



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve ionen'-consumentenproducten

**Dit rapport bevat twee errata
d.d. 02-08-2022 op pagina 35
d.d. 05-11-2024 op pagina 37**

RIVM-briefrapport 2021-0239
P.N. Brandhoff



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve ionen'-consumentenproducten

Dit rapport bevat twee errata
d.d. 02-08-2022 op pagina 35
d.d. 05-11-2024 op pagina 37

RIVM-briefrapport 2021-0239
P.N. Brandhoff

Colofon

© RIVM 2021

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van haar producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2021-0239

P.N. Brandhoff (auteur), RIVM

Contact:

P.N. Brandhoff
Centrum Veiligheid
puck.brandhoff@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) ten laste van het project M/390220/21/SI, in het kader van Algemene Ondersteuning Inspectie/straling, kenmerk opdrachtbrief "Holmes-480860-01-3TU" van 4 november 2020 en "ANVS-2021/2983" van 15 maart 2021.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve ionen'-consumentenproducten

Van producten met 'negatieve ionen', zoals sieraden en slaapmaskers, zeggen verkopers dat ze de gezondheid verbeteren. Maar deze producten kunnen radioactieve stoffen bevatten die zogeheten ioniserende straling uitzenden. Deze straling kan weefsel en DNA beschadigen, wat schadelijk is voor de gezondheid. De drager van de sieraden staat aan deze straling bloot. In de Verenigde Staten mogen deze producten daarom inmiddels niet meer worden verkocht.

Op verzoek van de ANVS heeft het RIVM onderzoek gedaan aan 10 negatieve ionen-producten. De aanleiding was een signaal van een inwoner van Nederland dat negatieve ionen-producten radioactieve stoffen kunnen bevatten. Het RIVM heeft uitgezocht of dit echt zo was, en aan welke stralingsdosis de huid blootstaat als iemand het product draagt.

Alle 10 producten bevatten meer radioactiviteit dan volgens de wet is toegestaan. De drager van de producten staat hierdoor via de huid bloot aan een extra dosis straling. Ook kan niet worden uitgesloten dat bijvoorbeeld de huid rood wordt op de plek waar het product wordt gedragen.

In de wet staat dat er geen radioactiviteit in consumentenproducten mag zitten, tenzij daarvoor een rechtvaardiging is afgegeven. Dat is niet het geval voor deze producten. Rechtvaardiging betekent dat blootstelling aan ioniserende straling alleen is toegestaan als de voordelen opwegen tegen de mogelijke gezondheidsschade.

Kernwoorden: negatieve ionen, straling, consumentenproducten, ANVS

Synopsis

Radioactivity measurement in 'negative ion' consumer products

Sellers of 'negative ion' consumer products, such as jewellery and eye masks, state that these products improve your health. But these products can contain radioactive substances that emit so-called ionising radiation. This radiation can damage tissue and DNA, which is bad for your health. The wearer of the jewellery is exposed to this radiation. In the United States of America it is no longer allowed to sell these products.

The ANVS asked RIVM to investigate 10 negative ion consumer products. The reason was that a Dutch citizen had alerted the ANVS that negative ion products can contain radioactive substances. RIVM assessed if this was the case, and what the radiation dose for the skin would be for someone wearing the products.

All 10 products contain more radioactivity than legally permitted. The skin of the wearer of the products is exposed to an added radiation dose. Effects like redness of the skin at the site where the product is worn cannot be ruled out.

The law states that radioactivity in consumer products is not allowed, unless it is deemed justified. For the investigated products this is not the case. Justification means that exposure to ionizing radiation is only allowed if the advantages outweigh the possible health detriment.

Keywords: negative ions, radiation, consumer products, ANVS

Inhoudsopgave

Samenvatting – 9

Kwaliteitssysteem – 11

1 Inleiding – 13

2 Meetmethode – 15

3 Resultaten – 19

3.1 Gammaspectrometrie – 19

3.2 Lokale equivalente huiddosis door het dragen van de voorwerpen – 20

4 Bevindingen en conclusies – 23

5 Referenties – 25

Bijlage I – Gegevens dochternucliden – 27

Erratum 1 briefrapport 2021-0239 – 35

Erratum 2 briefrapport 2021-0239 – 37

Samenvatting

In opdracht van de inspectie van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) is onderzoek gedaan naar radioactieve stoffen in 'negatieve ionen'-consumentenproducten die onder andere via internet verkocht worden. De websites waar de producten verkocht worden claimen dat 'negatieve ionen' een positief effect zouden hebben op de gezondheid.

De ANVS inspectie is door een particulier gewezen op het bestaan van deze producten en een aantal Amerikaanse youtubefilmpjes waarop te zien is dat de 'negatieve ionen' opgewekt worden door radioactieve stoffen in de producten. De ANVS inspectie heeft het RIVM gevraagd uit te zoeken of er daadwerkelijk radioactiviteit in een selectie van 10 'negatieve ionen'-consumentenproducten zit, en zo ja, welke stoffen en hoeveel. Dit hebben we met behulp van hoge resolutie gammaspectrometrie bepaald. Alle producten bleken radioactieve stoffen te bevatten uit de natuurlijke vervalreeksen. Dit zijn stoffen die langzaam en in meerdere stappen vervallen naar een stabiel materiaal. Deze radioactieve stoffen en hun vervalproducten worden natuurlijke reeksen genoemd omdat ze al vanaf het ontstaan van de aarde in de bodem zitten. Vervalproducten uit de thorium-232 (Th-232) reeks zijn in alle producten aangetroffen, en 6 van de 10 producten bevatten daarnaast ook nucliden uit de uranium-238 (U-238) en uranium-235 (U-235) reeksen. De grootste bijdrage kwam van de dochternucliden uit de Th-232 reeks: de activiteitsconcentratie lag tussen de $6,4 \pm 0,6$ en $74 \pm 8 \text{ Bq g}^{-1}$ en de totale activiteit tussen $5,9 \pm 0,4$ en $780 \pm 80 \text{ Bq}$ per voorwerp.

Daarnaast is de lokale equivalente huiddosis berekend, een maat voor deterministische effecten zoals huidverbranding. Op basis van de aanname dat de producten 24 uur per dag worden gedragen resulteerde dit voor de verschillende producten in een lokale equivalente huiddosis tussen de 12 en 50 mSv per jaar. De dosislimiet voor de lokale equivalente huiddosis bedraagt 50 mSv per jaar. Ter vergelijking: de huiddosis ten gevolge van de gemiddelde stralingsblootstelling in Nederland bedraagt 2,6 mSv per jaar.

De hoeveelheid radioactiviteit in de onderzochte producten ligt boven de vrijgavegrens van 1 Bq g^{-1} voor Th-232. Nog belangrijker is dat de berekende lokale equivalente huiddosis in de buurt komt van of zelfs ligt op de huiddosislimiet. Dat betekent dat lokale deterministische effecten (bijvoorbeeld het verbranden van de huid) door het dragen van deze producten niet kunnen worden uitgesloten.

Kwaliteitssysteem

Het Centrum Veiligheid van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM/VLH) is voor een aantal verrichtingen geaccrediteerd door de RvA volgens NEN-EN-ISO-17025 (registratienummer L153)¹. Deze verrichtingen hebben betrekking op metingen die worden uitgevoerd in het kader van het toezicht op nucleaire installaties (ANVS), het Nationaal Meetnet Radioactiviteit en milieu-monitoring ter uitvoering van het EURATOM Verdrag.

De metingen en analyses zoals beschreven in dit rapport wijken af van deze standaard verrichtingen en vallen daarom niet onder deze accreditatie. Waar mogelijk is echter in overeenstemming met de standaard procedures ter kwaliteitsborging gewerkt, in het bijzonder ten aanzien van validatie van de kwantitatieve aspecten.

¹ Het erratum dd. 05-11-2024 heeft betrekking op deze alinea en is weergegeven op pagina 37 van dit rapport.

1 Inleiding

Op 13 augustus 2020 heeft de ANVS een melding ontvangen van mogelijke radioactiviteit in een ketting/hanger welke online verkocht wordt. De melding is gedaan door een particulier. Later, op 12 februari 2021, heeft de ANVS een andere melding van een particulier ontvangen van mogelijke radioactiviteit in diverse producten die worden aangeboden via internet. De producten zouden zogenaamde 'negatieve ionen' uitzenden. Op de websites waarop deze producten worden verkocht wordt een gezondheidsclaim gedaan dat deze ionen een positief gezondheidseffect op de drager ervan zouden hebben. In de melding wordt onder meer verwezen naar video's op youtube waarin onderzoek van een youtuber te zien is [YT21].

Naar aanleiding van deze meldingen heeft de ANVS inspectie het vermoeden uitgesproken dat er mogelijk sprake is van aanwezigheid van radioactieve stoffen en zijn er twee onderzoeken ingesteld. Om de risico's van dergelijke producten te kunnen bepalen heeft de betrokken inspecteur 10 van dit type producten besteld, die vervolgens aan het RIVM zijn aangeboden voor nader onderzoek.

In navolging van de opdrachtbrieven [ANVS20, ANVS21] is het volgende onderzoek aan deze 'negatieve ionen'-consumentenproducten uitgevoerd:

- Onderzoek naar en het bemonsteren van de radioactieve stoffen in de aangeboden producten;
- Gammaspectrometrische analyse van het monster om te bepalen om hoeveel en welke radioactieve stoffen het gaat;
- Opgave van de activiteitsconcentratie en de totale activiteit van de aangetoonde radionucliden in de producten, uitgaande van de onderdelen die radioactieve stoffen bevatten;
- Onderzoek naar risico's voor individuele burgers ten gevolge van de stralingsdosis (ook ten gevolge van alfa- en bètastraling) bij het gebruik van de producten. Hierbij wordt er van uitgegaan dat een armband of ketting 24 uur per dag wordt gedragen en het slaapmasker 8 uur per dag.

De resultaten van de twee onderzoeken zijn in dit briefrapport samengevoegd.

2 Meetmethode

Er zijn door de ANVS in totaal 10 voorwerpen aangeleverd voor onderzoek, waarvan in Tabel 1 een overzicht is gegeven. De voorwerpen zijn gefotografeerd (zie Figuur 1) en gewogen. Het netto gammadosistempo aan het oppervlak en op 10 cm van de voorwerpen is met een FLIR IdentiFinder R400 bepaald. De resultaten hiervan staan in Tabel 2. Van alle voorwerpen gaf alleen het slaapmasker op 10 cm een dosistempo hoger de achtergrond (netto 0,03 $\mu\text{Sv/h}$).

Tabel 1 Informatie over de 10 consumentenproducten.

Nummer	Code	Omschrijving	Leverancier
1	4708iXL	Fit & Slim siliconen armband XL	Magnetix
2	4705iL	Sportboost armband Turkoois	Magnetix
3	4720iM	Smiley Kids armband	Magnetix
4	4657iXL	Magneetketting	Magnetix
5	609132886690	Zwart-witte ketting	Energy Armour
6	-	Dog tag	Energy Armour
7	-	Zwarte superarmband	Energy Armour
8	736211735560	Slaapmasker	Energy Armour
9	SKU: IO.TIT.046	Armband "Basic Nero"	Ionira
10	-	Quantum Pendant	-

Tabel 2 De gemeten netto gammadosistempen en gewichten van de gehele voorwerpen. De achtergrondwaarde van het gammadosistempo bedroeg ca. 0,03 $\mu\text{Sv/h}$.

Nummer	Gewicht gehele voorwerp ^a [g]	Dosistempo aan oppervlak
1	9,10	0,02 $\mu\text{Sv/h}$
2	17,96	0,02 $\mu\text{Sv/h}$
3	5,64	0,01 $\mu\text{Sv/h}$
4	4,98	0,01 $\mu\text{Sv/h}$
5	11,13	0,04 $\mu\text{Sv/h}$
6	4,41	0,01 $\mu\text{Sv/h}$
7	9,22	achtergrond
8	16,69	0,13 $\mu\text{Sv/h}$
9	25,99	achtergrond
10	20,66	0,065 $\mu\text{Sv/h}$

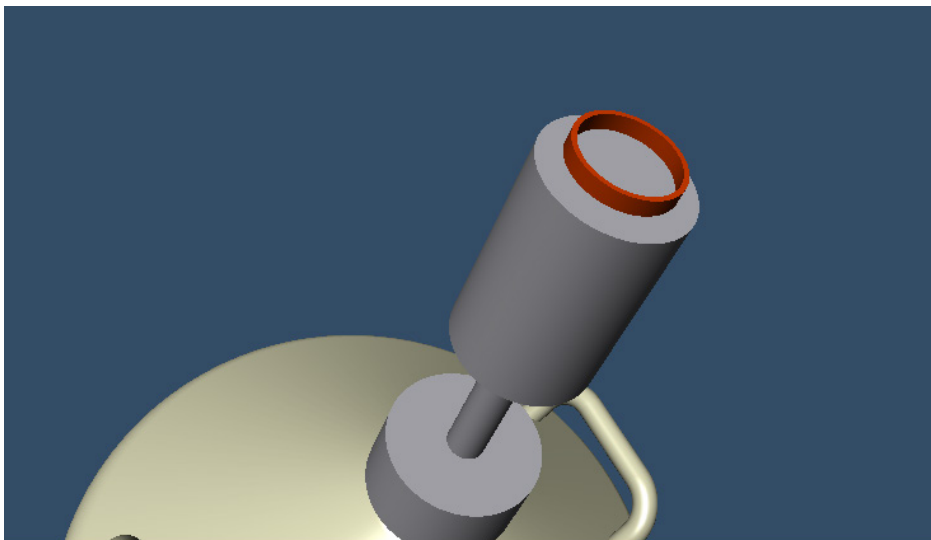
^a Dit is het gewicht van het gehele voorwerp inclusief de niet-radioactieve delen, zonder verpakkingsmateriaal.



Figuur 1 Op volgorde van links naar rechts en boven naar beneden zijn de voorwerpen 1 t/m 10 afgebeeld.

De consumentenproducten zijn in hun geheel gemeten met hoge resolutie gammaspectrometrie, op een n-type germanium halfgeleiderdetector (Mirion; 40%; BE-type), een pulssorteerder (DSA-1000, Mirion) van 8192 kanalen en de softwarepakketten APEX gamma en Genie-2000 (Mirion).

De spectra zijn geanalyseerd met Genie-2000 (Mirion). De telefficiëntie van elke meting is berekend met het softwarepakket ISOCS van Mirion [ISOCS], waarin voor iedere meting een model is gemaakt van de meetgeometrie, met daarin de afmetingen, elementsamenstelling en dichtheid van de voorwerpen. In Figuur 2 is hiervan een voorbeeld te zien.



Figuur 2 Voorbeeld van een in ISOCS gemaakte modelmatige meetgeometrie waarmee de telefficiëntie is berekend.

Met behulp van de Victoreen model ASM 990 in combinatie met de pancake probe type 498-110 is bepaald in welke delen van de voorwerpen de radioactiviteit zich bevond. De pancake probe is voornamelijk gevoelig voor bèta- en laagenergetische gammastraling, wat goed af te schermen is met 5 cm dikke loodblokken. Vooraf is gecontroleerd of er een verhoogd teltempo ten opzichte van de achtergrond gemeten werd als de voorwerpen volledig afgeschermd werden met lood. Dit was niet het geval.

De voorwerpen zijn onderzocht door een groot deel van de voorwerpen af te schermen met lood, en een klein deel onafgeschermd te laten. Dit onafgeschermd deel is vervolgens gemeten met de pancake probe, en hiervan is vastgelegd of het radioactiviteit bevatte. In Figuur 3 is hiervan een voorbeeld te zien. De afscherming is steeds een stukje opgeschoven, net zolang tot het gehele voorwerp op deze manier "gescand" was. Van een aantal voorwerpen bleek dat de radioactiviteit zich in het gehele voorwerp bevond, en van een aantal in een specifiek onderdeel.



Figuur 3 Methode waarmee is bepaald in welke onderdelen de radioactieve stoffen zich bevonden, door een groot deel van de voorwerpen af te schermen met lood en maar een klein deel tegelijk met een voor bètastraling gevoelige detector te meten.

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de radioactieve onderdelen van de voorwerpen. Bij de voorwerpen waar de radioactiviteit zich in een specifiek onderdeel bevond zijn deze onderdelen gescheiden van de niet-actieve onderdelen en opnieuw gammaspectrometrisch gemeten op dezelfde manier als de gehele voorwerpen.

Tabel 3 Overzicht van de radioactieve onderdelen van de verschillende voorwerpen, bepaald met de Victoreen in combinatie met de pancake probe en 5 cm lood als afscherming.

Monsternr.	Radioactieve (onder)delen	Gewicht radioactief deel [g]
1	Gehele armband	9,104
2	Gehele armband	17,959
3	Gehele armband	5,644
4	Gehele ketting	4,976
5	Siliconen binnenkant van de ketting	5,6306
6	"Schildje" waarop het logo staat in het midden van de dog tag	1,2774
7	Gehele armband	9,216
8	Siliconen binnenkant van het slaapmasker	10,572
9	De witte en de rode stippen op de schakels ^a	0,7292
10	Hanger	19,08

^a Bepaald door de schakels los te halen en per type op een germanium halfgeleiderdetector te meten.

3 Resultaten

3.1 **Gammaspectrometrie**

In de voorwerpen zijn dochternucliden uit de natuurlijke reeksen van Th-232, U-238 en U-235 gevonden. De activiteitsconcentraties en activiteiten van de natuurlijke reeksen zoals die in de radioactieve onderdelen zijn aangetroffen staan in Tabel 4. In een aantal van de voorwerpen was de Th-232 reeks niet in evenwicht. Dit wijst op een handeling tijdens het productieproces waarbij radium (gedeeltelijk) uit het materiaal verwijderd is. Dit betrof alle voorwerpen van Magnetix en één voorwerp van Energy Armour. De activiteitsconcentraties van de dochternucliden zijn weergegeven in bijlage I.

Tabel 4 Activiteitsconcentraties [$Bq \cdot g^{-1}$] en activiteiten [Bq] bepaald met gammaspectrometrie voor de radioactieve onderdelen van de voorwerpen.

Monsternr.	Reeks/nuclide	Activiteitsconcentratie [$Bq \cdot g^{-1}$] ^a	Activiteit [Bq] ^{a,b}
1	Ac-228 ^d	$8,8 \pm 0,9$	80 ± 8
	Ra-224+ ^d	$12,4 \pm 1,3$	113 ± 12
2	Ac-228 ^d	$8,7 \pm 0,9$	157 ± 16
	Ra-224+ ^d	$12,3 \pm 1,3$	220 ± 20
3	Ac-228 ^d	$10,3 \pm 1,0$	58 ± 6
	Ra-224+ ^d	$14,7 \pm 1,5$	83 ± 9
4	Ac-228 ^d	$11,0 \pm 1,1$	55 ± 6
	Ra-224+ ^d	$16,0 \pm 1,7$	79 ± 8
5	Th-232sec ^c	21 ± 2	116 ± 12
	U-235sec ^c	$0,22 \pm 0,03$	$1,21 \pm 0,17$
	U-238sec ^c	$3,7 \pm 0,4$	21 ± 2
6	Th-232sec ^c	$18,7 \pm 1,9$	24 ± 2
	U-235sec ^e	n.q.	n.q.
	U-238sec ^c	$1,78 \pm 0,19$	$2,3 \pm 0,2$
7	Ac-228 ^d	$6,4 \pm 0,6$	59 ± 6
	Ra-224+ ^d	$7,5 \pm 0,8$	69 ± 7
	U-235sec ^e	n.q.	n.q.
	U-238sec ^c	$0,37 \pm 0,04$	$3,4 \pm 0,3$
8	Th-232sec ^c	74 ± 8	780 ± 80
	U-235sec ^e	n.q.	n.q.
	U-238sec ^c	$6,8 \pm 0,8$	72 ± 8
9	Th-232sec ^c	$16,2 \pm 1,1$	$5,9 \pm 0,4$
	U-235sec ^e	n.q.	n.q.
	U-238sec ^c	$3,08 \pm 0,2$	$1,13 \pm 0,09$
10	K-40	$0,7 \pm 0,3$	$0,27 \pm 0,10$
	Th-232sec ^c	$8,0 \pm 0,4$	153 ± 8
	U-235sec ^c	$0,068 \pm 0,006$	$1,29 \pm 0,10$
	U-238sec ^c	$1,02 \pm 0,05$	$19,4 \pm 1,0$

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Totale activiteit op basis van het gewicht van het radioactieve deel van het voorwerp.

^c Reeks in evenwicht (verondersteld) op basis van resultaten van de dochternucliden.

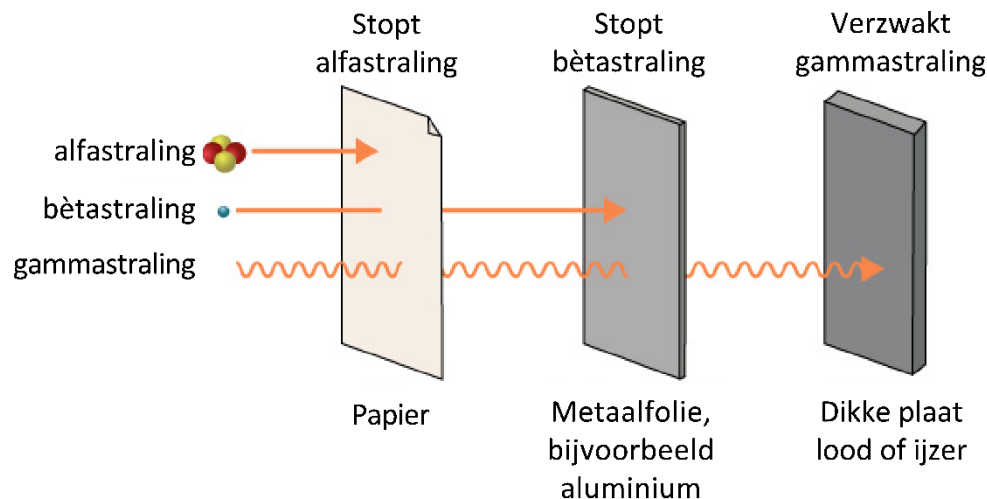
^d Nucliden uit de Th-232 reeks. In deze monsters is deze reeks niet in evenwicht.

^e Reeks aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

3.2 Lokale equivalente huiddosis door het dragen van de voorwerpen

De voorwerpen zenden zowel gammastraling, als ook alfa- en bètastraling uit. Alfastraling en bètastraling bestaan uit deeltjes: Alfastraling uit heliumkernen, en bètastraling uit elektronen. Gammastraling is elektromagnetische straling, vergelijkbaar met licht. Hoe diep de verschillende soorten straling in verschillende materialen kunnen komen hangt af van welke soort straling het is en van de energie van de straling. Alfastraling komt niet door een vel papier heen. Bètastraling komt nog wel door papier heen, maar wordt gestopt door metaalfolie. Gammastraling zal altijd voor een deel door het materiaal heen gaan, maar hoe dikker en zwaarder het materiaal is dat in de weg

staat, hoe minder gammastraling er doorheen komt. Je hebt een zwaar materiaal nodig om gammastraling efficiënt te verzwakken, zoals een dikke plaat lood of een betonnen muur (zie Figuur 2).



Figuur 4 Het doordringend vermogen van de belangrijkste soorten straling. Aangepast van "BOOKLET to Provide Basic Information Regarding Health Effects of Radiation", Ministerie van Milieu, Japan.

Het grootste deel van de alfastraling zal de voorwerpen dus niet uitkomen of door de dode huidlaag worden geabsorbeerd. De alfa's zullen daarom geen significante bijdrage leveren aan de dosis in de huid of andere gevoelige organen. De bèta's en gamma's leveren wel een bijdrage aan de lokale equivalente huiddosis geldend voor de meest blootgestelde cm^2 huid. Deze huiddosis is berekend met de dosisconversiecoëfficiënten (DCC's) uit tabel 7.1 van het document *Berechnungsgrundlage für die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition* [SSK2017]. Een DCC vertelt je welke dosis je krijgt als je aan een bepaalde hoeveelheid radioactiviteit wordt blootgesteld. De gebruikte DCC's gelden voor een onafgeschermd oppervlaktebesmetting direct op de huid. Aangezien het in dit onderzoek om voorwerpen met een dikte gaat, moet daarnaast dus nog gecorrigeerd worden voor zelfabsorptie van bèta deeltjes in de voorwerpen. Er zijn meerdere methodes om tot een antwoord te komen, gebaseerd op verschillende aannames. Wij hebben de huiddosis berekend volgens een methode geïnspireerd door Dalton en Kunaish [Dalton64]. Zelfabsorptie leidt tot een reductie in counting efficiency en in onze methode hebben we aangenomen dat de counting efficiency hetzelfde is als de dosis efficiency. Naast zelfabsorptie zit er een stoffen huls om twee van de voorwerpen heen, waardoor de radioactieve onderdelen afgeschermd worden. Hiermee is rekening gehouden door de huiddosis te corrigeren met een zogenaamde Clothing Shielding Factor, beschreven in rapport "Assessment of Skin Doses" van de NRPB [NRPB97]. Voor de gamma's is aangenomen dat deze volledig door de voorwerpen heen komen².

² Voor gamma's met een energie van 200 keV geldt dat 84% door de gehele dikte van de hanger heen komt. Th-232sec heeft maar weinig gamma's met energie kleiner dan 200 keV, die ook nog eens een lage yield hebben. De aanname dat alle gamma's door de hanger heen gaan is dus een goede aanname, die hooguit een kleine overschatting geeft voor de gamma huiddosis.

Omdat er een aantal aannames (zoals draagtijd) gedaan zijn om de dosis te berekenen geven de resultaten de orde van grootte van de daadwerkelijke huiddosis. De werkelijke dosis kan enkele tientallen procenten afwijken van de gerapporteerde waarde. De resultaten van deze berekening zijn voor een aantal voorwerpen geverifieerd met het programma VARSKIN 6 van de United States Nuclear Regulatory Commission [NRC21].

De dosis die de drager van de voorwerpen in een jaar oploopt hangt af van het aantal uur dat deze persoon de voorwerpen per dag draagt. De meest conservatieve benadering is als wordt aangenomen dat de voorwerpen 24 uur per dag, 7 dagen per week, direct op de huid worden gedragen. Voor het slaapmasker is dat niet realistisch en is uitgegaan dat deze 8 uur per dag, 7 dagen per week gedragen wordt. Bij deze draagtijden varieert de totale lokale equivalente huiddosis ten gevolge van het dragen van de verschillende voorwerpen tussen de ca. 12 en 50 mSv per jaar, waarbij de bijdrage ten gevolge van de bèta's tussen de 10 en 44 mSv per jaar ligt en van de gamma's tussen de 2 en 10 mSv per jaar (zie Tabel 5). Ter vergelijking: de normale gemiddelde stralingsblootstelling in Nederland bedraagt 2,6 mSv per jaar [RIVM18]. De te verwachten daarbij horende lokale equivalente huiddosis is ook 2,6 mSv per jaar. De huiddosis ten gevolge van het gebruik van de onderzochte 'negatieve ionen'-consumentenproducten ligt daar dus ver boven.

Tabel 5 De totale lokale equivalente huiddosis voor de meest blootgestelde cm², en de bijdrage van de bèta's en gamma's aan deze huiddosis. Er is gecorrigeerd voor zelfafscherming en eventuele afscherming van stoffen omhulsels.

Monsternr.	Totale huiddosis (mSv)	Bijdrage bèta's (mSv)	Bijdrage gamma's (mSv)	Draagtijd per dag (h)
1	19	14	6	24
2	34	25	9	24
3	34	30	5	24
4	18	17	2	24
5	13	10	2	24
6	50	44	6	24
7	20	17	3	24
8	47	44	3	8
9	25	22	4	24
10	32	20	12	24

4 Bevindingen en conclusies

In dit rapport is aangetoond dat de onderzochte 'negatieve ionen'-consumentenproducten dochternucliden uit de natuurlijke reeksen van Th-232, U-238 en U-235 bevatten.

In de radioactieve onderdelen van de voorwerpen waarbij de Th-232 reeks in evenwicht (monsternummer 5, 6, 8, 9 en 10) was varieerde de activiteitsconcentratie van Th-232sec tussen $8,0 \pm 0,4$ en 74 ± 8 Bq g⁻¹ en de totale activiteit tussen $5,9 \pm 0,4$ en 780 ± 80 Bq per voorwerp.

In de radioactieve onderdelen van de voorwerpen waarbij de Th-232 reeks niet in evenwicht was (monsternummer 1 t/m 4 en 7) varieerde de activiteitsconcentratie van Th-232 dochternucliden tussen $6,4 \pm 0,6$ en $16,0 \pm 1,7$ Bq g⁻¹ en de totale activiteit tussen 55 ± 6 en 220 ± 20 Bq per voorwerp.

In de radioactieve onderdelen van de voorwerpen waarin U-238sec aanwezig was (monsternummer 5 t/m 10) varieerde de activiteitsconcentratie tussen $0,37 \pm 0,04$ en $6,8 \pm 0,8$ Bq g⁻¹ en de totale activiteit tussen $1,13 \pm 0,09$ en 72 ± 8 Bq per voorwerp.

De U-235 reeks is in voorwerpen met monsternummer 5 t/m 10 gedetecteerd, maar kon maar in twee voorwerpen gekwantificeerd worden (monsternummer 5 en 10). Er is aangenomen dat de U-235 reeks in evenwicht is in deze voorwerpen aangezien de U-238 reeks ook in evenwicht was. De activiteitsconcentratie van U-235sec in monsternummer 5 bedroeg $0,22 \pm 0,03$ Bq g⁻¹ en de totale activiteit $1,21 \pm 0,17$ Bq. De activiteitsconcentratie van U-235sec in monsternummer 10 bedroeg ($0,068 \pm 0,006$ Bq g⁻¹) en de totale activiteit ($1,29 \pm 0,10$ Bq).

De hoeveelheid radioactiviteit in de onderzochte producten ligt dus boven de vrijgavegrens van 1 Bq g⁻¹ voor Th-232 zoals gesteld in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). Vrijgavegrenzen worden gebruikt om te toetsen of er op radiologische gronden een vergunning of registratie nodig is voor de producten.

Naast de activiteit en activiteitsconcentratie in de voorwerpen is ook de lokale equivalente huiddosis bepaald voor de meest blootgestelde cm² huid ten gevolge van het dragen van de voorwerpen. De maximale lokale equivalente huiddosis in één jaar bij het 24 uur per dag, 7 dagen per week, dragen van de voorwerpen bedraagt tussen de 12 en 50 mSv, er vanuit gaande dat de persoon de voorwerpen direct op de huid draagt. Voor het slaapmasker is uitgegaan van een draagtijd van 8 uur per dag, 7 dagen per week. Dit geeft een lokale equivalente huiddosis van 47 mSv/jaar. De lokale equivalente huiddosis ten gevolge van het gebruik van de onderzochte 'negatieve ionen'-consumentenproducten ligt ver boven de huiddosis ten gevolge van de normale gemiddelde stralingsblootstelling in Nederland, en komt zelfs in de buurt van of op de dosislimiet van 50 mSv/jaar [Bbs21]. Dat betekent dat lokale

deterministische effecten (bijvoorbeeld het verbranden van de huid) door het dragen van deze producten niet kunnen worden uitgesloten.

5 Referenties

- [ANVS20] Opdrachtbrief ANVS met kenmerk "Holmes-480860-01-3TU" van 4 november 2020
- [ANVS21] Opdrachtbrief ANVS met kenmerk "ANVS-2021/2983" van 15 maart 2021
- [YT21] <https://youtu.be/C7TwBUxxICO> van 18 februari 2020 en <https://youtu.be/3BA5bw1EV5I> van 19 januari 2021
- [ISOCS] In Situ Object Counting System (ISOCS), Mirion; <https://www.mirion.com/products/s573-isocs-calibration-software>
- [SSK17] Berechnungsgrundlage für die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition, Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission beim Bundesamt für Strahlenschutz (2017)
- [Dalton64] G.R. Dalton and H.H. Kunaish, The beta self-shielding correction for 2n geometries, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, 15, pp 301-307 (1964)
- [NRPB97] Assessment of Skin Doses, Documents of the NRPB Vol. 8 No. 3, National Radiological Protection Board (1997)
- [RIVM18] RIVM Infographic "Blootstelling aan straling"; <https://www.rivm.nl/straling/infographics-over-straling> (2018)
- [Bbs21] Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming; <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2021-07-01>, artikel 9.1.3b

Bijlage I – Gegevens dochternucliden

Gemeten dochternucliden in monster 1.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	11,8 ± 1,3
	Bi-212	12,8 ± 1,4
	Pb-212	12,5 ± 1,5
	Ra-224	13,1 ± 1,7
	Ac-228	8,8 ± 0,9

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

Gemeten dochternucliden in monster 2.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	12,1 ± 1,3
	Bi-212	12,1 ± 1,3
	Pb-212	12,9 ± 1,5
	Ra-224	13,4 ± 1,7
	Ac-228	8,7 ± 0,9

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

Gemeten dochternucliden in monster 3.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	14,3 ± 1,5
	Bi-212	14,8 ± 1,6
	Pb-212	14,9 ± 1,7
	Ra-224	16 ± 2
	Ac-228	10,3 ± 1,0

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

Gemeten dochternucliden in monster 4.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	16,0 ± 1,7
	Bi-212	16,3 ± 1,8
	Pb-212	15,5 ± 1,8
	Ra-224	16 ± 2
	Ac-228	11,0 ± 1,1

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

Gemeten dochternucliden in monster 5.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	21 ± 2
	Bi-212	22 ± 2
	Pb-212	19 ± 2
	Ra-224	21 ± 3
	Ac-228	20 ± 2
	Th-232	<MDA
U-235	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231	<MDA
	Th-231	<MDA
	U-235	0,22 ± 0,03
U-238	Pb-210	3,1 ± 0,6
	Bi-214	3,7 ± 0,4
	Pb-214	3,8 ± 0,4
	Ra-226	3,9 ± 0,6
	Th-230	5 ± 2
	U-234	<MDA
	Th-234	3,1 ± 0,4
	Pa-234m ^b	n.q.
	U-238	<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Gemeten dochternucliden in monster 6.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	19 ± 2
	Bi-212	20 ± 2
	Pb-212	17 ± 2
	Ra-224	20 ± 3
	Ac-228	18,5 ± 1,9
	Th-232	<MDA
U-235	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231	<MDA
	Th-231	<MDA
	U-235 ^b	n.q.
U-238	Pb-210	1,8 ± 0,3
	Bi-214	1,80 ± 0,19
	Pb-214	1,8 ± 0,2
	Ra-226	<MDA
	Th-230	<MDA
	U-234	<MDA
	Th-234	1,5 ± 0,2
	Pa-234m ^b	n.q.
	U-238	<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Gemeten dochternucliden in monster 7.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	7,2 ± 0,8
	Bi-212	7,6 ± 0,8
	Pb-212	7,4 ± 0,9
	Ra-224	7,9 ± 1,0
	Ac-228	6,4 ± 0,6
U-235	Th-232	<MDA
	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231 ^b	n.q.
	Th-231	<MDA
	U-235 ^b	n.q.
	U-238	Pb-210
Bi-214		0,35 ± 0,04
Pb-214		0,40 ± 0,05
Ra-226		0,29 ± 0,08
Th-230 ^b		n.q.
U-234		<MDA
Th-234		0,52 ± 0,07
Pa-234m ^b		n.q.
U-238		<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Gemeten dochternucliden in monster 8.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	75 ± 9
	Bi-212	73 ± 8
	Pb-212	71 ± 8
	Ra-224	78 ± 10
	Ac-228	74 ± 8
	Th-232	<MDA
U-235	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231	<MDA
	Th-231	<MDA
	U-235 ^b	n.q.
U-238	Pb-210	6,6 ± 1,6
	Bi-214	6,7 ± 0,8
	Pb-214	6,5 ± 1,0
	Ra-226	14 ± 3
	Th-230	<MDA
	U-234	<MDA
	Th-234	6,7 ± 1,1
	Pa-234m	<MDA
	U-238	<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Gemeten dochternucliden in monster 9.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	0,26 ± 0,03
	Bi-212	0,29 ± 0,03
	Pb-212	0,29 ± 0,04
	Ra-224	0,33 ± 0,04
	Ac-228	0,27 ± 0,03
U-235	Th-232	<MDA
	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231	<MDA
	Th-231 ^b	n.q.
	U-235 ^b	n.q.
	U-238	Pb-210
Bi-214		0,047 ± 0,005
Pb-214		0,054 ± 0,008
Ra-226		0,070 ± 0,019
Th-230		<MDA
U-234		<MDA
Th-234		0,034 ± 0,010
Pa-234m		<MDA
U-238		<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Gemeten dochternucliden in monster 10.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
U-235+	Bi-211 ^b	n.q.
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223 ^b	n.q.
	Th-227	<MDA
	Pa-231	0,083 ± 0,011
	Th-231	0,054 ± 0,013
	U-235	0,066 ± 0,006
	U-238+	Pb-210 ^b
Bi-214		1,03 ± 0,05
Pb-214		0,83 ± 0,08
Ra-226		1,1 ± 0,2
Th-230 ^b		n.q.
U-234		<MDA
Th-234		<MDA
Pa-234m ^b		n.q.
U-238		<MDA
Th-232+	Tl-208	8,5 ± 0,5
	Bi-212	8,5 ± 0,5
	Pb-212	7,6 ± 0,6
	Ra-224	8,8 ± 0,8
	Ac-228	7,8 ± 0,4

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

Erratum 1 briefrapport 2021-0239

Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve ionen'-consumentenproducten

Bilthoven: 02 augustus 2022

Onderwerp: Erratum bij rapport 2021-0239

In tabel 4 op pagina 20 van het RIVM rapport 2021-0239 getiteld Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve ionen'-consumentenproducten moeten een aantal waarden worden gecorrigeerd. De activiteitsconcentraties van monsternummer 9 zijn niet correct gerapporteerd.

De gerapporteerde waarden zouden moeten zijn:

Monsternr.	Reeks/nuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g ⁻¹]	Activiteit [Bq]
9	Th-232sec	8,1 ± 0,6	5,9 ± 0,4
	U-235sec	n.q.	n.q.
	U-238sec	1,54 ± 0,12	1,13 ± 0,09
	K-40	0,70 ± 0,15	0,27 ± 0,10

In Bijlage I op pagina 32 moeten een aantal waarden worden gecorrigeerd. De activiteitsconcentraties van de dochternucliden van monsternummer 9 zijn niet correct gerapporteerd.

De gerapporteerde waarden zouden moeten zijn:

Reeks	Radionuclide	Activiteits-concentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
Th-232	Tl-208	8,4 ± 0,6
	Bi-212	8,4 ± 0,7
	Pb-212	8,1 ± 0,7
	Ra-224	9,4 ± 0,9
	Ac-228	8,0 ± 0,6
U-235	Th-232	<MDA
	Bi-211	<MDA
	Pb-211	<MDA
	Rn-219	<MDA
	Ra-223	<MDA
	Th-227	<MDA
	Pa-231	<MDA
U-238	Th-231 ^b	n,q,
	U-235 ^b	n,q,
	Pb-210	3,2 ± 0,5
	Bi-214	1,54 ± 0,12
	Pb-214	1,45 ± 0,14
	Ra-226	<MDA

Reeks	Radionuclide	Activiteits-concentratie [Bq·g ⁻¹] ^a
	Th-230	<MDA
	U-234	<MDA
	Th-234	<MDA
	Pa-234m	<MDA
	U-238	<MDA

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

^b Nuclide wel aanwezig in het spectrum maar kon niet betrouwbaar gekwantificeerd worden.

P.N. Brandhoff

Erratum 2 briefrapport 2021-0239

Radioactiviteitsmetingen aan 'negatieve-ionen'-consumentenproducten

Bilthoven: 05 november 2024

Onderwerp: Erratum bij rapport 2021-0239

In het RIVM rapport 2021-0239 getiteld Radioactiveitsmetingen aan 'negatieve-ionen'-consumentenproducten staan helaas onjuistheden.

Op pagina 11 staan onjuistheden in de tekst over het kwaliteitssysteem. De wijziging is tekstueel en heeft geen impact op de juistheid van de gerapporteerde resultaten. Beide alinea's in deze paragraaf moeten in hun geheel vervangen worden door een nieuwe tekst. De juiste tekst moet zijn:

De metingen zoals beschreven in dit rapport zijn verricht met meetinstrumenten die worden gebruikt, onderhouden en gekalibreerd binnen een kwaliteitsregime gebaseerd op NEN-EN-ISO-17025 en vallen onder de ISO-9001 certificering van het RIVM.

P.N. Brandhoff

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag