

Analyse, inform and activate

# LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

*Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie*

## De Laka-bibliotheek

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

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

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

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

## The Laka-library

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

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

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

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

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



[www.laka.org](http://www.laka.org) | [info@laka.org](mailto:info@laka.org) | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

SAMENVATTEND VOORTGANGSRAPPORT RADIOACTIVITEITSMETINGEN IN VERBAND  
MET HET NUCLEAIRE ONGEVAL TE TSJERNOBYL OVER DE PERIODE 1-12 MEI 1986.

13 mei 1986

Bij het opstellen van dit rapport zijn resultaten gebruikt van metingen door:

- DBW/RIZA en KNMI : Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- KFD en AIO : Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
- RKvW : Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
- RIVM : Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
- VKA (LMRV) : Ministerie van Landbouw en Visserij

Samengesteld door:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne te Bilthoven  
in opdracht van de Hoofdinspectie voor de Milieuhygiëne (projectnummer 248606, rapportnr. 248606001).

The logo of the RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) is displayed at the bottom center of the page. It consists of the letters 'RIVM' in a stylized, bold, sans-serif font. The 'R' and 'I' are connected, and the 'V' and 'M' are also connected, with the 'M' having a distinctive shape with a small gap at the top.

SAMENVATTEND VOORTGANGSRAPPORT RADIOACTIVITEITSMETINGEN IN VERBAND  
MET HET NUCLEAIRE ONGEVAL TE TSJERNOBYL OVER DE PERIODE 1-12 MEI 1986.

13 mei 1986

Bij het opstellen van dit rapport zijn resultaten gebruikt van metingen door:

- DBW/RIZA en KNMI : Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- KFD en AID : Ministerie van Sociale Zaken en Werkge-  
legenheid
- RKvW : Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid  
en Cultuur
- RIVM : Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid  
en Cultuur en Ministerie van Volkshuis-  
vesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu-  
beheer
- VKA (LMRV) : Ministerie van Landbouw en Visserij

Samengesteld door:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne te Bilthoven  
in opdracht van de Hoofdinspectie voor de Milieuhygiëne (project-  
nummer 248606, rapportnr. 248606001).

The logo of the RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne) is displayed. It consists of the lowercase letters 'rivm' in a stylized, bold, sans-serif font. The letters are black and have a slightly irregular, hand-drawn appearance. Below the letters, there is a horizontal line that is slightly thicker than the others, serving as a base for the logo.

	Blz.
Inhoudsoverzave	i
Afkortingen	ii
Samenvatting	iii
1. Inleiding	1
2. Stralingsgrootheden en eenheden	2
3. Kenmerken van het ongeval te Tsjernobyl	5
4. Transport en depositie van de geëmitteerde radioactiviteit	6
5. Radioactiviteit in het fysieke milieu	7
6. Radioactiviteit in de voedselketen	14
7. Radioactiviteit van goederen	20
8. Stralingsblootstelling van de mens	21
9. Metingen aan de mens	25
10. Toekomstige bewaking	25
Bijlage 1	27

## Afkortingen.

AI	: Arbeidsinspectie, Voorburg
AID	: Algemene Inspectie Dienst, Den Haag
CBT	: Centraal Bureau Tuinbouwveilingen
CCRX	: Coördinatie Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische Stoffen
DBW/RIZA	: Dienst Binnenwateren/Rijksinstituut voor Zuivering van Afval- water, Lelystad
ECN	: Energie-onderzoek Centrum Nederland, Petten
IRI	: Interuniversitair Reactor Instituut, Delft
KCB	: Kerncentrale Borssele
KEMA	: N.V. tot Keuring van Elektrotechnische Materialen, Arnhem
KFD	: Kernfysische Dienst, Voorburg
KNMI	: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt
KVI	: Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen
LMRV	: Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel
NVIC	: Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum, RIVM, Utrecht
RKvW	: Rijkskeuringsdienst van Waren, Leidschendam
RBI-TNO	: Radiobiologisch Instituut-TNO, Rijswijk
RIVM	: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven
RIVO	: Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden
VKA	: Directie Voedings- en Kwaliteits Aangelegenheden van het Ministerie van Landbouw en Visserij, Den Haag

SAMENVATTING

Het op 26 april 1986 opgetreden ongeval met de Russische kerncentrale te Tsjernobyl leidde op 2 mei tot de passage van een met radioactiviteit verontreinigde luchtmassa over ons land. Piekwaarden van het belangrijkste radionuclide jodium-131 bereikten omstreeks het middaguur te Eindhoven niveaus van  $20 \text{ Bq/m}^3$ . Mede door de regen die op 3 mei inzette, daalden vervolgens de waarden in de lucht snel.

Er bestaat grote onzekerheid over de hoeveelheden radioactieve stoffen, die bij het ongeval zijn vrij gekomen. Volgens een zeer ruwe schatting is uit de kerncentrale te Tsjernobyl 20% van de activiteit aan jodium-131 geëmitteerd, oftewel  $6,0 \times 10^{17} \text{ Bq}$ . RIVM berekeningen van de emissiehoeveelheden geven voor cesium-137 een waarde van  $4,3 \times 10^{16} \text{ Bq}$ , voor strontium-90 van  $3,9 \times 10^{16} \text{ Bq}$  en voor plutonium-239 van  $7,4 \times 10^{13} \text{ Bq}$ . De depositie van de radionucliden in Nederland is afhankelijk van het moment van vrijkomen, de vluchtigheid e.d. Plutonium kon in ons land tot nog toe niet worden aangetoond. Gegevens over strontium-89 en strontium-90 zullen medio mei beschikbaar komen. Voor jodium-131 is de geschatte gemiddelde depositie op ons land  $7000 \text{ Bq/m}^2$ . Dit betekent een totale depositie in Nederland van 0,04% van de te Tsjernobyl geëmitteerde hoeveelheid jodium-131. Buitenlandse gegevens leveren momenteel nog geen consistent beeld op. Vermoedelijk is de depositie in delen van Finland, Bulgarije, Polen en Hongarije ongeveer een factor 10 hoger.

De piek in radioactiviteit in de lucht op 2 mei werd gevolgd door een piek in de neerslag op 3 mei van  $2300 \text{ Bq/l I-131}$  te Wageningen. Spoedig daarna daalden de gehalten met een factor 50.

Op 4 mei vertoonde ook het water van de Maas te Eijsden een piek in de totale bèta-activiteit van  $14.000 \text{ Bq/m}^3$ , waarvan  $9000 \text{ Bq/m}^3$  uit jodium-131 bestond. In tegenstelling tot deze regenrivier, met zijn relatief klein stroomgebied, vertoonde de Rijn te Lobith pas op 7 mei piekwaarden die ongeveer even hoog waren. In drinkwater is de radioactiviteit beneden  $1 \text{ Bq/l}$  gebleven.

Ook op 4 mei werden de hoogste jodium-131-gehalten gemeten in gras. De maximale in hoog afgeknipt gras aangetroffen gemiddelde dagwaarden aan jodium-131 bedroegen ca.  $1,1 \text{ kBq/kg}$ . De door de RKvW gemeten gehalten aan totale gamma-activiteit waren gemiddeld  $4,8 \text{ kBq/kg}$  voor spinazie,  $0,5$

kBq/kg voor sla en 0,02 kBq/kg voor tomaten. De gemiddelde jodium-131-waarden in spinazie daalden vanaf 8 mei beneden de actielimiet van 1,3 kBq/kg.

In de melk is op 4 mei een gemiddelde piekwaarde van 55 Bq/l I-131 gemeten, welke waarde door het graasverbod de volgende dagen daalde tot een gemiddeld niveau van ca. 25 Bq/l op 7 mei en de volgende dagen. In runderschildklieren zijn piekwaarden gevonden tot 60 kBq/kg. Vlees bevatte minder dan 0,05 kBq/kg aan I-131.

Op grond van deze waarden is een voorlopige schatting gemaakt van verhoging van de stralingsbelasting van een gemiddelde volwassen persoon van de Nederlandse bevolking van 3,4 millirem gedurende de eerste maand en 6 millirem per jaar gedurende de eerste jaren. De berekende waarden moeten als indicatief worden beschouwd. Hierbij is de externe straling vanaf de bodem het meest van belang. In het algemeen geldt bij langdurige blootstelling een norm van 100 mrem/jaar voor de maximaal toegelaten verhoging van de stralingsbelasting. Voor kortdurende blootstellingen bedraagt deze toegelaten verhoging 500 mrem/jaar. De stralingsbelasting ten gevolge van de kernwapenproeven vertoonde in 1963 een piekwaarde van 8 mrem/jaar in ons land.

De komende periode zal onder coördinatie van het RIVM een nadere analyse van de behoefte aan analysecapaciteit en deskundigheid worden opgesteld.

Een meer gedetailleerde rapportage van de in dit rapport gepresenteerde voorlopige gegevens zal over enkele maanden door de CCRX worden uitgebracht, daarbij mede aandacht zal worden gegeven aan de lange termijn effecten.

## 1. INLEIDING

De Minister van VROM heeft mede namens zijn betrokken collega's op 29 april 1986 de Hoofdinspecteur Milieuhygiëne (VROM) aangewezen tot Centraal Coördinator met als taak de gevolgen van het kernongeval te Tsjernobyl in de Sovjet Unie voor de Nederlandse bevolking zo veel mogelijk te beperken. De Centraal Coördinator verricht deze taak te zamen met een Bestuurlijke Coördinatiegroep waarvan hij voorzitter is. In deze groep hebben zitting topambtenaren van de betrokken departementen van VROM, WVC, L en V, V en W, SoZaWe, EZ, BuZa, BiZa en Fin. De vergaderingen worden zonodig door de bewindslieden van VROM, WVC en L en V bijgewoond. De Bestuurlijke Coördinatiegroep wordt bijgestaan door een Technische Werkgroep. Om snel en efficiënt te kunnen werken, zijn door de Technische Werkgroep taakgroepen ingesteld voor afzonderlijke deelproblemen. Op 30 april ontving het RIVM de opdracht de radioactiviteitsmetingen te coördineren, welke opdracht 2 mei in een beschikking van de Minister van VROM en de Staatssecretaris van WVC werd vastgelegd. Het bleek dat verschillende instellingen reeds in de avond van 29 april met metingen waren begonnen. Het RIVM, dat regelmatig controlemetingen uitvoert, intensiverde ook op 29 april het meetprogramma. Tegen de avond van 30 april werd het radioactiviteitsgehalte in lucht gemeten op twaalf plaatsen (RIVM, Bilthoven; KNMI, De Bilt, Eelde, Den Helder, Vlissingen, Eindhoven; KFD, meetwagen in Zoetermeer; ECN, Petten; IRI, Delft; KVI, Groningen; KEMA, Arnhem en KCB, Borssele). Enkele van deze instellingen bepaalden ook de stralingsintensiteit. In Twente werd dit gedaan door de meetwagen van de Regionale Brandweer te Amsterdam. Veelal werd ook de radioactiviteit in regen gemeten.

Tijdens het overtrekken van de radioactieve wolk, alsmede enkele malen daarna, werd in opdracht van de Hoofdinspecteur Milieuhygiëne de lucht via een vliegtuig van Geosens bemonsterd. Al tijdens het overtrekken van de wolk werd door verschillende instituten begonnen met radioactiviteitsmetingen in gras en melk. Het merendeel van deze metingen werd uitgevoerd door het Ministerie van Landbouw en Visserij (VKA (LMRV)). De Rijkskeuringsdiensten van Waren begonnen met de controle van voedingsmiddelen en de DBW/RIZA intensiverde de metingen van oppervlaktewater. Een totaaloverzicht van de waterstaatkundige voorzorgsmaatregelen wordt in bijlage 1 gegeven. Het RIVM volgde met het bemonsteren van visserijproducten. De waterleidingbedrijven en het RIVM



bepaalden tevens de radioactiviteit in het ruwe en afgeleverde drinkwater. De KFD/AI van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid richtte zijn activiteit op voer-, vaar-, en vliegtuigen die in sterk besmet gebied vertoefd hadden. Tevens schonk deze instelling aandacht aan inlaatfilters van airconditioninginstallaties in Nederland omdat deze filters veel radioactieve stof konden hebben opgezameld.

De snelheid waarmee genoemde instellingen tot actie over konden gaan was opmerkelijk goed. De paraatheid van enkele meetwagens liet evenwel te wensen over.

Het KNMI ondersteunde de meetactiviteiten voortdurend door het presenteren van weersvoorspellingen. Op het hoogtepunt van de meetinspanning, omstreeks 5 tot 7 mei, werd dagelijks op elf plaatsen de lucht gemeten, op een tiental plaatsen de neerslag, op een 25-tal plaatsen gras, bij 74 melkfabrieken de melkritten, op een 15-tal plaatsen oppervlaktewater en incidenteel slib en op tien plaatsen drinkwater. Bij diverse veilingen vonden bemonsteringen van groenten plaats. Op vijf plaatsen werden vis en mosselen bemonsterd. Vooral de eerste dagen werden de metingen van het RIVM en DBW/RIZA aangevuld met metingen van ECN, IRI, KVI, KEMA en KCB. Later kwam het accent van de aanvullende metingen te liggen bij de RKvW, KFD/AI en VKA (LMRV).

De analyseresultaten werden tot en met 10 mei telefonisch doorgegeven aan het Bestuurlijk Coördinatiecentrum te Leidschendam, daarna aan het RIVM te Bilthoven. De eerste dagen vond de presentatie in de Bestuurlijke Coördinatiegroep en de Technische Werkgroep van resultaten via geïmproviseerde tabellen en grafieken plaats. Vanaf 5 mei werden door het RIVM samenvattende dagrapporten uitgebracht.

## 2. STRALINGSGROOTHEDEN EN EENHEDEN

Radioactiviteit is het vermogen van atomen om ioniserende straling uit te zenden. De eenheid van radioactiviteit is de becquerel (Bq). Eén Bq is het verval van één atoomkern per seconde. Onder de halveringstijd wordt de periode verstaan, waarna de radioactiviteit is afgenomen tot de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid. De halveringstijd is voor de belangrijkste gemeten radionucliden (bèta- en gammastralers) I-131 8 dagen, Cs-134 2 jaar en Cs-137 30 jaar. Bij het vervallen zenden radionucliden straling uit. Alfastraling bestaat uit heliumkernen, bètastraling uit elektronen en

gammastraling is een elektromagnetische straling. Gammastralers kunnen specifiek in een gammaspectrometer worden bepaald. Strontium-90 en strontium-89 zijn zuivere bètastralers en moeten eerst chemisch van de andere bètastralers worden gescheiden voor ze kunnen worden bepaald. Afhankelijk van de concentratie duurt een Sr-89/Sr-90-bepaling 1 à 3 weken. Plutonium-239 is een alfa-straler met een halveringstijd van 23 800 jaar. Onder de stralingsdosis wordt de hoeveelheid straling verstaan, die door materie wordt geabsorbeerd. De eenheid van dosis is de gray (Gy) of de rad:

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy} = 10^{-2} \text{ joule per kg}$$

Het radiobiologisch effect is afhankelijk van dosis en kwaliteitsfactor (Q), samengevat in het dosisequivalent.

De eenheid van dosisequivalent is de sievert (Sv) of de rem:

$$1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv} = 10^{-2} \text{ Gy} \times Q = \text{rad} \times Q.$$

In het algemeen is  $Q = 1$ . Voor alfastraling is  $Q = 20$ .

Het stralingsniveau in de lucht wordt uitgedrukt in röntgen per uur (R/uur); bij benadering geldt dat men bij verblijf in lucht met een stralingsniveau van 1 R/uur een stralingsdosis ontvangt van 1 rem per uur.

Uit stralingsbeschermingsoverwegingen zijn wettelijke limieten vastgesteld voor kortdurende blootstelling van leden van bevolking. Deze zijn:

totale lichaam	: 0,5 rem per jaar.
huid en schildklieren van volwassenen	: 3 rem per jaar.
schildklier van kinderen (< 16 jaar)	: 1,5 rem per jaar
overige organen	: 1,5 rem per jaar

Voor langdurige blootstelling wordt 100 mrem voor de totale lichaamdosis aangehouden.

Er zijn twee soorten bestraling van belang voor de dosis.

Bij uitwendige bestraling bevindt de bron zich buiten het lichaam. In dit geval is slechts de bijdrage van gammastraling van belang, waarbij de gemeten dosis in lucht gelijk is aan het dosisequivalent. Dan is:

$$1 \text{ rem} = 1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}.$$

Bij inwendige bestraling worden radionucliden door inhalatie of ingestie eerst in het lichaam opgenomen. Indien de hoeveelheid opgenomen radionucliden bekend is, kan het effectieve dosisequivalent worden berekend voor een volwassen persoon, waarbij de doses op alle organen worden meegerekend.

De radioactiviteit ten gevolge van het ongeval in Tsjernobyl wordt in Nederland voornamelijk veroorzaakt door jodium-131. Cesium-137 is op 3-4 mei aangetroffen in hoeveelheden die ca. 20% bedroegen van de hoeveelheid jodium-131. Jodium-131 hoopt zich op in de schildklier. Cesium-137 wordt in het gehele lichaam opgenomen. Het wordt onder andere via de urine uitgescheiden, waardoor de effectieve halfwaardetijd van Cs-137 in het lichaam ongeveer 4 maanden bedraagt.

In Nederland werd bij de ingevoerde maatregelen ten aanzien van melk als grenswaarde voor jodium-131 een waarde van 500 Bq/l aangehouden.

Wanneer men dus 1 liter melk met deze hoeveelheid jodium-131 drinkt, dan krijgt men 500 Bq naar binnen.

Omdat de gemiddelde waarde in melk momenteel 40 Bq/l bedraagt, is de werkelijke inname per liter slechts 40 Bq.

Deze 40 Bq jodium-131 veroorzaakt in het lichaam een totale dosis van ca. 0,05 millirem. Als men dit nu vergelijkt met de totale toegestane jaarlijkse dosis van 500 millirem, is het duidelijk dat dit gering is.

Voor babies komt bij het drinken van eenzelfde hoeveelheid (1 l) de dosis iets hoger uit, maar blijft onder de 0,5 millirem.

In groenten wordt voornamelijk jodium-131 aangetroffen. Voor jodium-131 wordt in Nederland voorlopig als grenswaarde in groente een waarde van 1300 Bq/kg aangehouden, in afwachting van nadere afspraken in EG-verband.

Deze norm is gebaseerd op een consumptie van 2 kg verse bladgroenten of fruit per week voor een éénjarige baby, hetgeen een zeer ruime hoeveelheid is.

Wanneer een baby een portie verse groenten van 200 gram per dag eet, levert dit bij groenten die aan de grenswaarde voor jodium-131 voldoen, een extra dosis van minder dan 3 millirem op, gemiddeld over het gehele lichaam. Voor volwassenen is dat een lagere dosis, namelijk 0,3 millirem.

### 3. KENMERKEN VAN HET ONGEVAL IN TSJERNOBYL

Een schatting van de berekende hoeveelheid radioactiviteit in een reactorkern met een elektrisch vermogen van 1000 MW(e) na een bedrijfstijd van 550 dagen is te vinden in het USA-rapport WASH-1400. Hierbij dient te worden bedacht dat in dit rapport vooral gegevens zijn gebruikt van andere kernreactortypen dan in Tsjernobyl. Toch kan men hieruit afleiden dat de hoeveelheid I-131 in de reactor te Tsjernobyl waarschijnlijk maximaal  $3 \times 10^{18}$  Bq heeft bedragen. Volgens een zeer ruwe schatting is ongeveer 20% hiervan in de eerste vier dagen uitgeworpen. Dit komt overeen met een lozingssnelheid van  $6 \times 10^{15}$  Bq per uur. Deze lozingssnelheid is in de verspreidingsmodellen van het RIVM als bronterm gebruikt. De uitworp van de belangrijkste overige radionucliden kan voor de vier dagen-periode als volgt geschat worden (zie tabel 3-1). Hierbij is geen rekening gehouden met verschillen in vluchtigheid.

Daarnaast zijn er nog grote hoeveelheden kortlevende radionucliden aanwezig, waarvan in Nederland onder andere Mo-99/Te-99m, Ru-103, I-133, Cs-133 en Ba-140/La-140 zijn aangetoond.

Onmiddellijk na het ongeval wordt de belangrijkste stralingsbron gevormd door de edelgassen. Deze leverden in Nederland vrijwel geen bijdrage aan de stralingsbelasting. De piekbelasting werd veroorzaakt door I-131 en Te-132/I-132. De lange termijn belasting wordt veroorzaakt door de langlevende Cs-enSr-isotopen.

Tabel 3-1. Schatting van totale hoeveelheid geëmitteerde nucliden  
te Tsjernobyl.

Materiaal	Hoeveelheid in Bq	Halveringstijd dagen (d) of jaren (j)
Edelgassen	$2,6 \times 10^{18}$	meest kort levend
I-131	$6,0 \times 10^{17}$	8 d
Te-132/I-132	$8,9 \times 10^{17}$	3 d
Cs-134	$1,3 \times 10^{16}$	2,1 j
Cs-136	$4,4 \times 10^{16}$	12,9 d
Cs-137	$4,3 \times 10^{16}$	30 j
Sr-89	$8,1 \times 10^{17}$	50,6 d
Sr-90	$3,9 \times 10^{16}$	29 j
Pu-238	$7,4 \times 10^{14}$	87,6 j
Pu-239	$7,4 \times 10^{13}$	23800 j

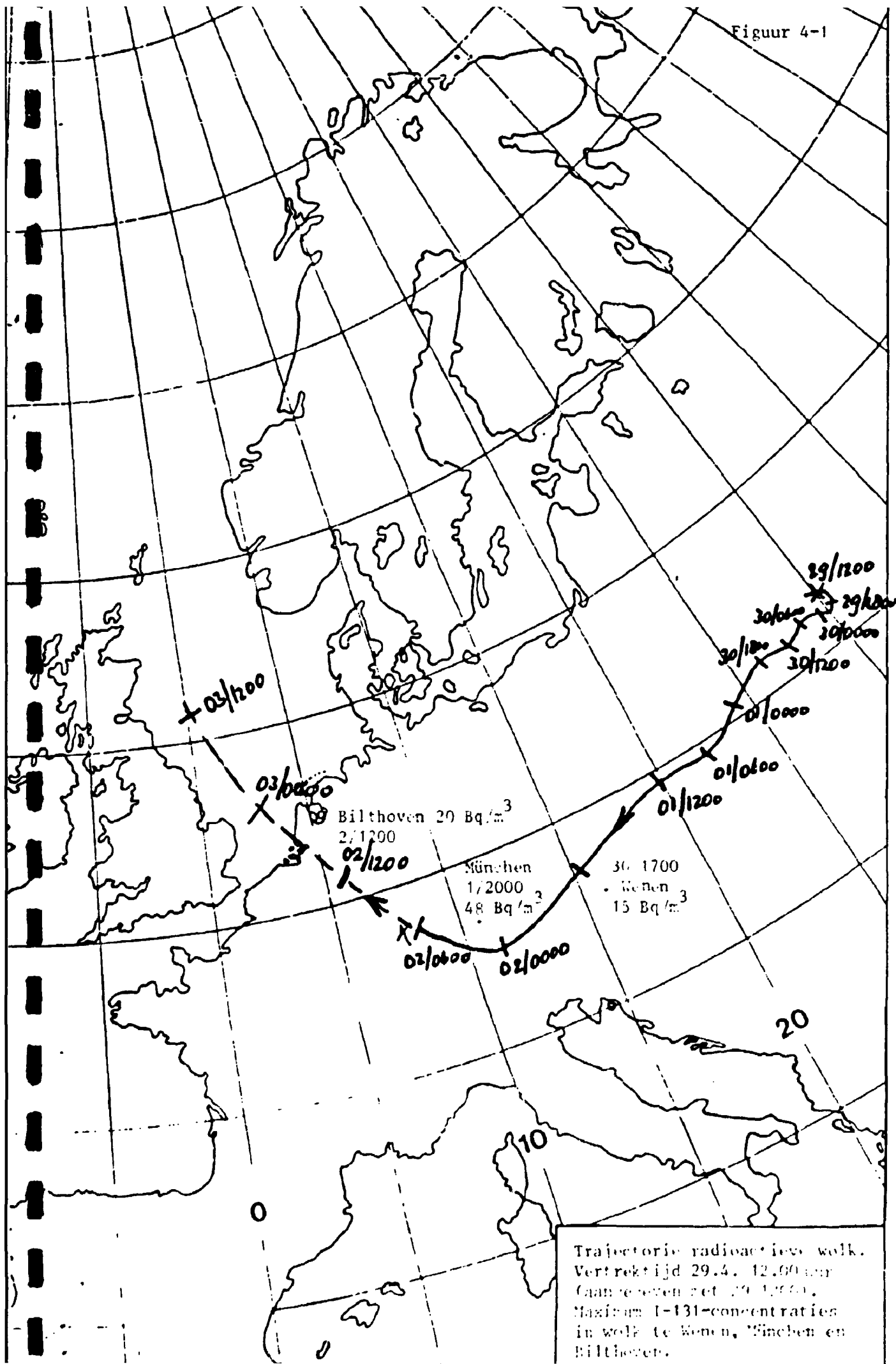
#### 4. TRANSPORT EN DEPOSITIE VAN DE GEEMITTEERDE RADIOACTIVITEIT

Op het RIVM is thans een verspreidingsmodel voor geheel Europa in bewerking. Zoals in Hoofdstuk 3 is vermeld wordt voor de bronterm een lozingssnelheid van  $6 \times 10^{15}$  Bq per uur gedurende vier dagen aangenomen voor I-131. Wanneer dit model is uitgewerkt zal het mogelijk zijn een schatting te geven van de stralingsbelasting in een groot aantal Europese gebieden. Vanzelfsprekend is er een groot aantal meteorologische gegevens nodig voor zo'n model, maar op het ogenblik ontbreken de Oosteuropese regencijfers nog.

Vooruitlopend op dit model werd door het KNMI een trajectoriemodel gemaakt. Uit dit model is af te lezen langs welke weg de radioactiviteit ons land bereikte. Enkele piekwaarden zijn aangegeven in figuur 4-1.

Uit vanuit het buitenland ontvangen berichten werd een voorlopige depositiebeeld afgeleid. Dit levert een weinig consistent beeld. Volgens de via de ambassades opgegeven data is de depositie van radioactiviteit in Finland, Bulgarije, Polen en Hongarije ongeveer een factor 10 hoger dan in

Figuur 4-1



Trajectorie radioactieve wolk.  
Vertrektijd 29.4. 12.00 uur  
aan de zee met 29.1.000.  
Maximum I-131-concentraties  
in wolk te Wien, München en  
Bilthoven.

Nederland. Uit Budapest werd een betrouwbare opgave ontvangen, de depositie bedraagt daar ongeveer  $250\ 000\ \text{Bq/m}^2$ .

Stralingsintensiteitsmetingen uit Finland leren dat de depositie van plaats tot plaats zeer verschillend kan zijn. Zo bedroeg op 1 mei het stralingsniveau in Helsinki  $0,018\ \text{mrem}$  per uur terwijl het in het op  $200\ \text{km}$  afstand gelegen Uusikaupunki aan de Baltische golf  $0,264\ \text{mrem}$  per uur bedroeg. Ook binnen Nederland treden grote verschillen op. Zo was de I-131-depositie te Gilze Rijen  $7700\ \text{Bq/m}^2$ , bij de Braakman  $1300\ \text{Bq/m}^2$ , te De Bilt  $19\ 000\ \text{Bq/m}^2$  en te Leeuwarden  $1500\ \text{Bq/m}^2$ . De gemiddelde I-131-depositie voor Nederland wordt geschat op  $7000\ \text{Bq/m}^2$ .

Bij een landoppervlakte van  $33000\ \text{km}^2$  wordt de totale I-131-depositie dan  $2,3 \times 10^{14}\ \text{Bq}$ . Dit is ongeveer 0,04 procent van de uitgeworpen hoeveelheid door de kernreactor te Tsjernobyl. De totale depositie van Cs-137 bedraagt volgens dezelfde redenering  $0,5 \times 10^{14}\ \text{Bq}$ . Resultaten van metingen van Sr-89, Sr-90, Pu-238 en Pu-239 zijn nog niet beschikbaar. Deze metingen zijn n.l. zeer tijdrovend. De theoretische maximale depositieschattingen zijn voor Sr-89, Sr-90, Pu-238 en Pu-239 resp.  $3,1 \times 10^{14}$ ,  $1,5 \times 10^{13}$ ,  $2,8 \times 10^{11}\ \text{Bq}$  en  $2,8 \times 10^{10}\ \text{Bq}$ . Daar het hier om minder vluchtige verbindingen gaat zullen de werkelijke waarden aanzienlijk lager liggen.

## 5. RADIOACTIVITEIT IN HET FYSIEKE MILIEU

### 5.1 Stralingsintensiteit in Nederland

Het stralingsniveau in de atmosfeer in Bilthoven steeg op 2 mei tot ongeveer het dubbele van het normale peil van ongeveer  $6\ \text{microröntgen}$  per uur, bleef ongeveer constant tot in de avond van 3 mei en steeg toen na een flinke regenbui snel verder naar een maximale waarde van  $18,5\ \text{microröntgen}$  per uur in de ochtend van 4 mei (zie fig. 5-1). Daarna trad er een geleidelijke langzame daling op tot ca.  $12\ \text{microröntgen}$  per uur op 12 mei. Het stralingsniveau wordt nu bepaald door de radioactieve stoffen die op de bodem zijn neergeslagen.

### 5.2 Lucht

Jodiumisotopen bleken de grootste bijdrage te leveren tot de radioactiviteit in de lucht. In de middag van 2 mei werden in Bilthoven de grootste hoeveelheden gevonden en toen vormden de jodiumisotopen ca. 60% van de totale hoeveelheid. De luchtactiviteit aan I-131 bereikte een

maximale waarde van ca.  $20 \text{ Bq/m}^3$  en daalde daarna snel: zie fig. 5-2. Op 5 mei was de lucht zo goed als vrij van radioactieve stoffen afkomstig van het reactorongeval.

### 5.3 Neerslag

De met regen neergeslagen hoeveelheden radioactieve stoffen waren het hoogst van 2 tot 4 mei, in overeenstemming met de gegevens van de lucht (zie fig. 5-3). De totale depositie van 2 tot 6 mei vertoonde grote plaatselijke verschillen. De depositie van I-131 varieerde bijvoorbeeld van  $1300 \text{ Bq/m}^2$  nabij de Braakman tot  $19\ 000 \text{ Bq/m}^2$  in De Bilt. Gemiddeld over het gehele land is  $7000 \text{ Bq/m}^2$  aan I-131 en  $1400 \text{ Bq/m}^2$  aan Cs-137 neergeslagen. In de periode van 2 - 4 mei was het tritiumgehalte in regenwater met een factor 40 verhoogd tot  $430 \text{ Bq/l}$ , waarna spoedig een daling tot de niveaus van voor het ongeval optrad.

Deze waarden kunnen worden vergeleken met de totale depositie ten gevolge van de kernwaproefexplosies in de jaren vijftig en zestig. Naar schatting is toen in totaal ca.  $4700 \text{ Bq/m}^2$  aan Cs-137 in Nederland neergeslagen, dus gemiddeld ongeveer drie maal zoveel als thans als gevolg van het Russische kernreactorongeval.

De totale alfa-activiteit in de regen lag beneden de detectielimiet van de RIVM-meetapparatuur van  $0,2 \text{ Bq/l}$ . Indien er al Pu-isotopen aanwezig zijn, moeten dit uiterst kleine hoeveelheden zijn. Meer specifieke bepalingen worden voortgezet.

### 5.4 Oppervlaktewater

Door de radioactieve neerslag zijn er ook radionucliden in het oppervlaktewater terecht gekomen. Van de Rijn en de Maas is in fig. 5-4 het verloop van de totale bèta-activiteit met de tijd weergegeven.

Het Maaswater vertoonde de hoogste concentratie op 4 mei, een dag waarop het in Zuid Nederland en Oost België vrij veel heeft geregend. Daarna trad een sterke daling op.

Bij de Rijn ging de stijging meer geleidelijk, waardoor het maximum in Lobith pas op 7 mei werd bereikt. Het verder stroomopwaarts besmette water had toen de Nederlandse grens bereikt.

In het rivierslib zijn gehalten aan I-131 en Cs-137 in de orde van grootte  $10 \text{ kBq/kg}$  aangetroffen.

Veel kleine binnenwateren vertonen relatief hoge besmettingsgraden, maar



ook hier is de daling ingezet.

Het gehalte aan H-3 (tritium) van het water blijkt niet extra verhoogd te zijn.

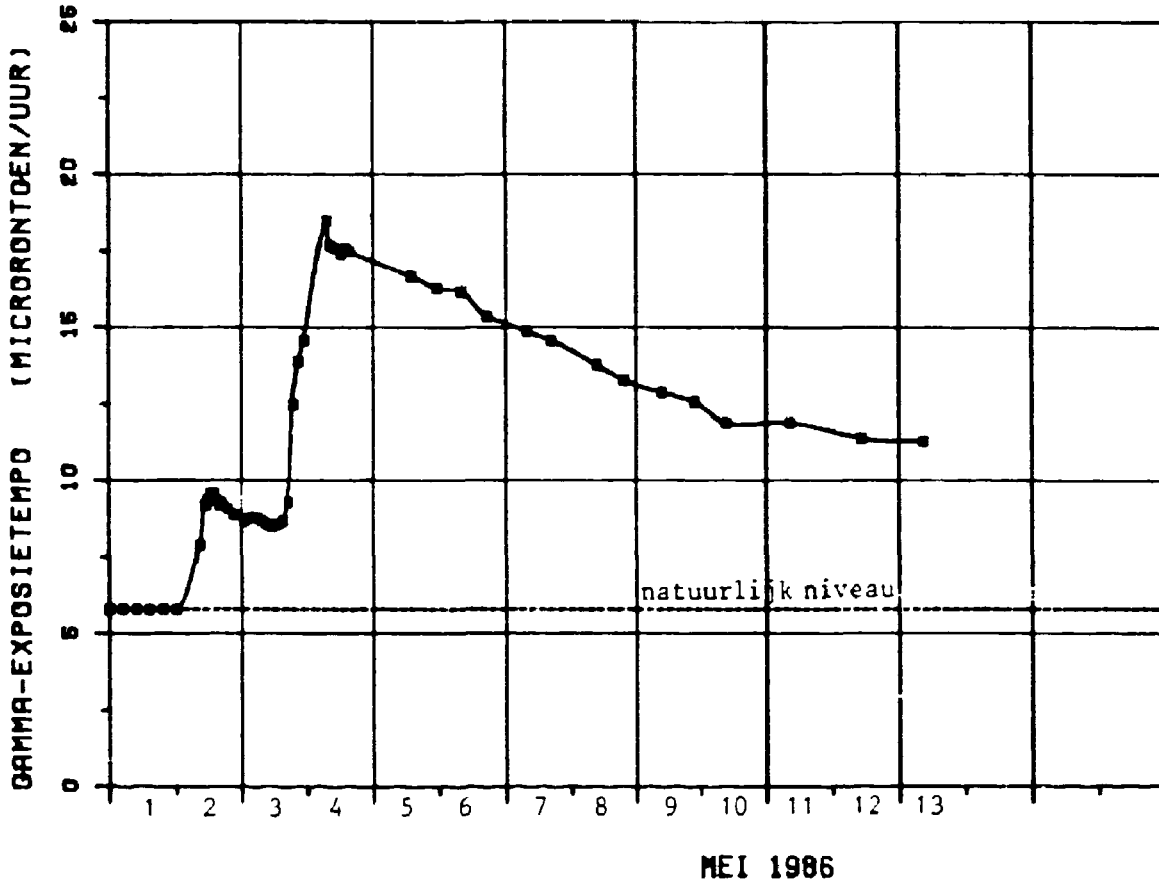
### 5.5 Drinkwater

Het water in het IJsselmeer en de Bergsche Maas, dat wordt gebruikt voor de bereiding van drinkwater, vertoont eenzelfde beeld als de grote rivieren (fig. 5-5). De Bergsche Maas bij Keizersveer bleek op 8 mei de hoogste concentraties te vertonen, waarden die hoger lagen dan die van de Maas bij Eijsden, waarschijnlijk ten gevolge van door de Dommel aangevoerd relatief sterk verontreinigd water. Een oorzaak van dit laatste is dat Eindhoven op deze rivier loost, waardoor neerslag van een groot afwateringsgebied zo via de Dommel in de Maas terecht komt.

De besmetting van het IJsselmeer is, ten gevolge van het grote watervolume, waardoor een grotere verdunning optrad lager dan die van de andere wateren. Drinkwater zelf vertoont een lichte stijging van de activiteitsconcentraties, waarbij een waarde van 1 Bq/l niet is overschreden.

### 5.6 Bodem

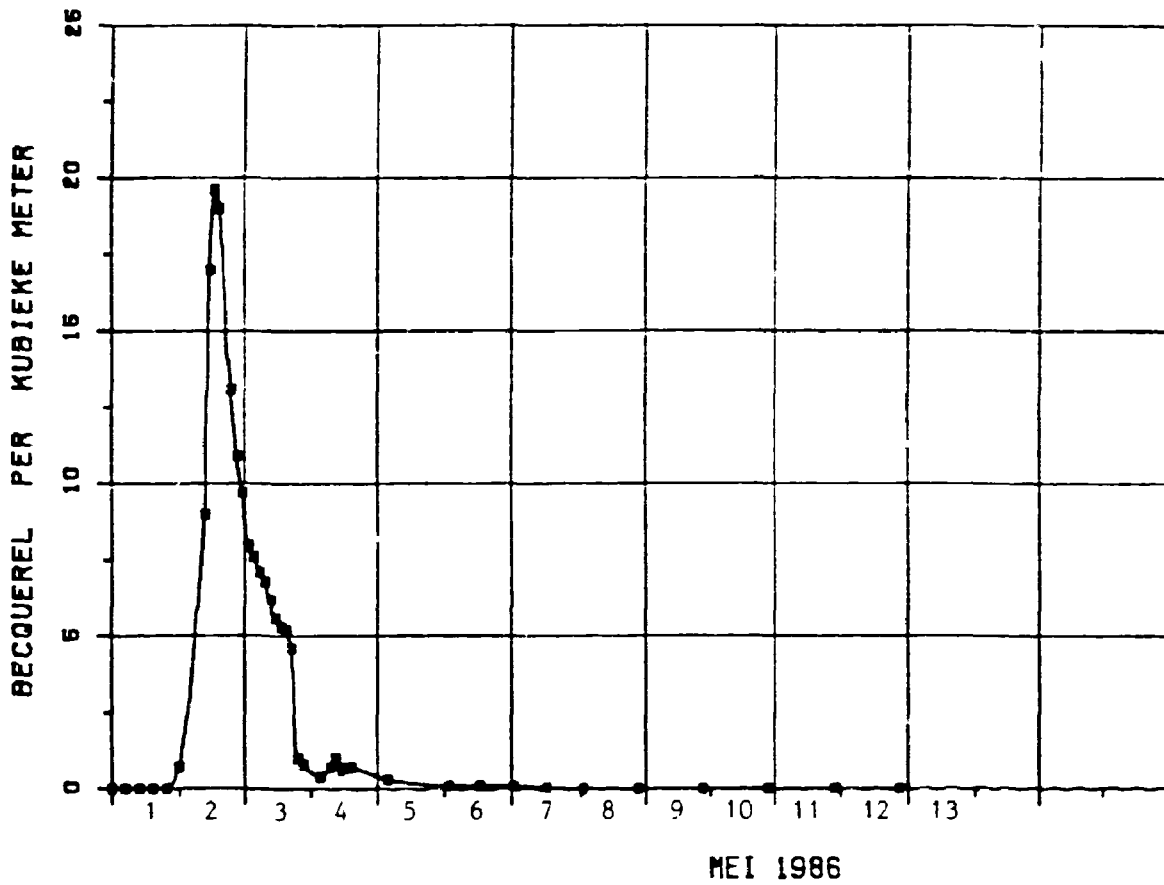
Door de radioactieve neerslag is de bodem besmet geraakt. Voor de voedselvoorziening is de verontreiniging met de radionucliden die langere halveringstijden hebben, te weten strontium-89 (halveringstijd 50,6 dagen), strontium-90 (29 jaar), cesium-134 (2,1 jaar) en cesium-137 (30 jaar) van belang. Gegevens over de strontiumisotopen zijn nog niet beschikbaar. De concentraties aan cesium-137 kunnen worden vergeleken met wat thans nog in de grond aanwezig is als gevolg van de radioactieve neerslag (fall-out) na de grote kernwapenproefexplosies tussen 1956 en 1962. In totaal is er toen  $4700 \text{ Bq/m}^2$  aan Cs-137 neergeslagen en volgens de thans beschikbare gegevens is de hoogste depositie in Nederland bij De Bilt opgetreden, namelijk  $3800 \text{ Bq/m}^2$ . Gemiddeld over het hele land is ca.  $1400 \text{ Bq/m}^2$  gevonden, dat is dus ca. 30% van de totale fall-out indertijd. Het is bekend dat planten Cs-134 en Cs-137 slecht opnemen uit de grond.



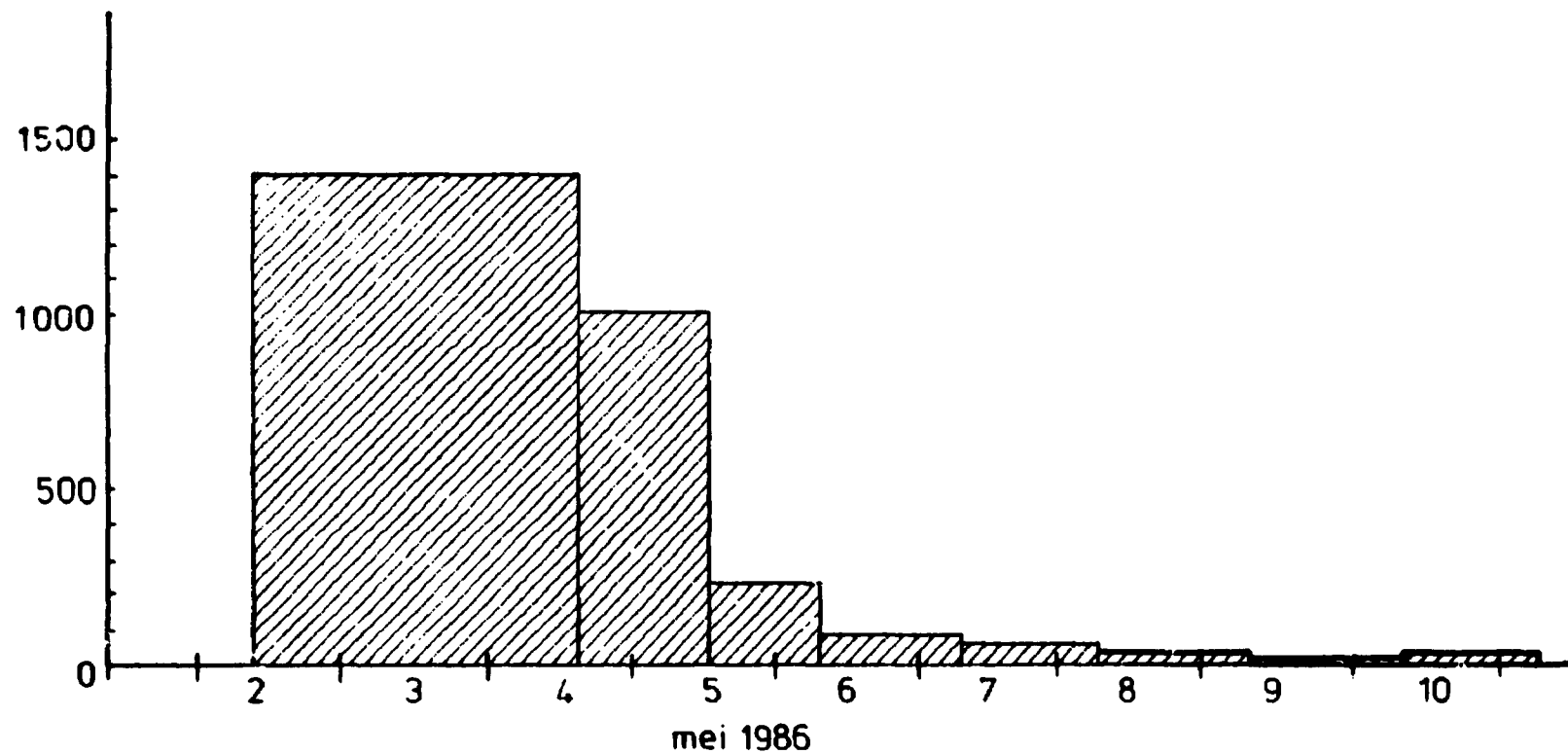
Figuur 5-1 Stralingsniveau in Bilthoven (in microröntgen/uur)

Het stralingsniveau (microröntgen per uur) gemeten in Bilthoven in de eerste dagen van mei 1986. Het natuurlijke achtergrondniveau is 6 microröntgen per uur. Ten gevolge van het overtrekken van de radioactiviteit stijgt het stralingsniveau, met op 2 mei omstreeks 10.00 uur een toename tot ca. 9 microröntgen/uur. Een nog sterkere stijging trad op na de regenbui om 19.00 uur op 3 mei. Na 4 mei daalt het niveau door de afname van de radioactiviteit van kortlevende radionucliden.

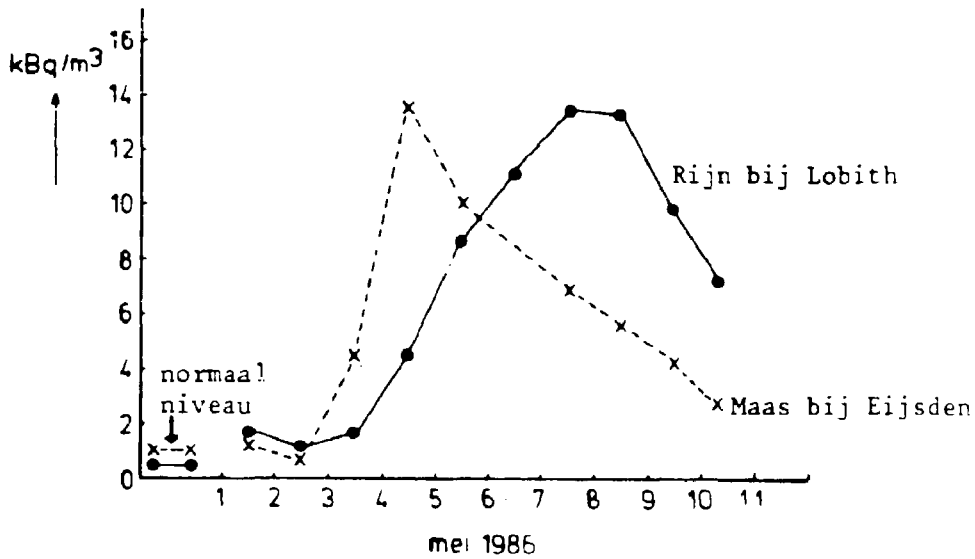
Een stralingsniveau van 1 microröntgen leidt tot een stralingsbelasting van ongeveer 1 microrem.



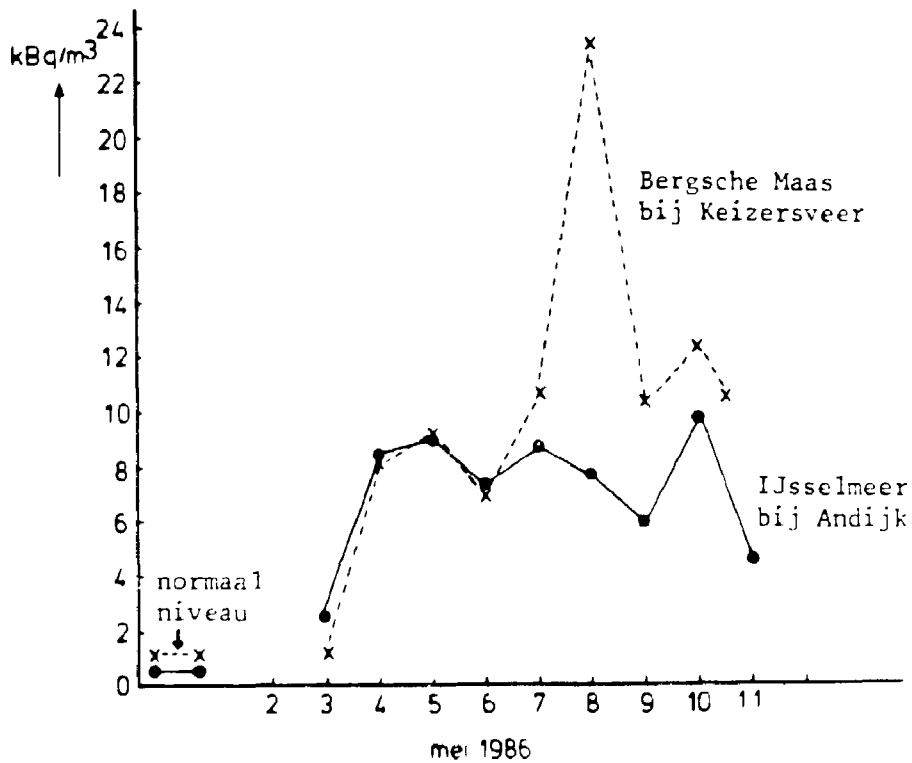
Figuur 5-2 Concentratie ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) van de totale hoeveelheid van I-131 in de lucht van Bilthoven in de eerste dagen van mei 1986. De stijging begon op 2 mei in de voormiddag. Met de neerslag wordt de lucht schoongewassen, zodat na 4 mei praktisch geen I-131 meer in de lucht wordt gemeten.



Figuur 5-3 Concentratie (Bq/l) van I-131 in regenwater gevallen in Bilthoven en gemeten door het RIVM tijdens de eerste dagen na het overtrekken van de radioactieve pluim over Nederland.



Figuur 5-4 Totale  $\beta$ -activiteit in Rijn en Maas bij de grens (verzamelmonsters). Gegevens van de DBW/RIZA.



Figuur 5-5 Totale  $\beta$ -activiteit in wateren, waaruit water wordt onttrokken voor de drinkwater bereiding (steekmonsters). Gegevens van de DBW/RIZA.

Vergelijking van de figuren 5-4 en 5-5 toont de vertraging van de stijging van de radioactiviteit in de toeleverende rivieren.

## 6. RADIOACTIVITEIT IN DE VOEDSELKETEN

### 6.1 Groenten

De op het veld staande groenten zijn door de radioactieve neerslag vanaf 2 mei besmet geraakt. Vooral spinazie met een relatief groot bladoppervlak bleek besmet te zijn met radionucliden waardoor een maximale verontreinigingsgraad op 6 mei werd geconstateerd met één waarde voor totaal gamma-activiteit van 10,2 kBq/kg, zodat het tijdelijk nodig bleek de handel van deze groente te verbieden en de consumptie ervan dringend af te raden. Na 6 mei daalde de besmetting en op 9 mei werden geen I-131-waarden boven 1,3 kBq/kg meer aangetroffen zodat de beperkende maatregelen op 10 mei zijn ingetrokken (zie fig. 6-1). Een samenvatting van de totale gamma-activiteitsconcentraties van verschillende groentesoorten op 6 mei geeft tabel 6-1. Hierbij is aangehouden dat gemiddeld 1,3 kBq/kg aan I-131 overeenkomt met 1,5 kBq/kg aan totaal gamma-activiteit.

Tabel 6-1

Totale gamma-activiteit in kBq/kg in groenten, bemonsterd op 6 mei 1986. Resultaten van de Rijkskeuringsdiensten van Waren, het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Centraal Bureau Tuinbouwveiling.

Produkt	Totaal aantal monsters	Aantal monsters >1,5 kBq/kg	Hoogste gemeten waarde kBq/kg
Spinazie	57	31	10,2
Sla	45	1	7,2
Selderij	5	1	3,0
Peterselie	2	1	1,6
Prei	15	0	1,2
Andijvie	11	0	1,1
Raapstelen	1	0	1,0
Rabarber	5	0	0,35
Aardappelen	1	0	0,25
Bloemkool	12	0	0,2
Sperciebonen	1	0	0,08
Tomaat	14	0	<0,05
Paprika	4	0	<0,05
Komkommer	5	0	<0,05
Asperge	6	0	<0,05
Champignons	1	0	<0,05

### 6.2 Gras

De maximale besmetting van gras, hoofdzakelijk met I-131, is opgetreden op 4 mei en bedroeg toen 1100 Bq/m<sup>2</sup> (van belang voor grazende koeien) (fig. 6-2) en wanneer het gras zeer kort werd afgeknipt 5500 Bq/m<sup>2</sup> (van belang voor grazende schapen). Daarna is een geleidelijke daling opgetreden en op 9 mei werd nog 150 Bq/m<sup>2</sup> resp. 1000 Bq/m<sup>2</sup> gevonden. Het blijkt dat de I-131-concentratie en de Cs-137-concentratie beide snel zijn afgenomen, waarbij de concentraties in ongeveer twee dagen zijn gehalveerd, hetgeen veel gunstiger is dan tot dusver werd aangenomen. De oorzaken hiervan zijn

waarschijnlijk de snelle grasgroei en de schone regen.

### 6.3 Melk

Met het al jaren bestaande landelijk melkmeetnet van het Ministerie van Landbouw en Visserij zijn op zuivelfabrieken grote aantallen melkmonsters op I-131 en Cs-137 onderzocht. Door het graasverbod, ingesteld op de avond van 3 mei, blijkt de besmetting van de melk na 4 mei niet te zijn opgelopen maar juist te zijn gedaald (fig. 6-3). Volgens de beschikbare gegevens over de grasbesmetting was de verwachting dat zonder graasverbod de I-131-gehalten in melk door radioactieve stoffen aanzienlijk zou zijn opgelopen. Nu is de gemiddelde besmetting aan I-131 niet hoger gekomen dan ca. 55 Bq/l, hetgeen ruim onder de gestelde limiet van 500 Bq/l ligt. In melk van koeien die buiten zijn blijven lopen en waarvan de melk door de AID in beslag is genomen is éénmaal een I-131-concentratie van ca. 650 Bq/l gevonden. In schapemelk werden op 6 en 7 mei door de RKvW waarden tot ca. 2000 Bq/l I-131 aangetroffen. Op 7 mei is besloten, dat schapemelk niet meer mag worden bestemd voor onmiddellijke consumptie of voor de bereiding van verse produkten. Voor schapemelk en schapekaas geldt nog steeds een verbod.

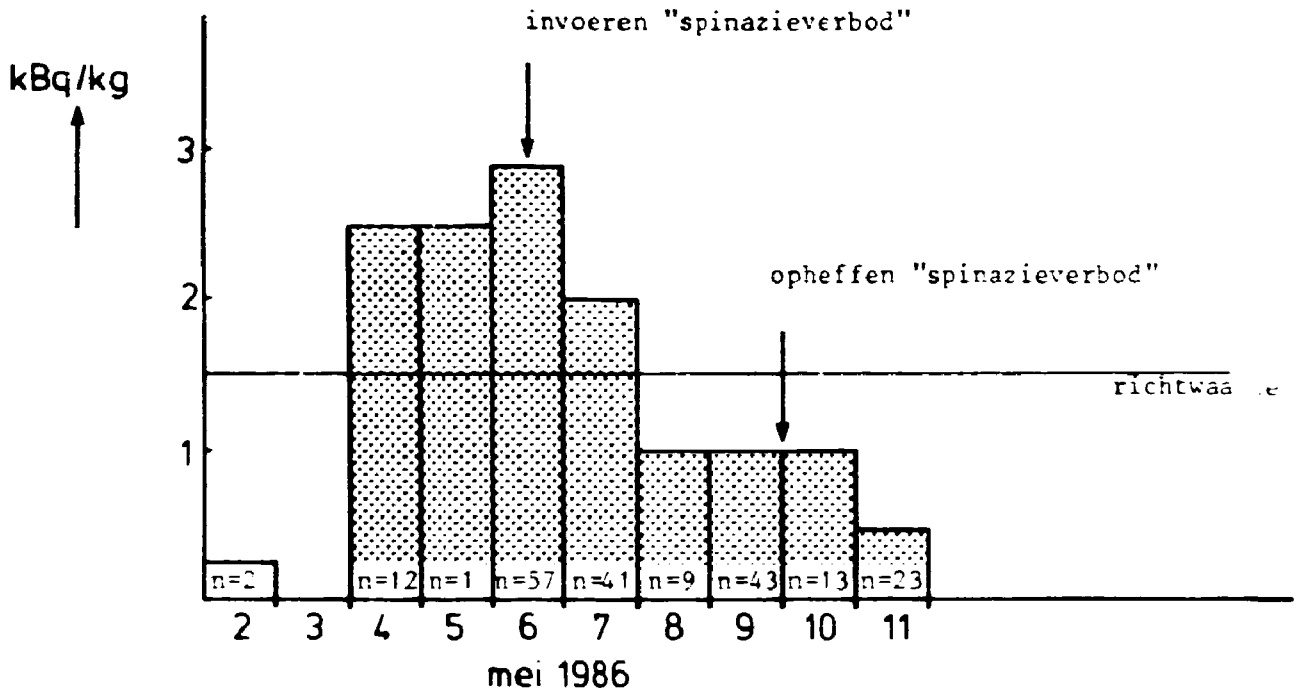
### 6.4 Vlees

De maximale besmetting van runderschildklieren bedroeg op 9 mei ongeveer 60 kBq/kg. Ook de gemiddelde waarden waren hoog. Voor vlees waren de waarden aanzienlijk lager. Volgens metingen van de RKvW lagen de waarden beneden 0,05 kBq/kg. De hoge schildklierwaarden waren aanleiding tot het gebod van 6 mei tot het vernietigen van alle bij het slachten van dieren aangetroffen schildklieren.

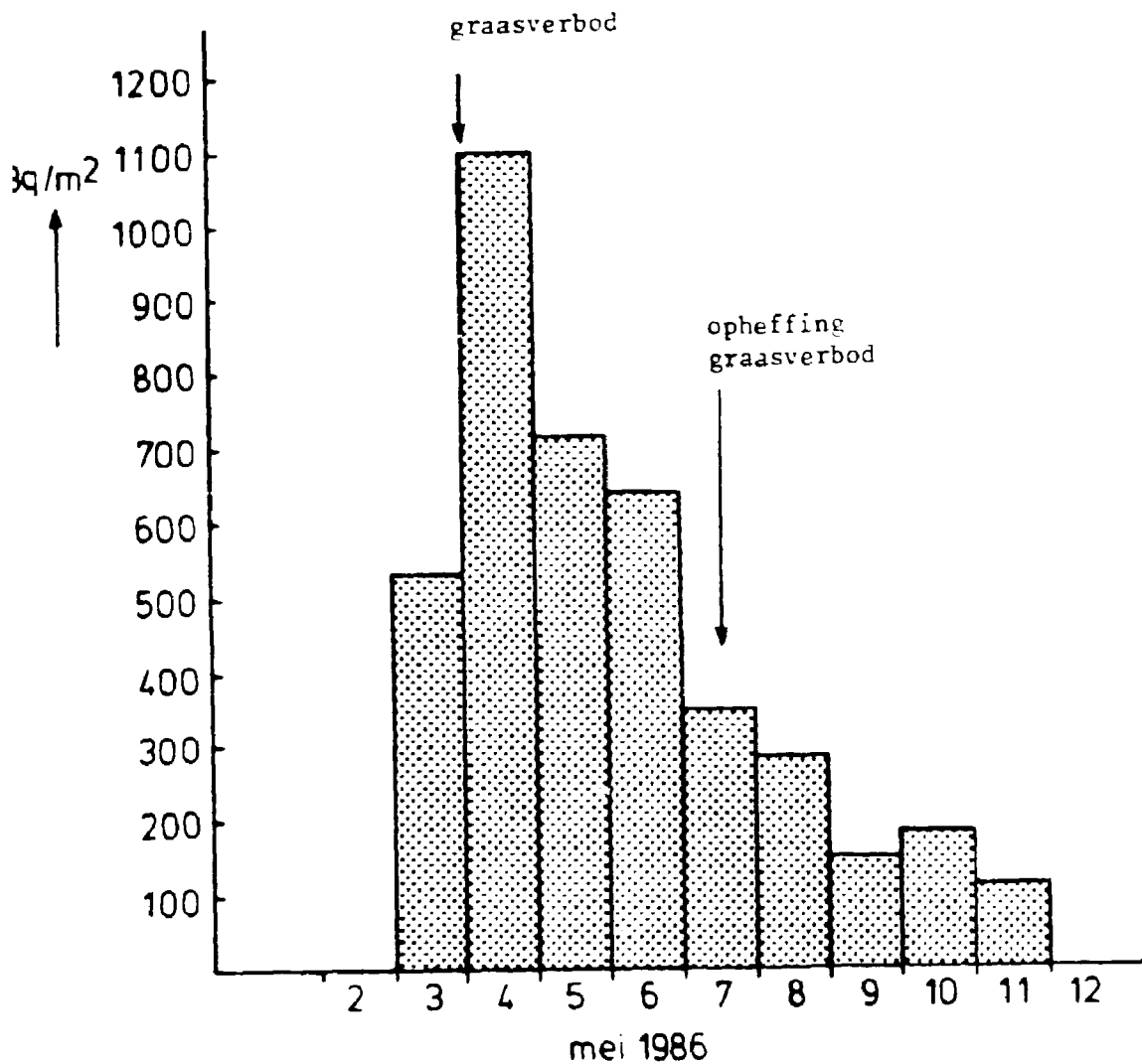
### 6.5 Vis

Metingen uitgevoerd tussen 4 en 9 mei gaven geen hogere I-131-activiteiten te zien dan 0,05 Bq/kg. In mosselen zijn licht verhoogde concentraties I-131 en Cs-137 aangetroffen. Mosselen staan er om bekend dat zij radionucliden sterk kunnen concentreren. Daar het mossel- en oesterseizoen pas eind juni wordt geopend worden er geen problemen verwacht.

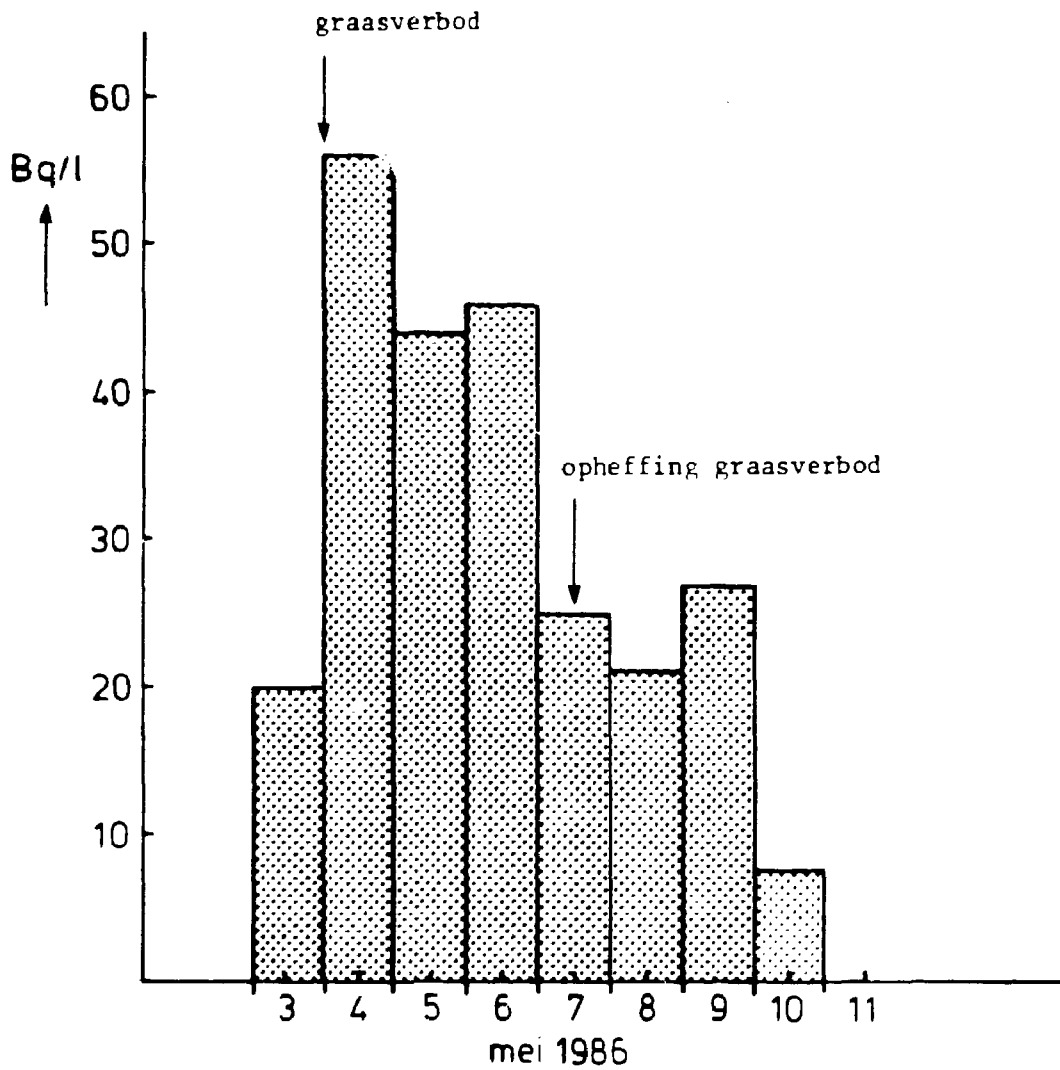




Figuur 6-1 Gemiddelde gehalten aan totale gamma-activiteit in spinazie. Resultaten van de RKvW, het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Centraal Bureau Tuinbouwveiling. Van de gemeten totale gamma-activiteit zal naar schatting op 6 mei ca. 80% uit I-131 hebben bestaan. De actiegrens voor het uit de handel nemen van spinazie van 1,3 kBq/kg aan I-131 komt dus overeen met ongeveer 1,5 kBq/kg totale gamma-activiteit. Deze waarde is als "richtwaarde" in de figuur getekend.



Figuur 6-2 I-131-activiteit in  $Bq/m^2$  in gras, gemeten door het RIVM. Een hoogste waarde van ca.  $1100 Bq/m^2$  werd bereikt op 4 mei, een dag na het uitvaardigen van het graasverbod.



Figuur 6-3 De gemiddelde concentratie van I-131 in de melk gemeten met het Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel van het Ministerie van Landbouw en Visserij. Vanwege de snel oplopende hoge waarden was er een graasverbod voor koeien van 4-7 mei 1986.

## 7. RADIOACTIVITEIT VAN GOEDEREN

Ten aanzien van de besmetting van goederen zijn er diverse problemen gesignaleerd. In het algemeen kan worden gesteld dat de depositie van radioactiviteit in Nederland geen problemen oplevert voor een extra risico voor de bevolking naast de besmetting van voedsel. Een uitzondering vormt de accumulatie van radioactiviteit in filters, die gedurende de periode 1-7 mei 1986 gebruikt zijn voor ventilatie van gebouwen. Een steekproef in de omgeving van Den Haag leverde besmetting van filters op tot een activiteit van  $6 \times 10^5$  Bq I-131 en  $2 \times 10^5$  Bq Cs-137. In de omgeving van de filters was het dosistempo enigszins verhoogd. Het risico van het verwisselen van besmette filters wordt per filter geschat op een effectief dosisequivalent van 0,7 mrem voor de monteurs. Deze waarde is zo laag ten opzichte van de toelaatbare dosis van 500 mrem/jaar dat geen maatregelen nodig worden geacht.

De overige problemen met besmetting van goederen worden gevormd door import vanuit het buitenland, met name uit de landen van Oost-Europa.

Bij transportvoertuigen uit deze landen wordt bij binnenkomst in Nederland met name op plaatsen waar zich vuil heeft verzameld (bijv. luchtfilters, radiator, wielkasten) een verhoogd stralingsniveau gemeten. In het algemeen bedroeg het stralingsniveau op die plaatsen minder dan 1 mrem per uur, met één enkele uitzondering van 3 mrem per uur. Deze lage waarden houden verband met de toetsing, die reeds aan de grens van Oost- naar West-Duitsland plaatsvindt, inclusief eventuele decontaminatie. Uit gegevens van de Duitse douane blijkt dat vrachtwagens uit Oost-Europa een straling vertoonden aan het oppervlak van 0,6-3 millirem/uur. Ook treinen vanuit Oost-Europa zijn soms besmet, maar ondergaan dit onderzoek in West-Duitsland, zodat deze geen problemen voor Nederland vormen. Dekken en luchtinlaten van schepen vertonen soms een besmetting; bij vliegtuigen zijn romp en vleugels schoon, maar vertonen het binnenwerk van de motoren en ook de filters soms een besmetting. Maximaal zijn stralingsniveaus bij schepen en vliegtuigen van 2,5 mrem/uur gevonden. In het algemeen is de radioactiviteit voornamelijk geconcentreerd op vuile oppervlakken; afsputten en conventioneel schoonmaken lost deze problemen op.

T.a.v. vervoerde goederen is het volgende op te merken. Bij controles van voertuigen bij vervoersbedrijven die op Oost-Europa rijden, werden nog

geen besmette ladingen aangetroffen. De binnenkanten van vrachtwagens waren eveneens schoon. Aandacht blijft in de komende periode geboden. Ten aanzien van de norm die gehanteerd dient te worden voor de besmetting, is er nog geen internationaal geaccepteerde waarde.

## 8. STRALINGSBELASTING VAN DE MENS

### 8.1 Opbouw stralingsbelasting

Om een indruk te krijgen van het risico van de verspreide radioactiviteit is een schatting gemaakt van de gemiddelde effectieve stralingsbelasting van een volwassen persoon in Nederland. De verschillende blootstellingsroutes dienen daartoe bekeken te worden. Gezien de relatief snelle afname van de radioactiviteit is het nuttig de dosis van de eerste maand op grond van voornamelijk I-131 te schatten naast de dosis op langere termijn. Bijdragen van minder dan 0,1 mrem/jaar worden hierbij als niet significant aangehouden.

De stralingsbelasting is opgebouwd uit de bijdrage van inhalatie, externe bestraling en interne bestraling via besmet voedsel.

### 8.2 Inhalatie

Deze route is alleen op 2 en 3 mei 1986 van belang geweest. De bijdrage daarvan is berekend op 0,5 mrem. Na 3 mei was deze bijdrage niet significant meer.

### 8.3 Externe straling

De bijdrage van de straling vanuit de lucht is slechts van belang geweest op 2 en 3 mei 1986 en is als niet significant te beschetsen.

Door depositie van radionucliden na 3 mei 1986 is buitenshuis het externe stralingsniveau verhoogd van het achtergrondniveau van 6 microrem per uur tot 18 microrem per uur, gevolgd door een snelle daling. Ervan uitgaande dat een gemiddelde Nederlander slechts een beperkte tijd buitenshuis is, zal slechts 20% van deze verhoging bijdragen in de persoonlijke stralingsbelasting en zal het dosisequivalent in de eerste maand ongeveer 1 mrem zijn.

De externe straling neemt af tot alleen de cesiumisotopen over zijn. Na de eerste maand na het ongeval zal de verhoging daarom ongeveer 2 microrem per uur zijn oftewel 4 mrem per jaar. In de volgende jaren zal dit nog verder

afnemen.

#### 8.4 Interne straling door voeding

##### 8.4.1 Melk.

De melk draagt aanvankelijk voornamelijk bij door de radionucliden die op het gras gedeponeerd zijn. Deze bijdrage zou zonder ingrijpen een totale hoeveelheid van 1,5 mrem hebben gegeven. Aangezien de koeien niet buiten zijn geweest gedurende de eerste 3 dagen na 3 mei is de bijdrage naar schatting gereduceerd tot 0,7 mrem.

Op langere termijn zal de melk bijdragen via de wortelopname van radionucliden door het gras. De bijdrage van I-131 tot deze route zal na één maand niet meer significant zijn. De cesiumisotopen zullen de eerste jaren ongeveer 1 mrem per jaar bijdragen. (Zie tabel 8-1). Over de bijdrage van de Sr-isotopen is nog geen voorspelling te maken.

##### 8.4.2 Vlees

Een schatting van deze route is gemaakt door aan te nemen dat alle vlees afkomstig is van runderen. Bij een gemiddelde consumptie van 100 kg per jaar zou dit een dosisequivalent opleveren van 0,4 mrem/jaar.

##### 8.4.3 Groente en graan

Deze route bevat de directe consumptie van voedingsgewassen door de mens. Evenals bij gras valt ook hierbij te onderscheiden de door de regen op het gewas gedeponeerde radionucliden en de via bodembesmetting naar het gewas getransporteerde radionucliden.

De bijdrage van op het gewas gedeponeerde radionucliden is ten dele verkleind door ingrijpen vanuit de overheid (spinazie-maatregel), terwijl overigens nog weinig groente van de volle grond voorhanden was. Een schatting is daarom moeilijk te geven. Voorlopig wordt een waarde van in totaal 1 mrem aangehouden.

De route bodem-plant-voeding levert op termijn een bijdrage van naar schatting 0,6 mrem per jaar.

##### 8.4.4 Geschatte totale stralingsbelasting t.g.v. het reactorongeval

Tabel 8-1 geeft een samenvatting van de individuele stralingsbelasting van

een volwassen persoon. Hierbij moet nog worden aangetekend dat kinderen in bepaalde gevallen een hogere stralingsbelasting zouden kunnen oplopen. Bijvoorbeeld de individuele stralingsbelasting van I-131 is hoger voor kinderen dan voor volwassenen.

Voorts is de gemiddelde depositie van radionucliden met de regen in Nederland als uitgangspunt genomen. Er is een grote variatie in neergeslagen radioactiviteit geconstateerd, waardoor gesteld mag worden dat de situatie plaatselijk verschilt.

Het valt te verwachten dat de jaarlijkse verhoging na het eerste jaar zal afnemen.

Aan de andere kant is bij deze schattingen geen rekening gehouden met de aanwezigheid van Sr-89 en Sr-90, radionucliden die tot nu toe nog niet zijn aangetoond, maar waarvan de aanwezigheid wel vermoed wordt.

Afgaande op de neerslaggegevens is het te verwachten dat Pu-isotopen een bijdrage tot de stralingsbelasting zullen leveren die ver ligt beneden 1 mrem per jaar.

De gevonden stralingsbelasting kan worden vergeleken met de altijd aanwezige natuurlijke stralingsbelasting, die voor Nederland ongeveer 175 mrem per jaar bedraagt.

Tabel 8.1

Voorlopige schatting van de stralingsbelasting in Nederland t.g.v. bestmetting van Nederland door de ramp met de kernreactor te Tsjernobyl.

Soort bestraling/route	Effectief dosisequivalent	
	Eerste maand mrem	Eerste jaren mrem/jaar
1. Inhalatie	0,5	n.s.
2. Externe bestraling		
2.1 Vanuit de lucht	n.s.	n.s.
2.2 Vanaf de bodem	1	4
3. Interne bestraling via besmet voedsel		
3.1 Melk door direct besmet gras	0,7	-
3.2 Melk via route bodem-gras-koe	0,2	1
3.3 Vlees	-	0,4
3.4 Gewassen	1	0,6
<b>Totaal</b>	<b>3,4 mrem</b>	<b>6 mrem/jaar</b>

Natuurlijke achtergrond in Nederland 175 mrem/jaar

Stralingsbelasting in 1963 (het jaar met de hoogste waarden) t.g.v. de kernwapenproefnemingen 8 mrem/jaar

\* n.s. = niet significant



## 9. METINGEN AAN DE MENS

Ten tijde van het ongeval te Tsjernobyl verbleven Nederlandse staatsburgers in de USSR en de omringende landen. De meeste van hen vernamen pas bij terugkomst in Nederland dat er een ongeval met een kerncentrale had plaatsgevonden. Begrijpelijkwijs stelden deze mensen de vraag in hoeverre hun gezondheid nadelig zou kunnen zijn beïnvloed door de vrijgekomen straling. Ten behoeve van een aantal van hen werd contact gelegd met het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (RIVM). Ook enkele andere instituten verrichtten metingen. Te zijner tijd zullen de resultaten worden geëvalueerd.

## 10. TOEKOMSTIGE BEWAKING

Na de grootschalige meetactiviteit in de eerste weken na het ongeval om de omvang en gevolgen van de passage van radioactief besmette lucht in kaart te brengen, is op langere termijn een minder intensieve meetinspanning noodzakelijk. Deze zal echter vele jaren moeten worden gecontinueerd en zich richten op de bewaking van de routes waariangs radioactiviteit in ons land kan worden binnengevoerd, te weten lucht, regenwater, oppervlaktewater, slib, organismen en importgoederen. Ook vragen hierbij het grondwater, drinkwater en zeewater aandacht. Naar verwachting zal voor controle van goederen extra meetcapaciteit en deskundigheid nodig zijn. Tenslotte zal een intensivering van onderzoek naar transport en accumulatie van radionucliden in mens en ecosystemen plaatsvinden. Monitoring van de mens is voorzien voor die personen waarbij door de arts aanleiding wordt gezien voor een oriënterend nucleair geneeskundig onderzoek. Mocht in de schildklier of in de urine een hoeveelheid radioactiviteit worden aangetroffen, die uitgaat boven gebruikelijke activiteiten als gevolg van diagnostisch onderzoek, dan kan monitoring met "whole body counters" plaatsvinden.

Momenteel wordt onder coördinatie van het RIVM de totale behoefte aan toekomstige meetinspanningen en de daarbij behorende deskundigheid geïnventariseerd. Tevens wordt in opdracht van het RIVM door het RBI-TNO de in Nederland aanwezige onderzoekscapaciteit en deskundigheid in kaart gebracht. Een aan het IRI opgedragen inventarisatie heeft te zien gegeven dat zonodig binnen enkele dagen bij meerdere instellingen capaciteit is te

creëren voor de opleiding van stralingscontroleurs. Door het RIVM zal in overleg met de meest betrokken instanties een opleidings- en onderzoekprogramma worden opgesteld en een schatting worden gemaakt van de hiertoe benodigde totale behoefte aan instrumentele en scholingsvoorzieningen.

## BIJLAGE I

### WATERSTAATKUNDIGE MAATREGELEN EN AANDACHTSPUNTEN

#### Voorzorgsmaatregelen van de Rijkswaterstaat

- Het routinematig meetnet van de Rijkswaterstaat is aanzienlijk uitgebreid (onder normale omstandigheden wordt in Lobith, Eijsden, Keizersveer en Andijk gemeten).
- Om het Zuidelijk deltabekken zoveel mogelijk te vrijwaren van besmet Rijnwater is het aflaten van het water via de Volkeraksluizen tot nader order vrijwel volledig gestaakt. Het schutbedrijf voor de beroepsvaart kan desondanks zonder noemenswaardige vertraging worden afgehandeld. Deze maatregelen hebben tot gevolg dat het Noordelijk deltabekken sterker met zout water wordt belast. Dit is echter acceptabel omdat er momenteel een relatief hoge afvoer van rivierwater is.
- Het lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen wordt volgens de normale procedure afgehandeld. Verandering van het programma van deze sluis leidt momenteel niet tot aanwijsbare voordelen.
- De stuwen van Driel en Amerongen zijn om reden van beperking van de toevoer naar het IJsselmeer geopend.
- Een deel van de Limburgse en Brabantse kanalen wordt momenteel met Maaswater doorgespoeld om de radionuclidenconcentraties te verlagen.
- De inlaat in het Amsterdam-Rijnkanaal is nu zoveel mogelijk beperkt. Als de activiteitsconcentraties van de Rijn dalen, kan overwogen worden water in te laten om doorspoeling van boezems en volders weer mogelijk te maken.
- Het eventueel bijstellen van het lozingsprogramma van de sluisen in de Afsluitdijk is in studie. Hierbij zullen de gevolgen voor de Waddenzee in de beschouwing worden betrokken. Verder wordt bekeken of het doorspoelen via het Noordzeekanaal een zinvolle maatregel is.

#### Aandachtspunten voor het beheer van de Regionale Wateren

- Voor hoog Nederland komen vooral die maatregelen in aanmerking die erop gericht zijn het grondwater zoveel mogelijk tegen besmetting te

beschermen. Dit kan gebeuren door het besmette oppervlaktewater zo snel als mogelijk af te voeren, rekening houdend met de gevolgen voor de ontvangende wateren. Dit betekent dus noodzakelijk onderlinge afstemming tussen de betrokken waterbeheerders. (Zowel kwaliteit als kwantiteit).

- Voor laag Nederland dient te worden overwogen het besmette water zoveel mogelijk, rekening houdend met andere belangen, richting Noordzee uit te slaan.
- Eveneens in verband met de hoge rivierafvoeren zijn ook de slibgehalten van de rivieren hoog. Vanwege de hoge activiteitsconcentraties van het slib en van het water zelf wordt geadviseerd een terughoudend doorspoelbeleid te voeren en de aanvulling zo veel mogelijk door onbesmet regenwater te doen plaatsvinden. Dit geldt ook voor waterinlaat b.v. vanuit het IJsselmeer. Ook hier geldt weer de noodzaak van onderlinge afstemming. Dit klemt des te meer omdat maatregelen in hoog Nederland ten opzichte van laag Nederland en maatregelen van de ene waterbeheerder ten opzichte van de ander aanleiding kunnen geven tot tijdelijk verhoogde activiteitsconcentraties van het af te voeren water. Inlaten van water op een ongunstig moment zal dan als middel erger zijn dan de kwaal.
- Naast het rivierslib verdient ook het zuiveringsslib bijzondere aandacht.