radioactiviteitsverklaring.
MAROKKO	Idem. Norm zuivel 250 Bq/kg I-131 en 100 Bq/kg Cs-137; vlees 200 Bq/kg I-131 en 100 Bq/kg Cs-137.
MEXICO	Eist radioactiviteitsverklaring. Norm melkpoeder 250 Bq/kg, vlees 370 Bq/kg.
NEPAL	Vanaf 1-5-1987 invoerverbod "all kinds of dairy products from Europe".
NIEUW ZEELAND	Eist radioactiviteitsverklaring.
NIGERIA	Maximum norm 370 Bq/kg.
OMAN	Eist radioactiviteitsverklaring. Legalisatie door KvK, ambassade en/of consulaat gewenst. Potgrond zie Saudi Arabië.
OOSTENRIJK	Kindervoeding 0,3 nCi/kg Cs-137, melk en melkprodukten 5 nCi/kg Cs-137 en 5 nCi/kg I-131; kaas 16 nCi/kg Cs-totaal; groente en fruit en conserven hiervan 3 nCi/kg Cs-totaal en 2 nCi/kg I-131; noten e.d. 16 nCi/kg Cs-totaal; vlees en vleesprodukten 5 nCi/kg Cs-totaal dan wel 15 nCi/kg Cs-totaal afhankelijk van soort vlees; honing 16 nCi/kg Cs-totaal; drinkwater 0,1 nCi/l I-131, 0,05 nCi/l Cs-137 en 0,002 nCi/l Sr-90.
PANAMA	Eist radioactiviteitsverklaring.
PERU	Idem. Legalisatie KvK.
POLEN	Eist radioactiviteitsverklaring.
SAUDI ARABIE	Idem. Legalisatie KvK, ambassade en/of consulaat gewenst. Norm: zuivel 370 Bq/kg; vlees en alle andere agrarische produkten 600 Bq/kg. Tendens om Bq-indicatie te geven alsmede om specifieke tekst te gebruiken. Norm potgrond 300 Bq/kg. Met ingang van medio december 1987: max. 10 Bq/l in water, 30 Bq/l in zuivel + babyvoeding, 70 Bq/kg overige voedingsmiddelen en 300 Bq/kg veevoeders.
SINGAPORE	Eist radioactiviteitsverklaring. Norm: zero radiation, or "below the limit of detection".
SOEDAN	Eist radioactiviteitsverklaring. Vermelding van gehalte Cs-134, Cs-137 en I-131. Monsters worden onderzocht.
SOVJET UNIE	EG-niveau.

SRI LANKA	Eist radioactiviteitsverklaring. Strengere normen: 20 Bq/kg Cs-totaal voor alle produkten.
SYRIE	Eist radioactiviteitsverklaring. Exacte opgave gehalte. Norm milk powder max. 225 Bq/kg.
TAIWAN	Eist radioactiviteitsverklaring. Exacte opgave gehalte. Norm milkpowder and babyfoods 41 Bq/kg I-131 en 277 Bq/kg Cs-totaal.
THAILAND	21 Bq/kg Cs-137 in melkpoeder en andere melkprodukten; 7 Bq/l in liquid milk; 6 Bq/kg in overige voedingsmiddelen. Legalisatie Thaise ambassade.
TUNESIE	Eist radioactiviteitsverklaring. Norm: melk en kindervoeding 100 Bq/kg Cs-totaal. Andere produkten 500 Bq/kg Cs-totaal. Opgave in pCi/kg.
TURKIJE	EG-norm.
USA	Normen: <u>infant food</u> : 60 dgn: I-131 1500 pCi/kg; 1 jaar: Cs-134/137 10.000 pCi/kg. <u>other food</u> : 60 dgn: I-131 8000 pCi/kg; 1 jaar: Cs-134/137 10.000 pCi/kg. Radioactiviteitsverklaring voor vlees: "the meat certified herein does not contain levels of radiation in excess of 10.000 pCi/kg". Controle op radioactiviteit aan de grenzen.
VENEZUELA	Eist radioactiviteitsverklaring. Max. norm melk 170 Bq/l I-131, 250 Bq/l Cs-totaal, 11 Bq/l Sr-90; overige voedingsmiddelen 300 Bq/kg I-131, 300 Bq/kg Cs-totaal, 52 Bq/kg Sr-90. Voorzichtigheid geboden.
YEMEN (N & Z)	Eisen radioactiviteitsverklaring.
ZWEDEN	Max. norm 300 Bq/kg voor vis, vlees, zuivel, graanprodukten, groente, kindervoeding etc. Overige produkten max. 1500 Bq/kg.
ZWITSERLAND	Globaal EG-norm.

De lijst berust op de op 15 september 1987 bij onderstaand bureau bekende gegevens. Landen kunnen van de ene op de andere dag overgaan op nieuwe eisen c.q. gewijzigde controleprocedures.

Uitgave van het Bureau Kwaliteits-, Gezondheids- en Etiketteringsvoorschriften. Directie Verwerking en Afzet van Agrarische Produkten (V.A.A.P.). Ministerie van Landbouw en Visserij.

BIJLAGE 6

Gehalten aan radiocesium (Cs-134 + Cs-137) in diervoeders en grondstoffen.
Gehalten in Bq/kg produkt. Meting: RIKILT.

	a. Melkpoeders								b. Welpoeders							
	Nederland				Buitenland				Nederland				Buitenland			
	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M
1986																
Augustus	2	<30	200	<115	19	50	900	210	7	150	600		1) 9	120	790	530
September	27	7	100	18	4	50	350	130	14	<30	1050	55	2) 14	180	7300	1230
Oktober	11	<2	70	22	8	<30	310	55	8	<30	320	80	-	3	<30	100
November	20	<5	230	<20	2	70	90	80	6	70	1400	100	1			80
December	31	<2	60	11	3	28	50	50	4	<30	210	45	3	290	310	290
1987																
Januari	24	<2	130	15	4	<30	1440	175	3	<20	270	140	1			120
Februari	25	<2	590	<10					7	26	150	45	2	260	450	350
Maart	23	<2	40	<5	1			1260	-				-			
April	21	<5	100	<5	4	<5	6	5	-				-			
Mei	16	<5	90	<5	-				-				-			
Juni	2	3	12	8	-				-				-			
Juli	9	3	10	6	-				-				-			
Augustus	8	<2	30	<5	-				-				-			
September	13	<5	50	<5	3	80	115	90	-				-			

	c. Caseïnatën				d. Lactose				e. Overige diervoeders							
									Nederland				Buitenland			
	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M
1986																
Augustus					3	44	68	59	25	<30	70	<30	12	85	940	780
September					-				38	<30	950	<30	7	<30	190	40
Oktober	1			40	5	<2	<30	<5	23	<30	130	<30	4	<30	380	<30
November	-				-				72	<30	340	40	-			
December	2	<5	<5	<5	2	<2	<5	<4	21	<2	120	50	1			50
1987																
Januari	2	<2	<5	<4	1			<2	27	<2	200	<30	2	6	7	6
Februari	2	<5	<5	<5	-				5	4	28	6	-			
Maart	6	<5	<5	<5	-				7	<2	<5	<5	-			
April	7	<5	24	<5	-				5	<5	20	5	-			
Mei	3	<5	<5	<5	-				7	<5	<5	<5	-			
Juni	-				-				12	<5	13	<5	-			
Juli	-				-				13	<2	34	<5	-			
Augustus	-				-				2	<5	<5	<5	-			
September	1			<5	-				15	<2	7	<5	-			

1) zonder Ierland

2) alleen Ierland

n = aantal monsters

L = laagste waarde, in Bq/kg

H = hoogste waarde, in Bq/kg

M = mediaan, in Bq/kg

BIJLAGE 7

Gehalten aan radiocesium in veevoer en veevoergrondstoffen. Gehalten in Bq/kg produkt. Meting: Mengvoederindustrie. Gegevens verzameld door PVVr.

Maand	Herkomst	a. Melkpoeder 1)					b. Weipoeder 2)					c. Overige produkten 3)				
		n	<100	101/200	201/600	>600	n	<100	101/200	201/600	>600	n	<100	101/200	201/600	>600
1986																
Oktober	Nederland	8	6	1	1	2	40	22	12	6		9	9			
	Buitenland	162	136	17	7	2	78	72	2	4		7	7			
	Onbekend	15	14	1			24	15	3	6		42	39	2	1	
November	Nederland	57	55	2			144	113	29	2		19	19			
	Buitenland	337	262	66	9		154	91	27	34	2	23	22			1
	Onbekend	94	69	25			32	26	3	3		18	17	1		
December	Nederland	57	42	15			81	56	17	8		2		1	1	
	Buitenland	263	173	81	9		92	67	17	8		16	16			
	Onbekend	60	37	22	1		12	7	1	4		8	8			
1987																
Januari	Nederland	51	43	8			187	107	50	30		4	3	1		
	Buitenland	418	159	183	76		156	76	59	20	1	13	13			
	Onbekend	77	36	33	8		19	9	6		4	8	4	1	1	2
Februari	Nederland	58	34	17	7		225	116	86	23		5	2	1	2	
	Buitenland	634	276	205	153		242	138	66	37	1	24	23	1		
	Onbekend	53	29	22	2		2	1	1			3	3			
Maart	Nederland	71	41	21	9		213	76	106	31		16	4	3	9	
	Buitenland	623	137	240	244	2	285	143	81	58	3	22	20	2		
	Onbekend	87	33	51	3		18	1	7	10		2	2			
April	Nederland	78	55	22	1		253	81	124	48		16	6	4	6	
	Buitenland	728	253	382	92	1	273	153	96	24		30	30			
	Onbekend	88	46	42			12	4	5	3		7	7			
Mei	Nederland	155	137	18			221	139	67	15		12	10	2		
	Buitenland	540	366	162	12		274	213	43	18		24	24			
	Onbekend	52	49	3			3	1	2			2	2			
Juni	Nederland	81	76	5			230	187	39	4		7	7			
	Buitenland	490	441	48	1		246	199	29	17	1	22	22	22		
	Onbekend	111	111				29	26	6	3		2	2			
Juli	Nederland	107	107				257	241	12	4		11	11			
	Buitenland	640	527	12	1		287	264	21	2		29	28	1		
	Onbekend	128	128				13	11		2		4	4			
Augustus	Nederland	42	42				101	95	5	1		7	7			
	Buitenland	503	491	8	2	2	271	241	21	7	2	16	16			
	Onbekend	93	93				1		1			4	4			
September	Nederland	51	49	2			91	84	1	6		12	11		1	
	Buitenland	396	345	33	18		279	261	11	6	1	12	12			
	Onbekend	19	19				14	5	4	6		2	2			

1) Melkpoeder, magere melkpoeder, kalvermelkpoeder.

2) Weipoeder, melksuikerarme weipoeder, zoete weipoeder, weipoeder vetkern, karnemelkpoeder.

3) Tarwezetmeel, tarwebloem, tarwegries, haverkern, mais(produkten), soja(produkten), rijstervoermeel, caseïne, lucerne, stro, gereede diervoeders.

BIJLAGE 8

Gehalten aan Cs-134 en Cs-137 in gedroogde grond- en paddestoelmonsters uit Nederlandse bossen. Resultaten in Bq/kg droge stof. Bemonstering: RIN. Meting: RIVM.

Naam	Herkomst	Jaar	Paddestoel		Grond	
			Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
Gele knolamaniet	Rheden	1983	<60	85	<6	90
(<u>Amanita citranea</u>)		1986	300	800	50	150
Vliegenzwam	Diever	1983	<35	140	<4	15
(<u>Amanita muscaria</u>)		1986	10	110	8	40
	Steenwijk	1986	30	220	20	70
	Havelte	1983	<25	60	<6	50
		1986	20	60	10	80
	Wageningen	1984	<25	180	<7	54
		1986	100	400	110	300
	Rozendael	1986	50	390	35	100
	Maarheeze	1986	80	260	55	120
	Budel	1984	<20	200	<3	8
		1986	240	780	100	280
	Weerterberg	1984	<35	25	<3	5
		1986	30	80	40	110
	Tungelerwal	1986	45	90	90	220
Parelamaniet *)	Steenwijk	1983	<60	180	<6	39
(<u>Amanita rubescens</u>)		1986	<200	450	20	70
	Wageningen	1986	330	1600	110	300
	Rheden	1983	<25	20	<4	7
		1986	35	240	80	240
	Budel	1984	<85	100	<4	23
		1986	100	400	100	280
	Tungelerwal	1986	230	600	140	390
Valse cantharel	Lheebroeker	1982	<70	130	<14	66
(<u>Hygrophoropsis aurantiaca</u>)		1986	240	550	9	45
	Rozendael	1986	520	1200	35	140
	Budel	1986	1500	3500	70	190
	Weerterberg	1984	<30	170	<6	53
		1986	900	2200	55	180
		1984	<70	70	<8	59
Nevelzwam *)	Steenwijk	1983	<30	30	<7	37
(<u>Lepista nebularis</u>)		1986	70	240	50	120
	Noorddorp	1984	<30	<30	<5	54
		1986	70	160	30	110
	Wijk aan Zee	1984	<25	<40	<4	60
		1986	50	110	15	110
	Beverwijk	1983	<8	5	<5	32
		1984	<30	6	<4	25
		1986	50	120	55	180
Krulzoom	Diever	1983	<65	1000	<3	14
(<u>Paxillus involutus</u>)		1983	<90	700	<4	48
		1986	800	3300	<20	60
		1986	1200	3300	<6	60
	Steenwijk	1983	<60	650	<8	74
		1986	550	1700	20	70
	Noorddorp	1986	850	2000	40	150
	Rheden	1986	11000	25000	90	300
	Maarheze	1984	<60	230	<8	32
		1986	4100	9800	260	660
		1986	40000	95000	65	180

*) eetbaar.

BIJLAGE 9

Gehalten aan Sr-89 en Sr-90 (in 1986) en I-131, Cs-134 en Cs-137 (januari 1986 t/m september 1987) in Nederlandse industriemelk, afkomstig uit Noord-, Oost-, Zuid- en West-Nederland. Gehalten in Bq/l. Monsterneming: VHI. Meting: RIVM (γ -stralers met halfgeleiderdetector).

Maand	Herkomst	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	N+O+Z+W (1:1:1:1)	
							Cs-134	Cs-137
1986 1e kwart.	N+O+Z+W	<0,07	0,04	-	-	0,46	-	0,46
Mei	Noord	-	-	5	4	9		
	Oost	-	-	12	<2	<2		
	Zuid	niet ontvangen						
	West	-	-	2,9	0,7	2,1		
	N+O+Z+W ¹⁾	-	-	5,4	2,1	4,9	2,1	4,9
Juni	Noord	niet ontvangen						
	Oost	-	-	<1	<2	5	4	7
	Zuid	-	-	<1	7	11		
	West	-	-	<1	3	6		
2e kwart.	N+O+Z+W	0,12	0,07	-	-	-		
Juli	Noord	0,06	0,07	<0,1	1,2	2,7	1,0	2,2
	Oost	0,07	0,06	<0,1	1,0	2,2		
	Zuid	niet ontvangen						
	West	0,04	0,05	<0,1	0,8	1,7		
Augustus	Noord	<0,03	0,06	<0,1	0,4	1,0	0,8	1,9
	Oost	0,03	0,06	<0,1	0,8	1,8		
	Zuid	0,05	0,05	<0,1	1,3	3,1		
	West	0,03	0,04	<0,1	0,6	1,7		
September	Noord	0,03	0,04	<0,1	0,4	0,8	0,5	1,1
	Oost	<0,03	0,07	<0,1	0,6	1,2		
	Zuid	<0,03	0,05	<0,1	0,6	1,6		
	West	<0,03	0,03	<0,1	0,3	0,7		
Oktober	Noord	0,04	0,06	<0,1	0,2	0,5	0,4	0,9
	Oost	0,02	0,04	<0,1	0,5	1,1		
	Zuid	0,02	0,05	<0,1	0,6	1,3		
	West	<0,03	0,04	<0,1	0,3	0,5		
November	Noord	0,03	0,06	<0,1	1,3	0,5	0,7	0,9
	Oost	0,04	0,04	<0,1	0,5	1,0		
	Zuid	<0,03	0,05	<0,1	0,5	1,4		
	West	0,02	0,03	<0,1	0,3	0,7		
December	Noord	<0,03	0,05	<0,1	0,6	2,0	0,8	2,0
	Oost	<0,03	0,05	<0,1	0,7	1,6		
	Zuid	<0,03	0,05	<0,1	1,1	2,8		
	West	0,02	0,02	<0,1	0,6	1,6		

1) = teruggerekend tot half mei
- = geen analyse

Vervolg Bijlage 9

Maand	Herkomst	I-131	Cs-134	Cs-137	N+O+Z+W (1:1:1:1)	
					Cs-134	Cs-137
1987						
Januari	Noord	niet ontvangen			0,9	2,5
	Oost	<0,1	0,8	2,2		
	Zuid	<0,1	1,1	3,0		
	West	<0,1	0,7	2,4		
Februari	Noord	<0,1	1,1	3,1	1,1	3,0
	Oost	<0,1	0,8	2,1		
	Zuid	<0,1	1,4	3,7		
	West	<0,1	1,1	3,0		
Maart	Noord	<0,1	1,6	4,4	1,3	3,4
	Oost	<0,1	0,9	2,1		
	Zuid	<0,1	1,6	4,1		
	West	<0,1	1,2	3,0		
April	Noord	<0,1	2,2	6,3	1,6	4,5
	Oost	<0,1	1,2	3,1		
	Zuid	<0,1	1,6	4,5		
	West	<0,1	1,5	4,2		
Mei	Noord	<0,1	0,8	2,6	1,1	3,2
	Oost	<0,1	0,7	1,9		
	Zuid	<0,1	1,5	4,2		
	West	<0,1	1,4	4,0		
Juni	Noord	<0,1	0,32	0,85	0,4	1,1
	Oost	<0,1	0,26	0,70		
	Zuid	<0,1	0,7	1,9		
	West	<0,1	0,32	0,78		
Juli	Noord	<0,1	0,08	0,38	0,26	0,81
	Oost	<0,1	0,15	0,58		
	Zuid	<0,1	0,58	1,5		
	West	<0,1	0,23	0,77		
Augustus	Noord	<0,1	0,40	0,60	0,39	0,90
	Oost	<0,1	0,33	0,77		
	Zuid	<0,1	0,65	1,7		
	West	<0,1	0,18	0,47		
September	Noord	<0,1	0,13	0,41	0,27	0,80
	Oost	<0,1	0,30	0,84		
	Zuid	<0,1	0,47	1,3		
	West	<0,1	0,16	0,64		

BIJLAGE 10

Gemiddelde gehalten aan radiocesium in Nederlandse volle-melkpoeder, in Bq/kg produkt. Gemiddelden per provincie en ongewogen gemiddelde voor Nederland. Gegevens afkomstig van het COZ. (1)

Maand	Groningen	Fries-land	Drenthe	Overijssel	Gelder-land	Noord-Holland	Zuid-Holland	Noord-Brabant	Totaal aantal	Nederland mediaan gem. 4)	Gemiddeld teruggerek. op melk <6>
1986											
April	-	<1	<1	-	<1	<1	<1	<1	7	<1	<1
Mei	23)	81	132	-	81	102	44	118	8	80	10
Juni	-	68	65	-	80	39	70	67	8	65	8
Juli	-	24	37	-	43	26	22	50	7	37	4
Augustus	-	14	24	-	25	16	12	23	7	19	2
September	-	11	21	-	16	9	8	15	7	13	2
Oktober	-	7	18	-	15	11	6	13	7	11	2
November	-	18	31	-	12	20	20	14	7	18	2
December	-	20	41	21	17	21	16	15	23	17	3
1987											
Januari	982)	41	44	46	28	31	25	28	52	32	4
Februari	762)	38	37	48	30	37	28	31	49	36	4
Maart	88	51	49	54	33	44	30	35	52	41	5
April	91	54	53	44	38	42	34	37	59	40	5
Mei	39	32	34	28	24	28	14	22	51	22	3
Juni	26	11	14	14	12	20	9	11	51	12	2
Juli	11	9	14	13	10	10	7	11	63	10	1
Augustus	7	8	12	10	8	9	5	10	50	8	1
September	24	10	18	9	8	8	5	10	49	8	1

1) De resultaten verkregen voor de diverse melkprodukten zijn herleid op volle-melkpoederbasis
2) Hoofdzakelijk Duitse melk
3) Produktiedatum begin mei
4) Ongewogen gemiddelde, exclusief resultaten Groningen
5) Exclusief resultaten begin mei
6) Berekend volgens: gehalte in melk = gehalte in melkpoeder/8

BIJLAGE 11

Cs-137 in verschillende dierdelen kalfsvlees. Resultaten voor het middenrif en de bovenbil, in Bq/kg produkt. Meting: RIKILT.

Diernummer	Middenrif	Bovenbil	Verhouding
	Bq/kg	Bq/kg	middenrif : bovenbil
1	120	240	1 : 2
2	90	30	1 : 0,3
3	<30	70	
4	<30	100	
5	160	290	1 : 1,8
6	60	210	1 : 3,5
7	60	140	1 : 2,3
8	230	300	1 : 1,3
9	50	40	1 : 0,8
10	90	310	1 : 3,4
Gemiddelde verhouding			1 : 1,9

BIJLAGE 12

Gehalten aan I-131 in schildklieren van runderen, schapen, lammeren en reeën. Resultaten in Bq/kg produkt. Periode: Juni t/m augustus 1986. Herkomst: Nederland. Bemonstering: VHI. Meting: RKvW.

Datum	Diersoort	Aantal	Hoogste waarde	Mediaan
860607	Ree	12	251000	126000
860623		9	42000	26000
860703		3	31000	21000
860711		9	7300	3700
860724		5	2620	1300
860731		8	1130	600
860814		4	280	135
860624	Lam	10	34000	14000
860630		8	8800	3300
860603	Schaap	2	11200	
860709		10	8900	2700
860716		10	3000	1150
860603	Rund	9	84000	30000
860624		9	16000	5300
860702		12	3400	1150
860703		11	4300	900
860709		10	1400	880
860710		10	830	335

BIJLAGE 13

Gehalten aan radiocesium in vlees en vleeswaren. Resultaten in Bq/kg produkt. Meting: LMRV/RVV.

	a. Rundvlees				b. Kalfsvlees				c. Varkensvlees			
	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M
<u>1986</u>												
Augustus	153		230	15	539		430	52	116		60	5
September	179		1230 ^{a)}	6	483		180	42	80		47	3
Oktober	186		120	6	348		200	29	88		30	8
November	180		140	6	209		80	<50	91		50	8
December	149		160	8	147		100	<50	76		21	7
<u>1987</u>												
Januari	183	0	170	9	10	1	<50	24	76	0	37	5
Februari	151	0	230	10	24	0	80	41	89	0	17	5
Maart	145	0	120	15	3	16	24	22	90	0	20	5
April	116	0	110	13	15	<50	110	<50	71	0	22	6
Mei	111	0	150	9	17	<50	125	78	68	0	20	5
Juni	100	0	100	8	7	<50	<50	<50	78	0	19	5
Juli	102	0	32	5	16	<50	<50	<50	81	0	17	5
Augustus	107	0	30	5	14	<50	<50	<50	53	0	37	2
September	27	0	100	5	5	<50	<50	<50	6	0	9	4

	d. Paardvlees				e. Schapevlees				f. Kippevlees			
	n	L	H	M	n	L	H	M	n	L	H	M
<u>1986</u>												
Augustus	154		510	38	39		120	17	14		14	4
September	81		860 ^{b)}	33	28		55	15	21		11	2
Oktober	50		130	40	24		100	10	22		10	3
November	61		500 ^{b)}	37	31		29	11	20		15	4
December	41		280	37	27		27	10	17		13	5
<u>1987</u>												
Januari	40	0	120	4	30	0	20	2	16	0	15	4
Februari	42	0	7	0	24	0	4	1	24	0	13	4
Maart	42	0	7	0	29	0	5	0	24	0	13	4
April	29	0	6	0	16	0	6	1	12	0	9	4
Mei	2	18	23	20	-	-	-	-	13	0	11	4
Juni	-	-	-	-	22	0	21	5	3	0	8	2
Juli	1	-	-	0	20	0	22	7	21	0	11	5
Augustus	-	-	-	-	12	0	11	6	11	0	6	3
September	-	-	-	-	3	6	26	18	1	-	-	2

n = Aantal monsters

L = Laagste waarde, in Bq/kg

H = Hoogste waarde, in Bq/kg

M = Mediaan, in Bq/kg

a) monster afkomstig uit Joegoslavië

b) monster afkomstig uit Polen