

**VERARMDE URANIUM**

**&**

**DE BIJLMERRAMP**

**december 1994**

c Landelijk documentatie- en onderzoekscentrum op  
het gebied van kernenergie en het verzet ertegen

**Stichting LAKA  
Ketelhuisplein 43  
1054 RD Amsterdam**

**tel/fax: 020-61 68 294**

# INHOUD

	blz
I. VERARMD URANIUM EN DE BIJLMERRAMP	3
inleiding	3
verbrand of niet ?	3
gevolgen voor de gezondheid	5
II. VERARMD URANIUM EN DE (TWEEDE) GOLFOORLOG	6
inleiding	6
verarmd uranium en de golfveteranen	6
bevindingen van medici in Irak	7
BIJLAGE I	
Richtlijnen Amerikaanse leger	9
BIJLAGE II	
Gegevens uit de literatuur	10



# VERARMED URANIUM EN DE BIJLMERRAMP

## Inleiding

Op 12 oktober 1993 maakte de stichting LAKA door middel van een persbericht bekend dat de El Al vracht-Jumbo, die een jaar eerder neerstortte in de Bijlmer, verarmd uranium bevatte als contragewicht. Het nieuws veroorzaakte veel onrust onder de bewoners van de Bijlmer. Voor de zoveelste maal werden ze geconfronteerd met informatie waarover de overheid het liefst zwijgt. Veel zaken omtrent de oorzaak en de gevolgen van de ramp zijn nog altijd niet opgehelderd.

Het LAKA baseerde haar gegevens onder andere op een publikatie uit 1979 van Paul Loewenstein, de toenmalige technisch directeur en vice-president van het Amerikaanse bedrijf Nuclear Metals Inc.. Deze fabrikant bezit in de VS een monopoly op leveranties van verarmd uranium aan de wapenindustrie en - in mindere mate - aan de scheepsbouw- en vliegtuigbouwindustrie, zoals Boeing. Loewenstein meldt in zijn publikatie dat er in elke Boeing 747 vijftienhonderd kilo verarmd uranium verwerkt zit als ballast. Andere publikaties geven aan dat het om vliegtuigonderdelen gaat in het staartstuk (het richtingsroer) en de vleugels (roerkleppen).

Woordvoerders van Boeing, El Al, het ministerie van verkeer en waterstaat en de rijksluchtvaartdienst (RLD) gaven onmiddellijk toe dat er als contragewicht in het richtingsroer van het verongelukte toestel verarmd uranium zat verwerkt. Ook zou het volgens hen niet gaan om 1500, maar om 390 kilo. Het gerucht doet de ronde dat sinds de ramp op het Canarische eiland Tenerife (augustus 1977), waarbij twee Boeings 747 bij betrokken waren, veel vliegtuigbouwers langzamerhand het uranium hebben vervangen door wolfram.

### Verarmd uranium

Verarmd uranium is een bijproduct van de kernindustrie. Het ontstaat bij het verrijgingsproces van natuurlijk uranium. Natuurlijk uranium, dat uit uraanerts wordt gewonnen, bestaat uit verschillende componenten met verschillende fysische eigenschappen (isotopen). Eén daarvan is het splijtbare uranium-235. Alleen deze component is geschikt voor kernsplijting in kerncentrales en kernwapens. Natuurlijk uranium bestaat slechts voor 0,7% uit het splijtbare uranium-235. Om uranium geschikt te maken voor toepassing in de kernindustrie wordt het gehalte van deze splijtbare component verhoogd tijdens de verrijking. Daarbij ontstaat, behalve een fractie verrijkt uranium, een grote hoeveelheid verarmd uranium. Bij verarmd uranium is het percentage U-235 verlaagd tot 0,2 of 0,3 procent. Het hoofdbestanddeel is U-238.

Het ministerie van VROM maakt in een persbericht op 5 November 1993 dat er óók verarmd uranium zat in de vleugels, maar dat de totale hoeveelheid uranium hetzelfde blijft. In dezelfde persverklaring meldt het ministerie dat 112 kilo van de 390 kilo verarmd uranium al snel na de ramp (heimelijk) is geborgen en afgevoerd naar de COVRA in Borsele. Bij zoekacties tijdens het afgelopen jaar op Schiphol-Oost en het Gronddepot Top Noodstort is respectievelijk nog eens 48 en 3 kilo teruggevonden. Er blijft dus nog altijd ongeveer 227 kilo zoek.

### verbrand of niet ?

Door deskundigen van de RLD, ECN en de Amsterdamse GG & GD wordt het zéér onwaarschijnlijk geacht dat het vermiste uranium zou zijn verbrand en in de atmosfeer terecht gekomen zou kunnen zijn. De deskundigen van de genoemde instanties stellen dat de kans op

omzetting van de uraniumstaven in stofdeeltjes uraniumoxyde in de kerosinebrand vrijwel nihil is geweest. Het LAKA komt op grond van haar documentatie tot een andere konklusie en meent dat de omstandigheden tijdens de ramp wel gunstig waren voor verbranding van de staven uranium tot stofdeeltjes uraniumdioxide.

Uit het onderzoek van de milieudienst Omegam (maart 1994) blijkt dat het uraniumgehalte in de bodem toeneemt vanaf het inslagpunt naar zuidwestelijke richting (de richting van de rookpluim). Ook het GG & GD rapport wijst op de verspreiding van uraniumoxydedeeltjes over een groter gebied dan de rampplek. Door de hete kerosinebrand werden de deeltjes eerst omhoog getransporteerd om verder weg neer te dalen. Ook andere onderzoeken (uit de VS) wijzen uit dat de deeltjes op grote afstand van een brand worden verspreid. Uraniumdioxide is oplosbaar en het is niet uit te sluiten dat het terecht komt in het grondwater. In de buurt van testgebieden in de VS werden uraniumdeeltjes aangetroffen in het grondwater.

#### Eigenschappen van verarmd uranium (U-238)

Verarmd uranium is een zwaar metaal met een hoge dichtheid, het is anderhalfmaal zwaarder dan lood en zeer hard. Aanwezig in stofdeeltjes kan het metaal, wanneer het in contact komt met lucht of water, spontaan ontbranden in uraniumdioxide-deeltjes. Bij grote brokstukken uranium-metaal in brandhaarden met temperaturen vanaf 500 graden celsius vindt aan de oppervlakken ook een snelle oxydatie plaats. Het is in de wereld van de natuurwetenschappen alom bekend dat uranium en al zijn verbindingen giftig zijn, zowel chemisch als radiologisch. De chemotoxiciteit is vergelijkbaar met dat van andere zware metalen, zoals lood of cadmium.

Het niet-splijtbare uranium-238 is een zwakke alfa-straler en vervalt in een periode van miljoenen jaren in andere radioactieve bijproducten. De eerstvolgende vervalproducten zijn de bèta- en gammastralers thorium-234 en protactinium-234. Termen als uitgewerkt uranium, schijnbaar afgeleid van afgewerkt uranium, zijn dus misleidend. Niet-radioactief uranium bestaat niet!

Als men slechts de emissie van alfa-deeltjes beschouwd, is het technisch correct te zeggen dat de radioactiviteit van verarmd uranium substantieel lager is dan dat van natuurlijk uranium (omdat het minder U-234 bevat, een sterke alfastraler). Maar het is een misleidende en onvolledige bewering, omdat thorium-234 en protactinium-234 altijd aanwezig zijn en praktisch alles van de penetrerende straling produceert dat verarmd uranium uitstraalt. Het Amerikaanse leger gebruikt dan ook bij ongevallen met materiaal van verarmd uranium bèta- en gammastralingsmeters.

Ofschoon uranium-238 een zwakke alfa-straler is, kan dit soort straling gevaarlijk zijn bij langdurige inwendige blootstelling. Stofdeeltjes uraniumdioxide, kleiner dan 10 micrometer, kunnen permanent in de longen blijven; ze kunnen zich ook voor lange tijd in de botten en nieren nestelen. De ioniserende straling van de deeltjes is voldoende om het kwetsbare omringende orgaanweefsel aan te tasten. Op langere termijn kan dat leiden tot breuken en fragmentvorming in het erfelijk materiaal. Mogelijke gevolgen op termijn zijn: celbeschadiging, mutaties, vorming van tumoren en kanker (longkanker). De kans op stralingsgeïnduceerde kanker is met een alfa-straler in het lichaam minstens 20 maal groter dan bij een equivalente gamma-straler.

Uranium passeert, evenals calcium, de placenta. Dat blijkt uit proeven op zwangere vrouwen (!), verricht door het Oak Ridge National Laboratory in Tennessee. Het is alom bekend dat de ongeboren vrucht zeer kwetsbaar is voor straling.

Omdat in het Omegam rapport geconstateerd wordt dat de concentraties uranium in de bodem toenemen op grotere afstand en de waarden boven de verwachte waarde voor deze grond liggen zou de grond nogmaals onderzocht kunnen worden. Er zou dan onderzocht moeten worden welk soort uranium voorkomt. Door een isotopenonderzoek (d.m.v. massa- of gammaspectrometrie) kan worden vastgesteld of de hogere waarden rond de rampplek veroorzaakt worden door verarmd uranium of dat het natuurlijke verschillen zijn. Dit geeft meer duidelijkheid over de verspreiding van de uraniumoxydedeeltjes. In oktober '93 stemde het stadsdeel Zuidoost, na inspraak van LAKA

op een hoorzitting, in met een nieuw onderzoek naar uranium in de bodem. Het is op dit moment niet duidelijk hoe het daarmee staat.

### **gevolgen voor de gezondheid**

De uitwerking van verarmd uranium op het lichaam hangt af van de toestand waarin het radioactieve materiaal zich bevindt. Er zijn drie potentiële gevaren te onderscheiden, afhankelijk van hoe het lichaam wordt blootgesteld:

1. grote hoeveelheden verarmd uranium-metaal: hier domineert de gamma-straling waaraan de organen worden blootgesteld.
2. opgelost verarmd uranium in het milieu: metaalvergiftiging door opname in de slokdarm via voedsel en drinkwater.
3. micrometer-grote deeltjes verarmd uranium (metaal/oxide): de blootstelling van longweefsel aan alfa-straling.

Voor de Bijlmerramp is het derde gevaar van toepassing. De Amsterdamse brandweer zou bij de ramp gemeten hebben op radioactiviteit en geen straling hebben geconstateerd. De straling van uranium bestaat voor het grootste deel uit alfa-deeltjes die een kort bereik hebben. Dat maakt het opsporen ervan moeilijk.

Overigens zal het verbrande uranium vooral verder van de rampplek neergekomen zijn, dit door de hoge temperatuur bij de brand, de sterke wind en het opstijgen van de rookpluim. De GG & GD constateert dat de temperatuur bij de brand te laag is geweest om het uranium te laten koken en verdampen. Dit lijkt een enigszins geruststellende mededeling maar is irrelevant. Zo stelde het ECN, in oktober 1993, dat het uranium niet kon zijn gesmolten. Bij de Bijlmerramp gaat het echter om het verbranden van het uranium waarbij oxydedeeltjes vrijkomen. Ook de GG & GD constateert dat oxydedeeltjes zijn vrijgekomen, maar dat dat geen gevaar voor de volksgezondheid oplevert. Zij gaat er immers vanuit dat het uranium in grote stukken was verwerkt en dat de kerosinebranden veel zuurstof verbruikten en er dus weinig uranium kan zijn verbrand. Dat het uranium in grote stukken verwerkt was valt te betwijfelen: het staafje gevonden op de Top-Noodstort was 3 bij 15 centimeter. Als alle uranium in deze vorm verwerkt was kan er toch over een groot oppervlak worden gesproken. Overigens wordt in de eindrapportage uranium ("Vliegkamp Bijlmermeer - eindrapportage uranium"; stadsdeel A'dam Zuidoost, sektor Beheer en Milieu, 4 oktober 1994) voor het eerst gesproken over staven i.p.v. "blokken".

Het is bekend dat ook bij grotere stukken (dus niet fijn verdeeld als stof) vanaf 500 graden Celsius oppervlakte-oxydatie (verbranding) plaatsvindt. De oxydatie-snelheid hangt af van factoren als de temperatuur, de windsnelheid, de toestand en grootte van de oppervlakken en de toevoer van zuurstof. De eerste drie factoren waren gunstig voor verbranding. Kerosinebranden kunnen temperaturen bereiken van 1200 graden celsius, de windsnelheid was windkracht 8, en het zojuist genoemde rapport geeft zelf aan dat het kleine stukken (staven) uranium-metaal zijn. Over de mate van zuurstoftoevoer in de kerosinebrand kan worden getwist. Het is in ieder geval merkwaardig om zomaar te veronderstellen dat er op iedere plek van de ramp dezelfde conditie ('zuurstofarme omgeving'; GG&GD rapport) heerste. Volgens LAKA is (een gedeeltelijke) verbranding van het uranium zeker niet uit te sluiten en zelfs waarschijnlijk. De constatering van de GG & GD dat de bestaande gezondheidsklachten geen gevolg kunnen zijn van de Bijlmerramp is voorbarig. De GG & GD heeft op een enquête onder artsen na, geen medisch onderzoek gedaan bij mensen met klachten.

Er is in het geheel geen rekening gehouden met de lange-termijn effecten van het inademen van stofdeeltjes uraniumdioxide. Om meer duidelijkheid te verkrijgen over eventuele gevolgen voor de

volksgezondheid zou een lange-termijn onderzoek kunnen worden gestart. Zo kan uranium bijvoorbeeld kanker veroorzaken als het wordt ingeademd, dit manifesteert zich echter pas na een aantal jaren. Het op lange termijn blijven observeren van de klachten van Bijlmerbewoners en hulpverleners wordt dan ook aanbevolen.

# VERARMED URANIUM EN DE (TWEEDE) GOLFOORLOG

## Inleiding

Sinds maart 1992 houdt de stichting LAKA een archief bij over de toepassing van verarmd uranium in conventionele wapensystemen. Antitank munitie, waarvan de penetrator is vervaardigd van verarmd uranium werd voor het eerst op oorlogsschaal ingezet door de Amerikaanse en Britse strijdkrachten tijdens de (tweede) Golfoorlog in 1991. De hoeveelheid uranium die de geallieerden op het slagveld achterlieten wordt op grond van gegevens die vrij zijn gekomen onder de Amerikaanse Freedom of Information Act (FOIA) voorlopig geschat op 300 ton. Door het voortdurende VN-embargo tegen Irak zijn er weinig onderzoeksgegevens bekend over de gevolgen van het uranium voor het milieu en de gezondheid. Een onderzoek is uitgevoerd door de Duitse arts prof. dr. Siegwart-Horst Günther. Deze arts verblijft al lange tijd in Irak en is één van de weinige westerse medici die sinds de Golfoorlog kans zag om medicijnen in te voeren en hulp te verlenen in de uitpuilende dorpsziekenhuizen. Günther neemt aan dat bepaalde ziektes verband houden met uraniumvergiftiging. Zijn diplomatieke inzet voor verder medisch onderzoek, om die relatie daadwerkelijk aan te tonen, heeft tot op heden geen effect gesorteerd. De bevindingen van Günther worden gedeeld door de coördinator van het onderzoek van het Harvard Studie Team naar de gezondheidssituatie in Irak na de Golfoorlog (tot 1993), de Canadese arts dr. Eric Hoskins. In de New York Times van 21 januari 1993 schrijft Hoskins dat het Pentagon de gevolgen van verarmd uranium sterk onderschat.

## Verarmd uranium en de Golfveteranen

In april 1992 kwamen de eerste berichten over uiteenlopende gezondheidsklachten onder Amerikaanse Golfveteranen, ook wel aangeduid als het "Golffoorlogsyndroom" of het "Desert Storm Syndroom". Het bestaan van het syndroom wordt door de Amerikaanse regering thans erkend. Inmiddels zijn er in de VS 20.000 zieke Golfveteranen geregistreerd. In Groot-Brittannië zijn zo'n 1000 veteranen met symptomen van het syndroom. De Britse regering ontkent nog altijd het bestaan van het syndroom.

Het staat vast dat het enorme scala aan symptomen diverse oorzaken heeft. Opvallend is dat, ondanks eerdere toezeggingen, medisch of epidemiologisch onderzoek naar de effecten van stoffen uraniumdioxide uitblijft. Slechts een selecte groep militairen, bemanning van tanks die werden getroffen door eigen uraniumprojectielen, werd onderzocht. Het blijft dan ook onduidelijk hoe groot de bijdrage van uraniumvergiftiging is aan het Golffsyndroom.

Verarmd uranium is door sommigen al het Agent Orange van de jaren negentig genoemd. De vergelijking is treffend. Vietnamveteranen die bloot hebben gestaan aan het ontbladeringsmiddel en na verloop van tijd kanker hebben gekregen hebben tientallen jaren moeten vechten voor erkenning van hun schadeclaims. Het ziet er naar uit dat de Golfveteranen hetzelfde te wachten staat.

Een fragment uit het NBC nieuwsprogramma Dateline (22 februari 1994), geheel gewijd aan verarmd uranium, met de veelzeggende titel 'Deadly fire':

- Gen. Ronald Blanck (legerarts): *"But we are talking about very, very low levels of radioactivity here. The risk was very, very low."*

- discussion leader: *"But if the levels are so low, why was this plant, NL-Industries, a manufacturer of DU rounds for the military, closed down for health reasons in 1980, radioactive DU particles from its smokestacks were discovered 26 miles away, carried by the wind over the city of Albany,*

*New York. And if the radiation levels are so low, why are these American tanks, hit by friendly fire, DU rounds from other US tanks, being cleaned and restored here at the military's decontamination center in South Carolina? Three years after Desert Storm they are still radioactive."*

*- Gen. Blanck: "Now I've been pushed by a lot of groups to say it's petrochemicals or it's depleted uranium or it's this or that. And my answer to them is: I will not come up with what people think is the correct answer. I'm going to wait for the right answer."*

#### Gevolgen voor het milieu

Er zijn diverse onderzoeksrapporten bekend over de gevolgen van verarmd uranium voor het milieu. Een vrij recent rapport van het Amerikaanse ministerie van Energie (DOE) bespreekt de verschillende routes van besmetting: "The release mechanism causing potential contamination is migration of the uranium and radioactive decay products through the soil into the surface and ground waters, and also potentially the biota system. Migration can occur through the atmospheric (airborne) pathway for inhalation or liquid (surface or groundwater) pathway for ingestion... Fragments and particles...left in the soils will eventually corrode and can be mobilized into soil if the particles are carried by rainwater..."

Het Amerikaanse genootschap voor medische stralingsdeskundigen In Vivo vreest vooral de uitwerking op langere termijn van het verarmde uranium, zo schrijft de directeur van het genootschap Geoffrey Sea in een rapport. Directe blootstelling aan grote hoeveelheden levert het acute gevaar op van metaalvergiftiging. Maar zorgwekkender noemt Sea de verspreiding van uraniumdeeltjes in het milieu. Het uranium, de vervalproducten en de geoxydeerde vormen daarvan zijn, zoals ook blijkt uit het bovenvermelde DOE-rapport, voldoende oplosbaar in water om het grondwater te besmetten. Volgens zijn collega John Miller van de International Clearinghouse on the Military and the Environment hebben uraniumprojectielen tot ernstige besmetting geleid van de bodem en het grond- en oppervlaktewater in de gebieden waar ze zijn getest: In Minnesota is het grondwater verontreinigd, op andere plaatsen zijn uraniumdeeltjes aangetroffen in het oppervlaktewater en in Socorro (New Mexico) is een waterreservoir voor irrigatiedoeleinden gecontamineerd.

Uit experimenten van de Los Alamos National Laboratories blijkt dat ongeveer 10% van het verarmd uranium in explosieven verstuift in een wolk of rookpluim. De deeltjes worden verspreid over een groot gebied en komen dus in het milieu terecht.

Andere testgegevens over de vorming van uraniumstofdeeltjes wijzen uit dat 60% kleiner is dan 10 micrometer. Deze worden beschouwd als inhaleerbare deeltjes, met als resultaat dat ze permanent in de longen blijven.

#### **bevindingen van medici in Irak**

Prof.dr. Siegwart-Horst Günther heeft in Duitsland en Groot Britannië tropische ziektes en kinderziektes gestudeerd. Hij is gepensioneerd en onderhoudt een hulporganisatie (Humanitaire hulp voor kinderen in Irak). Via giften en donaties koopt hij medicamenten en melkpoeder in voor kinderziekenhuizen in Irak. Hij begeleidt de transporten vanuit Jordanië persoonlijk.

Volgens Günther sterven er maandelijks 10.000 kinderen in Irak door ondervoeding en verscheidene ziektes, die met met de slechte verzorging sinds de Golfoorlog samenhangen. Hij heeft echter ook in 1992 een opvallende toename geconstateerd van leukemieën en kwaadaardige gezwellen die niet direkt in verband te brengen zijn met de slechte leefomstandigheden. Hij trof onder andere de volgende ziektes aan: aplastische anemie (verstoring bloedsamenstelling), acute lymfatische leukemie, de ziekte van Hodgkin (een kwaadaardige ziekte van het lymfestelsel), neuroblastomen (gezwollen) en een niet nader diagnostiseerbare dodelijke ziekte met buikzwellingen.

Mogelijke oorzaken hiervan zijn a. rook van brandende oliebronnen; b. chemische, biologische en/of radioactieve stoffen als gevolg van geallieerde bombardementen op Iraakse wapenfabrieken tijdens de Golfoorlog; c. opname van stofdeeltjes uranium in het lichaam. De eerste oorzaak (a) is

in de meeste gevallen niet aan de orde, omdat dat alleen in zuid Irak speelt. Oorzaak b en c behoren tot de meest waarschijnlijke oorzaken. Een nader onderzoek naar de oorzaak/oorzaken is onder de gegeven omstandigheden (VN-embargo) nog altijd niet mogelijk.

In de New York Times van 21 januari '93 (vertaald in de Volkskrant van 1 februari '93) pleit Eric Hoskins voor een onderzoek naar de effecten van verarmd uranium. Evenals Günther vermoedt hij dat de dodelijke epidemie van buikzwellingen onder Iraakse kinderen veroorzaakt wordt door nierproblemen ten gevolge van uraniumvergiftiging. "Wat het effect van de granaten van afgewerkt uranium ook is, het wordt in ieder geval nog verergerd door ondervoeding en een slechte gezondheidstoestand", zo stelt hij. Ook haalt hij een vertrouwelijk rapport aan van de Britse Atomic Energy Authority dat in april 1991 werd geschreven en in november van dat jaar uitlekte naar de krant The Independent. Het rapport noemde de aanwezigheid van verarmd uranium in Irak en Koeweit een 'belangrijk probleem' en concludeerde dat er aldaar genoeg uranium aanwezig is om 'mogelijk tienduizenden doden' te veroorzaken. Bedacht moet worden dat de rapporteurs er van uit zijn gegaan dat de geallieerden 40 ton uranium achterlieten. Die hoeveelheid is inmiddels bijgesteld tot 300 ton verarmd uranium.

## BIJLAGE I

### **RICHTLIJNEN AMERIKAANSE LEGER BIJ ONGELUK MET URANIUMWAPENS**

#### **Algemeen**

- \* Gewond personeel dat van de plaats van het ongeluk wordt geëvacueerd moeten worden onderzocht op mogelijke besmetting door blootstelling aan DU.
- \* Besmette kleding moet, zo mogelijk op de plaats zelf, worden verwijderd. Als iemand besmette kleding draagt, verlaat de plek en denk erom dat het betreden gebied wordt onderzocht en gedecontamineerd.
- \* nadat het vuur is gedoofd, moet de plaats van het ongeluk worden bewaakt totdat het veilig is verklaard door een ervaren stralingsdeskundige.
- \* Personeel met lichte verwondingen moeten eerst worden gedecontamineerd. Voertuigen bij de plaats van het ongeluk moeten worden gedecontamineerd.
- \* Personeel voor stralingsbescherming zullen een afbakening opzetten voor controle op besmetting.
- \* Alle geteste soldaten moeten worden geregistreerd.
- \* Het personeel voor stralingsbescherming zal een radiologisch onderzoek uitvoeren naar de bodem.
- \* Niets mag worden verwijderd totdat al het materiaal radiologisch is gecontroleerd.

#### **Richtlijnen voor stralingsdeskundigen**

- \* Personeel voor stralingsbescherming moeten voorzien van de juiste stralings detectie apparatuur, en moeten ervaren zijn in de omgang met deze instrumenten.
- \* Personeel met open verwondingen moeten buiten het besmette gebied blijven. Iedereen die over deze grens naar de brandhaard passeert moet de voorgeschreven beschermende kleding dragen, waaronder: 'coverall' (kledingstuk uit een stuk, alles bedekkend), handschoenen, rubberen laarzen, hoofdbedekking en ademhalingsbescherming, gasmaskers met geschikte filters, ..
- \* Personeel dat assisteert in het stralingsonderzoek en ontsmettingsoperaties moeten voorzien zijn van gasmaskers met stoffilters van een hoge efficiëntie. Tape moet worden gebruikt om openingen in de kleding af te dekken.
- \* Controle bij al het personeel dat het besmette gebied verlaat met beta-meters.
- \* De bevoegde autoriteit moet de richtingen van de rook vanuit de brandhaard noteren.
- \* Het radiologisch onderzoek naar de grond vindt plaats met gamma-meters.

## BIJLAGE II

### Gegevens uit de literatuur

Wanneer deeltjes uraniumdioxide worden ingeademd zal een groot deel (ongeveer 60%) daarvan onmiddellijk, of eventueel na oorspronkelijke nesteling in de neus, keel, luchtpijp, luchtpijpvertakkingen en longen, worden ingeslikt. Slechts een kleine fractie van het ingeslikte uranium, ongeveer 0,2%, is in staat de darmwand te passeren om vervolgens in de bloedbaan terecht te komen. De rest van het ingeslikte uranium wordt uitgescheiden via de faeces, zonder dat het enige schade aanricht.

Maar niet al het uranium wordt ingeslikt. Ongeveer 5% bereikt de longen en zal daar lange tijd verblijven. Langzamerhand, gespreid over een periode van jaren, zal het de longen verlaten om te worden geabsorbeerd in de lichaamsvloeistoffen. Een deel gaat naar de lymfeklieren voordat het in circulatie komt, terwijl een kleine fractie voor altijd in de lymfe zal achterblijven.

De deeltjes die achterblijven in de longen en lymfeklieren verhogen het risico op kanker. Eenmaal in circulatie zal ongeveer 25% van het uranium worden afgezet in de botten met eveneens een verhoogde kans op kanker in dat weefsel.

De toxische effecten van het uranium worden vooral veroorzaakt door het deel dat de bloedbaan passeert. Het belangrijkste gevaar is beschadiging van de nieren. Al kleine hoeveelheden uranium in de nier kan schade veroorzaken. De limiet is vastgesteld op 3 microgram (3 duizendste milligram) uranium per gram nierweefsel. Een experiment met ratten toonde echter al nierbeschadiging aan bij 0,7 microgram uranium per gram nier, vier maal zo laag als de huidige limiet voor mensen.