

2 AUG. 1966

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslag V-189

door L. Otto

Verslag Symposium "On the disposal of radioactive  
wastes into seas, oceans and surface waters"  
Georganiseerd door de I.A.E.A. in Wenen, 16-20 mei  
1966.

De Bilt, juni 1966.

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

Verslag Symposium "On the disposal of radioactive wastes  
into seas, oceans and surface waters"  
Georganiseerd door de I.A.E.A. in Wenen, 16-20 mei 1966.

door L. Otto

Inleiding Deze conferentie was de tweede die door de I.A.E.A. (International Atomic Energy Agency) werd georganiseerd over dit onderwerp. De eerste conferentie was in 1959 in Monaco gehouden. Hieraan is indertijd door Prof. Groen deelgenomen.

De bijeenkomsten werden gehouden in het hoofdkwartier van de I.A.E.A., te Wenen, in een uitstekend geoutilleerde conferentiezaal.

Het aantal deelnemers bedroeg officieel 161, verdeeld over 25 landen en 4 internationale organisaties (resp. Euratom, E.N.E.A., W.H.O., I.A.E.A.). Verreweg het grootste aantal deelnemers leverde Frankrijk (36) gevolgd door U.S.A. (20), U.K. (16), Duitsland (Bondsrepubliek) (12) en Italië (11). Hierna volgde Nederland met 8 deelnemers.

De Nederlandse deelnemers waren:

Mevrouw M. Brongersma-Sanders (Geol. Inst. R.U. Leiden)

G.C. van Dam (Math. Fys. Afd. der R.W.)

J. Davids (R.C.N.)

F.W.J. van Haaren (Gem. Waterleiding Amsterdam)

W.Kolstee (Inspectie milieuhygiene, Min. Soc. Z. en Volksgez.)

L.Otto (K.N.M.I.)

Mej. H. de Regt (R.I.Z.A.)

J.H. Vosjan (N.I.O.Z.)

Het aantal aangekondigde voordrachten bedroeg 59. Hiervan werden een viertal teruggetrokken. De definitieve inhoud van de voordrachten en de discussie hierover zal nog in druk verschijnen.

Algemene Indruk

Bij een symposium-onderwerp als het onderhavige komen onderzoekingen op diverse wetenschaps gebieden aan de orde. Het is vaak niet mogelijk om enig oordeel te hebben over bepaalde voordrachten, daar de deskundigheid ontbreekt. Anderzijds is bij een dergelijke complexe materie als radioactieve verontreiniging van het water een zekere kennisname van de buiten de eigen specialisatie vallende facetten van deze problemen nuttig.

Bij vele symposia en congressen is het onderling persoonlijk contact tussen de deelnemers van groot belang. Voor de meer specialistisch ingestelde deelnemers zijn de contacten bij een symposium als dit minder interessant dan bij een congres dat alleen handelt over het eigen terrein van onderzoek. Minder dan 10 deelnemers aan dit symposium waren, afgaande op de deelnemerslijst, te beschouwen als fysisch oceanografen. Verder waren er onder de deelnemers biologen (op het gebied van radio-ecologie), hydrologen, ge-

zondheidsdeskundigen, kernfysici en vertegenwoordigers van overheidsinstanties, betrokken bij kernenergieproblemen.

### Voordrachten

Zoals hiervoor gezegd, waren de onderwerpen van de voordrachten zeer gevarieerd. Ook de inhoud was van verschillend gehalte. Een aantal gaf een zekere wetenschappelijke informatie, hetzij van algemeen belang, hetzij van meer lokale interesse. Verder waren er verschillende voordrachten die meer de vorm hadden van een rapport over bepaalde controle-onderzoekingen, en waarbij de techniek van deze controle de hoofdzaak was.

Tenslotte waren er ook een aantal voordrachten die uitsluitend een opsomming waren van activiteiten, en waarbij zo goed als geen wetenschappelijke of technische informatie werd verstrekt.

De discussie die op iedere voordracht volgde, was over het algemeen genomen weinig uitgebreid. Dit kan een gevolg zijn van de zeer verschillende inhoud der voordrachten en de gevarieerde samenstelling van het auditorium.

De vele ver uiteenlopende onderwerpen die behandeld werden maken het moeilijk om een min of meer samenhangende indruk van dit symposium te krijgen. Een poging hiertoe wordt evenwel toch in het volgende ondernomen, waarbij de meeste nadruk op de fysisch oceanografisch belangrijke facetten zal vallen.

### Radioactieve verontreiniging van oceanen en zeeën

In grotere zeegebieden en oceanen is voornamelijk de verontreiniging door fall-out van belang ( $\text{Sr}^{90}$ ,  $\text{Cs}^{137}$ ). Dit aspect werd in vier Russische voordrachten behandeld, Van Belyaev c.s., Gedeonov c.s., Vdovenko c.s. en Ozmidov c.s. De verspreiding van deze radioactieve isotopen in de Atlantische Oceaan, Middellandse Zee en Zwarte Zee werd besproken. Een berekening van de coëfficiënt voor verticale diffusie, op grond van het geleidelijk doordringen van  $\text{Sr}^{90}$  naar de diepere lagen van de oceaan (tot 2000 m) leverde een waarde op van  $30 \text{ cm}^2/\text{sec}$ . Dit is vrij hoog als gemiddelde voor een laag van 2000 m., maar voor oppervlaktelagen zijn waarden van een zelfde grootte orde gevonden. Japanse onderzoekers hebben echter eveneens uit de  $\text{Sr}^{90}$  verdeling een waarde van  $200 \text{ cm}^2/\text{sec}$  afgeleid (abstr. in Deep-Sea Research 11(1), p. 187). Men kan zich afvragen of biologisch transport en sedimentatie geen belangrijke rol spelen in het verticale doordringen van  $\text{Sr}^{90}$  in de oceaan.

De verontreiniging van de Zwarte Zee door fall-out werd in 2 van de Russische voordrachten behandeld. De opstelling van een balans van de  $\text{Sr}^{90}$  aanvoer en afvoer van de Zwarte Zee leverde als uitkomst dat de uitwisseling tussen oppervlaktelagen en diepere lagen veel sneller zou zijn dan tot nu toe was aangenomen en dat in slechts 10 jaar de radioactiviteit de bodem zou hebben bereikt. De vraag is, hoe deze gegevens en de resultaten van oudere onderzoekingen tot overeenstemming kunnen worden gebracht.

### Radioactieve verontreiniging in zee van lokale aard

Hierbij is meestal sprake van lozingen van zwak radioactief afvalwater van reactor-installaties, hoewel ook variatie in de fall-out-radioactiviteit ten gevolge van advectie door rivieren of van een bepaalde circulatie in zee een rol kan spelen. Zo blijken  $Zr^{95}$  en  $N_6^{95}$  in het opstromingsgebied langs de kust van Oregon en Washington in veel lagere concentraties voor te komen dan verder op de oceaan, door de lokale advectie en menging met minder besmet water van grotere diepte.

Wat betreft de lozing van afvalwater van reactoren kan gezegd worden dat deze niet alleen plaats vindt aan een open kust (Petten, Nederl.: Windscale, Hinkley Point, Dungeness, Sizewell, U.K.; la Hague, Frankrijk) maar ook in estuaria (Bradwell, Berkeley, U.K.), in baaien (Tvåren, Zweden), terwijl zelfs lozingen op een rivier nog in zee aantoonbaar kunnen zijn (Hanford, in Columbia River, U.S.A.).

Aan deze lozingen waren een aantal lokale studies gewijd, waarbij vaak het gecompliceerd samenspel van oceanografische, sedimentologische en biologische problemen moeilijk in de afzonderlijke factoren is te splitsen.

### Zuivere diffusie-studies

Een bijdrage van Pritchard c.s. behandelde de diffusie in volle zee, zoals die werd gemeten met rhodamine B. Bij deze studie werd de eenvoudiger isotrope beschouwing van de horizontale diffusie verlaten, en werd een meer gecompliceerd model ingevoerd waarin anisotropie en effecten van horizontale en verticale schuifspanning een plaats krijgen. Dit model blijkt beter bij de realiteit aan te sluiten, waarbij meestal de tracer een langgerekte vlek in het water vormt.

Het verslag, uitgebracht door Van Dam, waarin eveneens anisotropie van de diffusie nabij de kust werd behandeld, sloot hierbij goed aan.

In tegenstelling hiermee was een verslag van Ito c.s. over diffusiemetingen met rhodamine bij Japan vrij weinig geavanceerd. De hier gebruikte methode, waarbij de verandering van de visueel bepaalde oppervlakte van de tracer-vlek gebruikt werd om de diffusieconstante te bepalen is onder bepaalde omstandigheden als eerste schatting zeker nuttig, maar over het algemeen verwacht men van dergelijke experimenten technisch en theoretisch meer uitgewerkte resultaten.

Diffusie nabij het uiteinde van een lozingspunt in zee, waarbij een interessante bijzonderheid was de invloed van een ijsslaag aan de oppervlakte werd behandeld in een verslag van Mej. Ch. Gyllander (Zweden).

### Radioactiviteit gebonden aan suspensie of sediment

Een belangrijke vorm van transport van radioactiviteit is het transport van suspensies of sediment. De radioactiviteit kan aangevoerd worden met gesuspendeerde deeltjes, door flocculatie of adsorptie kan de radioactiviteit uit opgeloste vorm in gesuspendeerde vorm overgaan, of aan sediment worden gebonden. Transport van suspensies geschiedt vaak anders dan transport van het water zelf, en enerzijds kan dit proces radioactiviteit isoleren, anderzijds kan hierdoor juist accumulatie optreden.

Over de wijze waarop binding aan suspensies of sedimenten kan plaatsvinden, berichtten Lowman c.s. (U.S.A.). Een tegengesteld proces, waarbij zeewater aan sediment gebonden radioactiviteit vrijmaakt werd beschreven door Osterberg c.s. (U.S.A.). In dit verband is ook de bijdrage van Fukai (I.A.E.A.) van belang. Radioactieve isotopen, die gebonden worden aan ionenwisselaars tijdens de zuivering van radioactief afvalwater, kunnen in zeewater weer voor een belangrijk deel vrijkomen. Dit is met name van belang bij schepen, voortgestuwd door kernenergie, waar men mogelijk de afgewerkte ionenwisselaar in zee zou willen lozen.

Min of meer op zichzelf staande waren de voordrachten van Duursma (I.A.E.A.), die het moleculaire diffusieproces van isotopen in het interstitiele water in het sediment beschreef. In wezen was dit een mathematische rekenwijze die op vele andere processen (warmtegeleiding) kan worden toegepast.

Romanovsky (Frankrijk) beschreef stroommetingen, gedaan op zeer korte afstand van de oceaانبodem, die wijzen op een vrijwel stagnerende laag in contact met de bodem voor gebieden dieper dan 2200 meter. Dit werd bevestigd door zuurstofbepalingen.

#### Transport van sediment

Het onderzoek van het transport van het sediment is van belang in verband met het transport van radioactief materiaal. Anderzijds kan dit transport worden afgeleid uit metingen van radioactiviteit.

Kautsky (Duitsland) vond dat radioactiviteit van fall-out deels in de vorm van een zeer fijne suspensie in het uit de Elbe afkomstige water aanwezig was ( $Ce^{144}$ ,  $Ru^{106}$ ). Deze fijne suspensie sedimenteert veel verder op zee dan de meeste door de rivier aangevoerde vaste deeltjes.

Van veel belang is het transport van aan sediment gebonden radioactiviteit bij lozingspunten van energie-installaties. Hiernaar is in het U.K. veel onderzoek gedaan.

Het transport van sediment van de Columbia River (Amerikaanse Westkust) bleek duidelijk weerspiegeld te zijn in de verspreiding van diverse radioactieve isotopen in het bodemmateriaal voor de kust. Speciaal  $Zn^{65}$  bleek een goede indicator. De verhouding van de activiteit van  $Zn^{65}$  en  $Co^{60}$  geeft informatie over de transportsnelheden (dankzij het verschil in halfwaardetijd, resp. 245 dagen en 5,3 jaar). Deze bleken evenwijdig aan de kust 10-30 km/jaar te zijn, loodrecht op de kust 5-10 km/jaar.

#### Biologische aspecten

Van veel belang bij de studie van radioactieve verontreiniging is de accumulatie van radioactieve isotopen in levende organismen. Hierbij speelt de chemische samenstelling van het water een rol. Voor zeewater en "zoet" water kunnen verschillende waarden gevonden worden. Ook de ecologische situatie zal een rol kunnen spelen. Aan deze onderwerpen was een groot aantal voordrachten gewijd.

Verder is het aspect van het verschil in resistentie en levensvatbaarheid van wel en niet met radioactiviteit besmette organismen van belang. Ook hierover werd door diverse sprekers gerapporteerd.

### Risico voor de bevolking

Bij de beslissing over lozing van radioactief afvalwater in zee is het nodig om het risico voor de bevolking te kunnen berekenen. De wijze waarop dit wordt gedaan in het U.K. werd beschreven door Preston. De verschillende gegevens: transport, verdunning, sedimentatie en biologische accumulatie worden in rekening gebracht. Op grond van enquêtes worden gegevens verkregen over het voedsel (vangstgebieden, hoeveelheden die geconsumeerd worden) en over andere mogelijkheden van besmetting (zwemmen, zonnebaden, visserij activiteiten). Hieruit resulteert dan een toelaatbare dosis, op grond waarvan vergunningen voor lozing worden uitgegeven.

Anderzijds worden regelmatige controles gehouden, en wordt van tijd tot tijd nagegaan of de gegevens waarop de vergunning berustte niet veranderd zijn.

In tegenstelling tot de vele feiten die op dit gebied door enkele Engelse sprekers werden naar voren gebracht, waren soortgelijke verhalen van Franse zijde over de lozing bij La Hague vrij algemeen. Dit zal deels liggen aan de langere ervaring van de Engelsen op dit gebied.

### Verontreiniging van zoet water.

Hierover zal in dit verslag niet veel worden gezegd. De problematiek loopt hier voor een groot deel parallel aan die voor de lozingen in zee, maar de risico's zijn veelvuldiger door het vaak nauwere contact van de mens met het rivierwater. (recreatie, watervoorziening, irrigatie). Speciaal de verschillende Amerikaanse voordrachten over de lozingen van Oak Ridge (Clinch River) en Hanford (Columbia River) gaven een goede indruk over het onderzoek dat op dit punt gedaan is en wordt.

### Conclusies

Uit dit symposium is duidelijk naar voren gekomen welke grote verscheidenheid aan problemen aan de orde komen bij radioactieve verontreiniging van het water.

Wanneer het K.N.M.I. in de toekomst meer betrokken zou raken bij deze problemen, dan zou een goede communicatie met de andere Nederlandse instellingen, die op dit gebied een taak hebben of die onderzoek verrichten op dit terrein, noodzakelijk zijn, opdat een eenzijdige kijk hierop, en overschatting of onderschatting van de risico's zo veel mogelijk worde vermeden. Dit geldt uiteraard ook voor deze andere instellingen. Er is, naar het zich laat aanzien, momenteel in Nederland nog geen instantie die deze problematiek in zijn geheel kan overzien.

De Bilt, juni 1966.

L. Otto.