

RADIOACTIVITEIT EN STRALING

VOORLOPIGE COMMISSIE MILIEU-EFFECTRAPPORTAGE	
	INGEKOMEN
	30 JAN. 1985
Afd.	Nr. 918

Notitie ten behoeve van de werkgroep "Milieueffectrapportage COVRA"

*Petten, 28 januari 1985
Dr.H.D.K.Codée*

RADIOACTIVITEIT EN STRALING

In het hiernavolgende wordt beknopt enige informatie gegeven over:

- begrippen, grootheden en eenheden die verband houden met radioactiviteit en straling;
- in de natuur aanwezige radioactiviteit en straling;
- nationaal en internationaal gebruikte normen;

1. Begrippen, grootheden en eenheden.

Er is sprake van radioactiviteit wanneer een stof de eigenschap heeft om spontaan ioniserende straling uit te zenden. De radioactieve atomen (radionucliden) gaan veelal over in atomen van een ander element. De radioactieve stof vervalst. Wanneer het nieuw gevormde atoom stabiel is treedt geen verder verval op. Is het nieuw gevormde atoom ook radioactief dan spreekt men van een radioactieve dochter. Verder verval zal dan optreden totdat een stabiel atoom ontstaat.

De eenheid van (radio)activiteit is de becquerel (Bq). Een activiteit van 1 becquerel betekent het verval van één atoom per seconde. De oude eenheid is de curie (Ci). Er geldt $1 \text{ Ci} = 37 \times 10^9 \text{ Bq}$.

Bij radioactieve stoffen is de activiteit belangrijker dan het gewicht of het volume.

1 Gigabecquerel uraan-238 komt overeen met 81 kilogram en

1 Gigabecquerel cobalt-60 komt overeen met 24 microgram.

De snelheid waarmee een radionuclide vervalst is kenmerkend voor het soort nuclide. De vervalsnelheid kan niet worden beïnvloed door uitwendige omstandigheden zoals bijvoorbeeld de temperatuur of druk. De tijd waarin de helft van een hoeveelheid radionucliden vervalst is de halveringstijd. Er zijn stoffen bekend met halveringstijden van minder dan een seconde tot meer dan een miljard jaar.

De voornaamste soorten ioniserende straling zijn:

- alfa-straling, die uit positief geladen heliumkernen bestaat;
- beta-straling, die uit positief of negatief geladen snelle electronen bestaat;
- neutronen-straling, die uit ongeladen deeltjes bestaat;
- gamma-straling, dit is electromagnetische straling, afkomstig uit de atoomkern;
- rontgen-straling, dit is electromagnetische straling afkomstig uit de electronenschil van een atoom.

Straling kan worden tegengehouden door een afscherming aan te brengen. Alfa-straling heeft een zeer gering doordringend vermogen en kan reeds met een dun papiertje volledig worden tegengehouden.

Beta-straling heeft een klein doordringend vermogen. Een laagje water van ruim 1 cm kan de straling volledig tegengehouden.

Voor de afscherming van neutronen worden veelal materialen gebruikt met lichte atoomkernen zoals bijvoorbeeld water. De energie van de neutronen is een belangrijke factor bij de bepaling van de dikte van de benodigde afscherming.

Gamma-straling kan een zeer groot doordringend vermogen hebben. Een afschermende laag beton van enige centimeters tot meer dan een meter kan hier nodig zijn. Ook lood is een veel gebruikt afschermingsmateriaal voor gammastraling. De energie van de straling speelt een belangrijke rol bij de keuze van de afscherming.

Röntgenstraling kan eveneens goed afgeschermd worden met beton of lood.

Straling is equivalent met energie. Wanneer straling op een hoeveelheid materiaal valt, wordt door het materiaal een deel van die energie geabsorbeerd. De hoeveelheid geabsorbeerde energie per gewichtseenheid van het materiaal is de dosis. De eenheid van dosis is de Gray (Gy). De oude eenheid is de rad. Er geldt $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

Wanneer levend weefsel wordt bestraald is de veroorzaakte schade in dat weefsel evenredig met de geabsorbeerde energie. Alfa-straling veroorzaakt in het weefsel echter een ander energieabsorptiepatroon dan gammastraling. De biologische werkzaamheid van alfa-straling is dan ook anders dan die van gammastraling. De biologische werkzaamheid kan worden uitgedrukt in een kwaliteitsfactor. Als maat voor de schade in levende systemen en dus voor het effect van de straling wordt daarom gebruikt de geabsorbeerde dosis vermenigvuldigd met de kwaliteitsfactor: dit is het dosisequivalent. De eenheid van dosisequivalent is de Sievert (Sv). De oude eenheid is de rem. Er geldt $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. Korthedshalve wordt in plaats van dosisequivalent meestal over dosis gesproken. Doses uitgedrukt in Sievert kunnen vergeleken worden onafhankelijk van de soort straling of de manier van bestraling.

2. In de natuur aanwezige radioactiviteit en straling.

Van nature zijn overal radioactieve stoffen aanwezig. Koolstof-14 en tritium worden voortdurend gevormd in de atmosfeer door inwerking van kosmische straling. In de grond, rivier- en zeewater zijn onder andere radioactief uraan, thorium en kalium aanwezig. Deze "oer" nucliden zijn reeds vanaf het ontstaan van de aarde aanwezig. Omdat zij een zeer lange halveringstijd hebben, zijn zij nog steeds niet geheel vervallen.

Naast de activiteit die van natuurlijke oorsprong is, komt in de biosfeer ook een kleine hoeveelheid activiteit voor afkomstig van kunstmatige bronnen. De belangrijkste bron wordt gevormd door de fall-out van de kernwapenproeven die met name in de zestiger jaren hebben plaatsgevonden. Daarnaast spelen de lozingen van opwerkingsfabrieken, kerncentrales en radionuclidenlaboratoria een rol.

De mens wordt voortdurend blootgesteld aan straling. Voor de gemiddelde Nederlander gelden de volgende dosisbijdragen:

Natuurlijke stralingsbelasting:	
- kosmische straling	0,30 mSv/jaar
- "oer" nucliden	
uitwendige straling	0,35
inwendige straling	0,40
radon en vervalproducten	0,93
Kunstmatige stralingsbelasting:	
- beroepsmatige blootstelling	< 0,01
- geneeskunde	0,50
- energievoorziening	< 0,01
- gebruiksartikelen	< 0,01
- fall-out	<u>0,01</u>
Totaal	2,50 mSv/jaar

3. Nationaal en internationaal gebruikte normen.

Uitgangspunt van de stralingshygiëne vormen de aanbevelingen van de International Commission on Radiological Protection (ICRP).

Doordat deze aanbevelingen wereldwijd worden gevolgd is sprake van een wereldwijde harmonisatie van de normstelling.

De uitgangspunten zijn:

- rechtvaardiging - toepassing van straling wordt slechts dan toegestaan wanneer het voordeel in voldoende mate opweegt tegen de eventuele nadelen.
- alara-principe - alle blootstelling aan straling moet zo beperkt worden gehouden als redelijkerwijs mogelijk is (as low as reasonably achievable). Hierbij worden ook sociale en economische factoren betrokken.
- dosislimitering - vastgestelde dosislimieten mogen niet worden overschreden.

In de Nederlandse kernenergiewet zijn de volgende dosislimieten vastgelegd: voor radiologische werkers 50 millisievert per jaar
 voor leden van de bevolking 5 millisievert per jaar.

Voorts is vastgelegd dat aan de buitenzijde van een gebouw waar radioactieve stoffen worden toegepast leden van de bevolking geen grotere dosis mogen oplopen dan 1,5 millisievert per jaar.

Ook zijn grenzen aangegeven waarbeneden geen lozingsvergunning nodig is.

luchtlozingen

alfa-activiteit kleiner dan 37 milliBq/m³

beta/gamma-activiteit kleiner dan 3,7 Bq/m³

waterlozingen

alfa-activiteit kleiner dan 0,37 kiloBq/m³

beta/gamma-activiteit kleiner dan 11 kiloBq/m³

Naast de wettelijke normen kan gewezen worden op de adviezen van de Gezondheidsraad. In 1975 is een advies uitgebracht ten aanzien van de dosisconsequenties van kernenergiecentrales. Aanbevolen werd dat de dosis voor leden van de bevolking voortvloeiend uit het bedrijven van kernenergiecentrales kleiner dient te zijn dan 0,3 millisievert per jaar. Zeer binnenkort zal een advies worden uitgebracht over de lozingsnormen voor radionuclidenlaboratoria.

In de USA hanteert de Nuclear Regulatory Commission voor de opslag van radioactief afval als limietdosis voor leden van de bevolking een waarde van 0,25 millisievert per jaar.

In Zwitserland geldt voor de eindberging van radioactief afval een dosislimiet van 0,1 millisievert per jaar waarbij aangetekend is dat deze limiet geldt voor op realistische gronden aangenomen gebeurtenissen.

In Duitsland geldt op grond van de Strahlenschutzgesetz voor nucleaire installaties een dosislimiet van 0,3 millisievert per jaar.

Meer uitgebreide informatie wordt gegeven in:

- "Straling in de samenleving" van Dr.J.B.Th.Aten, Dr.P.P.W. van Buul
Drs.J.A.G.Davids, Ir.Chr.J.Huyskens, Prof.dr.F.H.Sobels en
Prof.dr.O.Vos.
1981 - Stafleu's Wetenschappelijke Uitgeversmaatschappij.
- "Stralingsbescherming" van Dr.J.Weber en Dr.C.E.Rasmussen
1985 - Delftse Uitgevers Maatschappij.