

Besmetting van levensmiddelen

Naar aanleiding van de ramp met de kerncentrale in Tsjernobyl zijn internationaal richtlijnen opgesteld die inwendige besmetting als gevolg van *fall-out* van radioactieve stoffen moeten beperken. In Europa heeft dit geleid tot de publicatie van Euratom verordening 3954/87 tot vaststelling van de maximaal toelaatbare niveaus van radioactieve besmetting van levensmiddelen en diervoeders ten gevolge van een nucleair ongeval of ander stralingsgevaar. De hoogte van de niveaus voor levensmiddelen (in Bq/kg) werden twee jaar later vastgesteld in verordening 2218/89, toegevoegd als **Bijlage 1**.

Bij een nucleair incident komt (onder andere) een grote hoeveelheid Cs-137 verspreid over een groot gebied aan landbouwgrond terecht. Doordat koeien het besmette gras eten, komt er eveneens een hoeveelheid Cs-137 in de melk terecht. Aangezien het door Euratom vastgestelde maximaal toelaatbare niveau volgens metingen niet wordt overschreden, wordt de verkoop van de melk niet verboden.

Gegevens:

- **Bijlage 1:** *Toegestane besmettingsniveaus voor levensmiddelen (Bq/kg) volgens Euratom verordening 2218/89.*
- De dosisconversiecoëfficiënt voor Cs-137: $e(50)_{\text{ing}} = 1,3 \cdot 10^{-8}$ Sv/Bq
- Voor stralingshygiënische doeleinden wordt ervan uitgegaan dat Cesium zich vanuit het bloed homogeen over alle organen/weefsels verdeelt. De biologische halveringstijden zijn:

Fractie	$T_{1/2}$
0,1	2 dagen
0,9	110 dagen
- In dit vraagstuk mag ervan worden uitgegaan dat de enige bron van Cs-137-besmetting melk is.
- Een gemiddelde, volwassen man drinkt dagelijks 0,8 L melk.
- De dichtheid van melk is bij benadering 1 kg/L.

Vraag 1

Stel dat de besmette melk precies de maximaal toelaatbare activiteit aan Cs-137 zou bevatten, hoeveel liter melk zou een gemiddeld, volwassen lid van de bevolking dan moeten drinken om aan de voor hem geldende wettelijke effectieve jaardosislimiet te komen?

Ga voor vraag 2 en 3 alleen uit van de 90% van het cesium dat langzaam door het lichaam wordt uitgescheiden.

Vraag 2

Bepaal de effectieve halveringstijd van Cs-137 in het lichaam.

Men mag aannemen dat de besmetting van het gras en dus ook van de melk gedurende de eerste maanden na het incident niet significant afneemt. Twee maanden (60 dagen) na het incident besluit de overheid een bevolkingsonderzoek te houden naar de inwendige besmetting met Cs-137 als gevolg van het incident. Daartoe wordt een gemiddelde, volwassen man onderzocht in een *total body counter*. Hij blijkt op dat moment 9,0 kBq aan Cs-137 in zijn lichaam te hebben.

Vraag 3

Wat was het opnametempo in Bq per dag dat tot deze activiteit in het lichaam heeft geleid? Ga hierbij uit van een model van continue toevoer.

Vraag 4

Bereken de werkelijke massieke activiteit in Bq/kg van de besmette melk.

De onderzochte man besluit na dit nieuws voorlopig geen melk of andere mogelijk besmette producten meer te consumeren.

Vraag 5

Wat is de effectieve volg dosis die hij als gevolg van de 60 dagen consumptie van de besmette melk heeft ontvangen?

Bijlage 1: Niveaus voor levensmiddelen (Bq/kg) zoals vastgesteld in Euratom-verordening 2218/89 (noten zijn weggelaten).

MAXIMAAL TOELAATBARE NIVEAUS VOOR LEVENSMIDDELEN (in Bq/kg)

	Levensmiddelen ¹			
	Baby-voeding ²	Zuivel-producten ³	Andere levensmiddelen, met uitzondering van minder belangrijke ⁴	Vloeibare levensmiddelen ⁵
Strontium-isotopen, met name Sr-90	75	125	750	125
Jodiumisotopen, met name I-131	150	500	2000	500
Alfa-emitterende isotopen van plutonium en transplutoniumelementen, met name Pu-239 en Am-241	1	20	80	20
Alle andere nucliden met een halveringstijd van meer dan 10 dagen, met name Cs-134 en Cs-137 ⁶	400	1000	1250	1000