



FRONT OFFICE VOEDSEL- EN PRODUCTVEILIGHEID

Beoordeling van ioniserende straling uit kettlebells

Beoordeling aangevraagd door:	BuRO
Beoordeling opgesteld door:	RIVM
Datum aanvraag:	13-08-2025
Datum beoordeling:	27-08-2025 (concept) 10-10-2025 (definitief)
Coördinatoren:	RIVM
Opstellers:	RIVM
Toetsers:	RIVM
Projectnummer:	V/093130

Onderwerp

De Douane heeft eind juli een zending kettlebells (fitnessgewichten) met een verhoogd stralingsniveau gedetecteerd. RIVM heeft vervolgens in opdracht van de ANVS gemeten dat de kettlebells van nature voorkomende radioactieve stoffen bevatten: 0,4 tot 4 Bq/g in de thorium-232 reeks (Th-232sec), 0,04 tot 0,4 Bq/g in de uranium-235 reeks (U-235sec), 0,7 tot 9 Bq/g in de uranium-238 reeks (U-238sec) en 0,08 tot 0,3 Bq/g aan kalium-40 (K-40). De kettlebells gaven een verhoogd stralingsniveau variërend van 0,2 tot 1,4 $\mu\text{Sv/h}$ per stuk op het oppervlak. Conform de wetgeving zou er van de thorium- en uraniumreeksen maximaal 1 Bq/g in mogen zitten, voor K-40 is dat 10 Bq/g.

Deze producten mogen niet aan consumenten worden verkocht. Voor de te nemen interventie is de vraag wat het gezondheidsrisico is voor consumenten.

RIVM heeft een eerste risicobeoordeling uitgevoerd, waarbij verschillende blootstellings-scenario's zijn meegenomen.

Vraagstelling

Wat is het gezondheidsrisico voor consumenten door blootstelling aan ioniserende straling uit deze kettlebells?

1. Hoeveel metingen zijn er uitgevoerd? Zijn deze gevalideerd? Wat zijn de uitkomsten van de metingen? Wat is de spreiding in de metingen?
2. Hoe verhouden de metingen zich tot de limieten in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)?
3. Wat zijn de mogelijke blootstellingsscenario's van consumenten aan deze ioniserende straling?

4. Hoe hoog is de blootstelling van consumenten aan ioniserende straling van deze kettlebells?
5. Wat is het advies over de aanvaardbaarheid van het gezondheidsrisico van deze ioniserende straling?

Conclusies

1. Er zijn zes gevalideerde metingen uitgevoerd aan drie kettlebells. De activiteitsconcentraties van Th-232sec variëren tussen de $0,42 \pm 0,04$ Bq/g en $4,0 \pm 0,4$ Bq/g. Voor U-235sec varieert het tussen $0,037 \pm 0,004$ Bq/g en $0,42 \pm 0,04$ Bq/g, voor U-238sec tussen $0,67 \pm 0,07$ Bq/g en $9,2 \pm 0,9$ Bq/g en voor K-40 tussen $0,077 \pm 0,009$ Bq/g en $0,34 \pm 0,04$ Bq/g. Uit dosistempometingen uitgevoerd door de ANVS-inspectie blijkt dat er een uniforme verdeling is in van de activiteitsconcentraties.
2. Een deel van de meetresultaten komt boven de limieten van het Bbs uit. Deze limieten zijn vastgesteld ten behoeve van het controlestelsel waarop de ANVS toeziet, en hebben betrekking op gerechtvaardigde toepassingen. Het is een juridische vraag of de aanwezigheid van radioactief materiaal in kettlebells gezien kan worden als een gerechtvaardigde toepassing.
3. Er zijn diverse blootstellingsscenario's te bedenken, variërend van opslag van de kettlebell tot ingestie van zand uit de kettlebell.
4. De opgelopen effectieve jaardoses door de berekende scenario's variëren tussen $1,7 \cdot 10^{-6}$ µSv en 700 µSv.
5. Er is geen oordeel te vellen over gezondheidsrisico's van deze doses omdat deze liggen in het zeer lage dosisgebied, waar er geen "harde" uitspraken over de gezondheidsgevolgen van een stralingsdosis gedaan kunnen worden. Er is wel een vergelijking te maken met blootstellingen uit de dagelijkse praktijk. Zo zal de dosis die een persoon in Nederland oploopt (zonder medische blootstellingen) ongeveer verdubbelen indien er twee kettlebells met hoge activiteit onder het bed worden opgeslagen.

Metingen

Er zijn tot op heden zes metingen uitgevoerd aan drie kettlebells. Eerst zijn alle kettlebells als geheel gemeten en daarna is uit iedere kettlebell een submonster genomen van het zand wat zich daarin bevond. Deze 3 submonsters zijn vervolgens ook geanalyseerd. Al deze metingen zijn gevalideerd. De meetresultaten staan weergegeven in Tabellen 1 en 2.

De kettlebells zijn door de ANVS-inspectie aangeleverd en geselecteerd op een kettlebell met hoog dosistempo ($1,4$ µSv/h, een grijze), een laag dosistempo ($0,2$ µSv/h, een roze) en een blauwe zodat alle kleuren gemeten worden.

Bij het bemeten van een groter aantal kettlebells in de container (door de ANVS-inspectie) zijn dosistempi tussen de $0,2$ en $1,4$ µSv/h gevonden. Er was geen verband te vinden tussen het dosistempo en de kleur van de kettlebell. De kleuren zoals genoemd in Tabellen 1 en 2 zijn dus niet te koppelen aan activiteitsconcentraties van andere kettlebells van eenzelfde kleur, het is de kleur die de door RIVM onderzochte kettlebell toevallig had.

Tabel 1: Resultaten van de metingen aan de kettlebells als geheel.

Reeks / nuclide	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Blauw	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Roze	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Grijs
Th-232sec ^b	0,42 ± 0,04	0,60 ± 0,06	3,5 ± 0,4
U-235sec ^b	0,039 ± 0,006	0,040 ± 0,007	0,36 ± 0,05
U-238sec ^b	0,75 ± 0,08	0,87 ± 0,09	8,4 ± 0,9
K-40	< 0,2	< 0,4	< 0,6

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaarddeviatie.

^b Reeks in natuurlijk evenwicht (verondersteld) op basis van resultaten van onderliggende dochternucliden.

Tabel 2: Resultaten van de metingen aan zand uit de kettlebells.

Reeks / nuclide	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Blauw	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Roze	Activiteits-concentratie [Bq · g ⁻¹] ^a Grijs
Th-232sec ^b	0,44 ± 0,04	0,64 ± 0,06	4,0 ± 0,4
U-235sec ^b	0,037 ± 0,004	0,040 ± 0,004	0,42 ± 0,04
U-238sec ^b	0,67 ± 0,07	0,82 ± 0,08	9,2 ± 0,9
K-40	0,077 ± 0,009	0,083 ± 0,010	0,34 ± 0,04

^a De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaarddeviatie.

^b Reeks in natuurlijk evenwicht (verondersteld) op basis van resultaten van onderliggende dochternucliden.

Limieten uit het Bbs

In het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) staat voor zowel Th-232sec, U-235sec als U-238sec een limiet van 1 Bq/g, voor K-40 is dat 10 Bq/g. De gemeten grijze kettlebell ligt dus boven de limiet uit het Bbs en de gemeten blauwe en roze kettlebell niet.

Deze limieten zijn vastgesteld ten behoeve van het controlestelsel (zie hoofdstuk 3 van Bbs) waarop de ANVS toeziet, en hebben betrekking op gerechtvaardigde toepassingen (hoofdstuk 2 van Bbs). Het is een juridische vraag of de aanwezigheid van radioactief materiaal in kettlebells gezien kan worden als een gerechtvaardigde toepassing zoals bedoeld in de "Bijlagen bij hoofdstuk 2" van de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Daarin is de ANVS het bevoegd gezag.

Blootstelling

Er zijn diverse blootstellingsscenario's te bedenken. Een niet-uitputtende lijst hiervan is:

- Een jaar lang 4 keer per week 15 minuten sporten met de kettlebells (met de aanname dat de kettlebell op 30 cm van het lichaam gehouden wordt),
- Een jaar lang 1 kettlebell opslaan onder het bed (met aanname dat er 8 uur per dag wordt geslapen en er 40 cm afstand is tot de kettlebell),
- Een kleine besmetting op 20 cm² huid van 2 gram zand uit de kettlebells gedurende 60 seconden,
- Een grote besmetting op 100 cm² huid van 100 gram zand uit de kettlebells gedurende 60 seconden,
- Een inhalatie van 0,5 gram zand uit de kettlebells, en
- Een ingestie van 2 gram zand uit de kettlebells.

Opgemerkt dient te worden dat het ene scenario waarschijnlijker is dan het andere. Zo is het sporten met en het opslaan van een kettlebell onder het bed vele male

waarschijnlijker dan een huidbesmetting, inhalatie of ingestie van zand uit de kettlebell. Hiervoor moet namelijk eerst de kettlebell stuk gaan voordat er zand uit kan komen. Tevens is het gezien de korrelgrootte bijvoorbeeld erg lastig om het zand te inhaleren.

Tabel 3: Aannames gedaan bij de verschillende blootstellingsscenario's.

Scenario	Aannames
Jaar lang 4 keer per week 15 minuten sporten	Afstand tussen persoon en kettlebell is 30 cm
	Er wordt 4x per week 15 minuten gesport (4x52x0,25=52 uur)
	De kettlebell wordt beschouwd als puntbron
Jaar lang 1 kettlebell opslaan onder bed	Afstand tussen persoon en kettlebell is 40 cm
	Er wordt een jaar lang 8 uur per dag geslapen (8x365,25=2922 uur)
	De kettlebell wordt beschouwd als puntbron
	Er vindt geen afscherming plaats (door bijvoorbeeld het matras)
Grote huidbesmetting van 100 gram zand	De besmetting is met 100 gram zand
	Er wordt 100 cm ² huid besmet
	De besmetting blijft 1 minuut op de huid aanwezig
Kleine huidbesmetting van 2 gram zand	De besmetting is met 2 gram zand
	Er wordt 20 cm ² huid besmet
	De besmetting blijft 1 minuut op de huid aanwezig
Inhalatie van 0,5 gram zand	Er wordt 0,5 gram zand geïnhaleerd
Ingestie van 2 gram zand	Er vindt een ingestie plaats van 2 gram zand

Onderstaand staan dosisschattingen voor de hierboven genoemde blootstellingsscenario's. Het betreffen schattingen met diverse aannames zoals benoemd in Tabel 3. De getallen moeten gezien worden als orde van grootte schattingen. De dosisberekening voor het sporten en de opslag is gedaan door de kettlebell als puntbron te beschouwen. Vervolgens is met de puntbronconstante (Otto, 2016) en de aannames benoemd in bovenstaande opsomming de dosis uitgerekend. De formules die voor deze berekeningen zijn gebruikt, zijn te vinden in de bijlage. Voor de besmettingen is gebruik gemaakt van de dosisconversiecoëfficiënt voor huidbesmetting uit SSK Band 43 (2017). Dit maakt het mogelijk om de lokale equivalente huiddosis te berekenen. Dit is vervolgens omgerekend naar effectieve dosis zodat een vergelijking mogelijk is met de andere doses zoals beschreven in dit document. Bij inhalatie en ingestie is gebruik gemaakt van de dosisconversiecoëfficiënt $e(50)$ uit het Handboek Radionucliden (Keverling Buisman, 2015). Met deze waarde kan een geïnhaleerde dan wel via ingestie opgenomen hoeveelheid activiteit omgerekend worden in de volgdosis. Hierbij is aangenomen dat de zandkorrels daadwerkelijk geïnhaleerd kunnen worden. Het is echter goed denkbaar dat dit niet mogelijk is doordat de zandkorrels relatief groot zijn.

Tabel 4: Dosisberekeningen aan de hand van verschillende blootstellingsscenario's.

Scenario	Dosis in μSv
Jaar lang 4 keer per week 15 minuten sporten	20
Jaar lang 1 kettlebell opslaan onder bed	700
Grote huidbesmetting van 100 gram zand ^a	$8 \cdot 10^{-5}$
Kleine huidbesmetting van 2 gram zand ^a	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Inhalatie ^b van 0,5 gram zand	400
Ingestie ^b van 2 gram zand	40

Er is gebruik gemaakt van de meetresultaten van de kettlebell met de hoogste activiteitsconcentratie.

^a Om een vergelijking mogelijk te maken met de dosisvoorbeelden uit Tabel 5 is hier de effectieve dosis weergegeven. Om de lokale equivalente huiddosis H_{huid} te berekenen (welke waarden eerder gecommuniceerd zijn en welke gebruikt wordt in wetgeving omtrent huidbesmetting), moeten de hier weergegeven doses eerst vermenigvuldigd worden met 90000 voor het scenario kleine besmetting dan wel 18000 voor het scenario grote besmetting.

^b Voor de blootstellingsroutes inhalatie en ingestie wordt in de stralingsbescherming de specifieke grootte "effectieve volgdosis" gehanteerd, berekend met een conversiefactor "e(50)". Deze verdisconteert de langere blootstelling in het lichaam, rekening houdend met de relevante gemodelleerde fysiologische processen (waaronder excretie) en de halfwaardetijden van de betreffende radionucliden.

Limiet uit het Bbs

Er is ook een limiet op blootstelling gesteld in artikel 9.1 van het Bbs voor leden van de bevolking van 1 mSv, oftewel 1000 μSv , per jaar. Deze limiet is bepaald door de International Commission on Radiological Protection (ICRP). Achtergronden daarvan kunnen gevonden worden in een commentaar van Fisher (2023) en in ICRP Publication 109 (Clarke & Valentin, 2009). De limiet geldt enkel voor handelingen die volgens het besluit toegestaan zijn (art. 9.1 eerste lid). Tevens is de 1 mSv de limiet in totaal, gesommeerd over alle Kernenergiewet-vergunninghouders. In art. 9.2 staat dat per vergunninghouder er maximaal 0,1 mSv, oftewel 100 μSv , uitgedeeld mag worden. Er wordt ervan uitgegaan dat een gemiddelde persoon blootgesteld wordt door 10 vergunninghouders.

Risicobeoordeling

De ordegrrootte schattingen voor de blootstelling aan ioniserende straling variëren van 10^{-6} tot 1000 microsievert (μSv). Dat ligt in het zeer lage dosisgebied, waar er geen "harde" uitspraken over de gezondheidsgevolgen van een stralingsdosis gedaan kunnen worden¹. Niet voor een populatie, en al helemaal niet voor een individu. Wel kunnen we de doses uit Tabel 4 vergelijken met andere situaties uit de dagelijkse praktijk. Het RIVM heeft daarvoor een infographic laten maken, die hier te downloaden is: <https://www.rivm.nl/documenten/infographic-blootstelling-aan-straling>.

In Tabel 5 worden ter vergelijking met het bovenstaande een aantal blootstellingsscenario's gegeven met de bijbehorende dosis, om de getallen uit Tabel 4 in perspectief te kunnen plaatsen.

¹ Het gebied waarin wetenschappelijk gefundeerde uitspraken kunnen worden gedaan ligt tussen de enkele tientallen en ca. duizend millisievert, oftewel tussen enkele tienduizenden en ca. een miljoen microsievert.

Tabel 5: Dosisberekeningen aan de hand van verschillende blootstellingsscenario's uit de praktijk.

Scenario	Dosis in μSv
Een uur lang in Nederland in de buitenlucht staan ^a	0,1
Het verschil tussen een dag in Drenthe en een dag in Zuid-Limburg verblijven ^b	1
Een vliegreis naar de VS	40
Een röntgenfoto (longen)	100
Een jaar lang in Nederland verblijven (zonder medische blootstelling)	1600
Een jaar lang in Nederland verblijven (incl. medische blootstelling)	2600

^a Zonder onderdelen als Voedsel en (groot deel van) Wonen & Bouwen.

^b Het verschil komt door verschil in ondergrond. In Limburg zit meer radon in de grond wat van nature meer radioactiviteit bevat.

Conclusies

1. *Hoeveel metingen zijn er uitgevoerd? Zijn deze gevalideerd? Wat zijn de uitkomsten van de metingen? Wat is de spreiding in de metingen?*
Er zijn zes gevalideerde metingen uitgevoerd aan drie kettlebells. De activiteitsconcentraties van Th-232sec variëren tussen de $0,42 \pm 0,04$ Bq/g en $4,0 \pm 0,4$ Bq/g. Voor U-235sec varieert het tussen $0,037 \pm 0,004$ Bq/g en $0,42 \pm 0,04$ Bq/g, voor U-238sec tussen $0,67 \pm 0,07$ Bq/g en $9,2 \pm 0,9$ Bq/g en voor K-40 tussen $0,077 \pm 0,009$ Bq/g en $0,34 \pm 0,04$ Bq/g. Uit dosistempometingen uitgevoerd door de ANVS-inspectie blijkt dat er een uniforme verdeling is in van de activiteitsconcentraties.
2. *Hoe verhouden de metingen zich tot de limieten in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)?*
Een deel van de meetresultaten komt boven de limieten van het Bbs uit. Deze limieten zijn vastgesteld ten behoeve van het controlestelsel waarop de ANVS toeziet, en hebben betrekking op gerechtvaardigde toepassingen. Het is een juridische vraag of de aanwezigheid van radioactief materiaal in kettlebells gezien kan worden als een gerechtvaardigde toepassing.
3. *Wat zijn de mogelijke blootstellingsscenario's van consumenten aan deze ioniserende straling?*
Er zijn diverse blootstellingsscenario's te bedenken, variërend van opslag van de kettlebell tot ingestie van zand uit de kettlebell.
4. *Hoe hoog is de blootstelling van consumenten aan ioniserende straling van deze kettlebells?*
De opgelopen effectieve doses door de berekende scenario's variëren tussen $1,7 \cdot 10^{-6}$ μSv en 700 μSv .
5. *Wat is het advies over de aanvaardbaarheid van het gezondheidsrisico van deze ioniserende straling?*
Er is geen oordeel te vellen over gezondheidsrisico's van deze doses omdat deze liggen in het zeer lage dosisgebied, waar er geen "harde" uitspraken over de gezondheidsgevolgen van een stralingsdosis gedaan kunnen worden. Er is wel een vergelijking te maken met blootstellingen uit de dagelijkse praktijk. Zo zal de dosis die een persoon in Nederland oploopt (zonder medische blootstellingen) ongeveer verdubbelen indien er twee kettlebells met hoge activiteit onder het bed worden opgeslagen.

Referenties

Clarke, R. H., & Valentin, J. (2009). The History of ICRP and the Evolution of its Policies. ICRP Publication 109, 75-110. ISBN 978-0-7020-4098-6

Fisher, D. R. (2023). History of the 1 mSv Public Dose Limit. *Health Physics*, 125(6), 448–449. <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001735>

Otto, T. (2016). Personal Dose-Equivalent Conversion Coefficients for 1252 Radionuclides. *Radiation Protection Dosimetry*, 168(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncu316>

Strahlenschutzkommission (SSK). (2017). Band 43, *Berechnungsgrundlage für die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition*. ISBN 978-3-943422-43-6

Keverling Buisman, A. S. (2025). *Handboek Radionucliden*, derde druk. ISBN 978-90-824566-0-8

Bijlage formules

Externe straling van een puntbron

$$H^*(10) = \frac{h * A * t}{r^2}$$

waarbij

$H^*(10)$ = omgevingsdosisequivalent

h = puntbronconstante

A = activiteit

t = tijd

r = afstand

Huidbesmetting

$$D = \frac{H_{huid} * A * t}{O_{besm}}$$

waarbij

D = lokale huiddosis

H_{huid} = dosisconversiecoëfficiënt voor huidbesmetting

A = activiteit

t = tijd waarbinnen besmetting op huid aanwezig is

O_{besm} = oppervlakte van besmette huid

$$E = \frac{D * w_{huid} * O_{besm}}{O_{huid}}$$

waarbij

E = effectieve dosis

D = lokale huiddosis

w_{huid} = weefselweegfactor voor de huid

O_{besm} = oppervlakte van besmette huid

O_{huid} = totale oppervlakte van de huid

Ingestie

$$E = e(50)(b)(ing) * A$$

waarbij

E = effectieve volgdosis

$e(50)(b)(ing)$ = dosisconversiecoëfficiënt voor bevolking bij ingestie

A = activiteit

Inhalatie

$$E = e(50)(b)(inh) * A$$

waarbij

E = effectieve volgdosis

$e(50)(b)(inh)$ = dosisconversiecoëfficiënt voor bevolking bij inhalatie

A = activiteit