



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

## **Onderzoek naar radioactiviteit in gestorte staalslakken bij Spijk**

RIVM-briefrapport 2021-0136  
K.H. Cats





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

## **Onderzoek naar radioactiviteit in gestorte staalslakken bij Spijk**

RIVM-briefrapport 2021-0136  
K.H. Cats

## 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](http://www.rivm.nl/toegankelijkheid).

DOI 10.21945/RIVM-2021-0136

K.H. Cats (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 "ANVS-2021/670" van 3 februari 2021.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Onderzoek naar radioactiviteit in gestorte staalslakken bij Spijk**

Staal wordt gemaakt uit ijzererts, waar van nature een klein beetje radioactief materiaal in zit. Deze natuurlijke radioactiviteit komt bij de productie van staal terecht in een bijproduct: de staalslakken. Staalslakken kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt als vulling van geluidswallen of als ondergrond van een weg.

Op een terrein langs de snelweg A15 nabij Spijk is 600.000 tot 700.000 ton staalslakken gestort, verdeeld over vijf velden. Dit is gedaan voor de aanleg van een geluidswal langs een golfbaan die wordt uitgebreid.

Een burger heeft vragen gesteld of de radioactiviteit in de staalslakken op het terrein bij Spijk een risico vormen voor mens en milieu. De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) heeft daarom hier een onderzoek naar gestart.

Het RIVM heeft in opdracht van de ANVS voor dit onderzoek gemeten hoeveel radioactieve stoffen in de staalslakken bij Spijk zitten. Deze hoeveelheid is heel laag en ligt ver onder de norm. Hierdoor zijn er geen radiologische risico's voor mens en milieu.

Het RIVM heeft als vergelijking ook het niveau van de natuurlijke straling in het gebied naast de staalslakken gemeten; er zit namelijk van nature straling in de bodem. De straling in dit gebied kwam overeen met het normale stralingsniveau voor deze grondsoort. De hoeveelheid straling van de staalslakken is zelfs lager dan van de natuurlijke bodem. Dit komt doordat de staalslakken de radioactiviteit die van nature in de bodem zit grotendeels tegenhouden en zelf weinig radioactieve stoffen bevatten.

Staalslakken bevatten naast radioactieve stoffen vaak chemische stoffen en zware metalen. In dit onderzoek is alleen gekeken naar risico's van radioactiviteit, en niet van andere bestanddelen.

Kernwoorden: radioactiviteit, staalslakken, vrijgave



## Synopsis

### **Investigation of radioactivity in steel slag dumped near Spijk**

Small quantities of radioactive material occur naturally in the iron ore used to manufacture steel. During the production of steel, this natural radioactivity ends up in a by-product: steel slag. Steel slag can be used as filling for noise barriers or as foundations for roads, for example.

Between 600,000 and 700,000 tons of steel slag has been distributed over five fields on a site along the A15 motorway near Spijk. It was placed here for the construction of a noise barrier along a golf course, which is being expanded.

A citizen asked whether the radioactivity in the steel slag on the site near Spijk forms a risk for humans and the environment. In response, the Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS) initiated a study into this.

RIVM was commissioned by the ANVS to measure the radioactive substances in the steel slag near Spijk. The quantity is very low and well below the limits. This means that there are no radiological risks for humans or the environment.

For comparative purposes, RIVM also measured the level of natural radiation in the area next to the steel slag; after all, radiation occurs naturally in soils. The radiation in this area corresponded with the normal level of radiation for this type of soil. The quantity of radiation from the steel slag is even lower than that from the natural soil. This is because, to a large extent, the steel slag blocks the radioactivity that occurs naturally in the soil and contains few radioactive substances itself.

Besides radioactive substances, steel slag often also contains chemical substances and heavy metals. This study only looked at the risks of radioactivity and not those of other components.

Keywords: radioactivity, steel slag, clearance





## Inhoudsopgave

### **Samenvatting – 9**

### **Kwaliteitssysteem – 11**

#### **1 Inleiding – 13**

#### **2 Meetmethode – 15**

2.1 Beschrijving van het terrein – 15

2.2 Dosistempometingen – 16

2.3 Gammaspectrometrie – 16

#### **3 Resultaten & discussie – 19**

3.1 Dosistempo – 19

3.2 Gammaspectrometrie – 20

3.3 Radiologische risico's van staalslakken – 23

#### **4 Bevindingen en conclusies – 25**

#### **5 Referenties – 27**

### **Bijlage I – Gegevens dochternucliden – 29**



## Samenvatting

Op een voormalig agrarisch terrein zijn staalslakken gestort langs de snelweg A15 ter hoogte van Spijk. Het RIVM heeft onderzoek gedaan naar mogelijke radioactiviteit van deze staalslakken. Uit metingen aan het omgevingsdosisequivalenttempo (hierna: dosistempo) blijkt dat de staalslakken weliswaar straling uitzenden, maar minder dan de omliggende grond. De radioactiviteit is homogeen verdeeld over de staalslakken.

Naast de metingen aan het dosistempo zijn er ook in-situ gammaspectra opgenomen. Hierbij zijn het natuurlijke nuclide K-40 en nucliden uit de natuurlijke reeksen van Th-232 en U-238 in de staalslakken aangetroffen. De reeks van Th-232 was in evenwicht met alle dochters; voor de reeks van U-238 was dat niet vast te stellen. Daarom worden die resultaten gerapporteerd als Ra-226, een van de dochters van U-238, maar het is wel aannemelijk dat de reeks in evenwicht is.

De hoogst aangetroffen activiteitsconcentraties zijn  $0,018 \pm 0,004$  Bq/g voor Th-232sec,  $0,11 \pm 0,02$  Bq/g voor K-40 en  $0,016 \pm 0,007$  Bq/g voor Ra-226. Dit is lager dan de activiteitsconcentraties in de omliggende bodem door van nature aanwezige radioactiviteit. Bovendien zijn deze activiteitsconcentraties ver onder de vrijgavegrens.

Uit het onderzoek kan dus worden vastgesteld dat de toepassing van de staalslakken geen toegevoegde radiologische risico's met zich meebrengt voor mens en milieu.

In dit onderzoek is alleen gekeken naar radiologische risico's, en niet naar andere risico's, zoals chemische risico's (bijvoorbeeld het uitloggen van zware metalen).



## 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). 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 standaardprocedures ter kwaliteitsborging gewerkt, in het bijzonder ten aanzien van validatie van de kwantitatieve aspecten.



## 1 Inleiding

Op een voormalig agrarisch terrein langs de snelweg A15 nabij Spijk zijn staalslakken gestort, verdeeld over 5 velden ten behoeve van een nieuw aan te leggen golfterrein. Staalslakken zijn een bijproduct<sup>1</sup> van de staalproductie in hoogovens. De staalslakken zijn afkomstig van Tata Steel en verder verwerkt door Pelt & Hooykaas. In totaal is naar schatting 600.000 tot 700.000 ton materiaal gestort. Uiteindelijk worden de staalslakken toegepast als een, nog te creëren, geluidswal langs de A15.

Op 1 mei 2020 heeft de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) de vraag ontvangen van een burger of er een kans bestaat op verhoogd risico voor mens en milieu door de mogelijke aanwezigheid van radioactieve stoffen in de staalslakken. Ook de Omgevingsdienst Rivierenland (ODR) heeft hier vragen over gesteld aan de ANVS. Daarnaast is er in de media aandacht voor mogelijke chemische risico's van de staalslakken op het terrein, zoals het uitlogen van zware metalen [Gld20, Gld21, HK20, DV21].

In augustus 2020 heeft de ANVS ter plaatse oriënterende metingen uitgevoerd naar het omgevingsdosisequivalenttempo (hierna verder dosistempo genoemd). De gebruikte methode was indicatief en bood geen uitsluitel over de wettelijke status van het materiaal, omdat het dosistempo niet gebruikt kan worden als norm voor het vaststellen van de wettelijke status. De activiteitsconcentratie van het materiaal is bepalend voor de wettelijke status. Dit is de reden dat de ANVS het RIVM gevraagd heeft nader onderzoek te doen.

In navolging van de opdrachtbrief [ANVS21] is het volgende onderzoek uitgevoerd door het RIVM:

- Het dosistempo afkomstig van de staalslakken is op de 5 velden gemeten en grafisch weergegeven om de homogeniteit van de radioactiviteit in de staalslakken onderzoeken;
- De activiteitsconcentratie van de staalslakken is bepaald met hoge resolutie gammaspectrometrie;
- Aan de hand van de resultaten zijn de toegevoegde radiologische risico's van de staalslakken voor mens en milieu bepaald. Hierbij is rekening gehouden met de natuurlijke achtergrondstraling op een nabijgelegen veld waar geen staalslakken liggen.

De resultaten van dit onderzoek staan beschreven in dit briefrapport.

<sup>1</sup> Strikt genomen gaat het om een procesafhankelijk industriële afvalstof die alleen een bijproduct kan zijn als aan de uitleg van het rechtsoordeel van Rijkswaterstaat uit 2017 is voldaan [RWS17]. Omwille van de leesbaarheid wordt in dit rapport de term "bijproduct" gebruikt.





## 2 Meetmethode

Om te bepalen of de eventueel aanwezige radioactiviteit homogeen verdeeld is over de staalslakken of geconcentreerd in hotspots (plekken met een lokaal verhoogde concentratie van radioactiviteit), is het dosistempo op het terrein in kaart gebracht. Het dosistempo is een maat voor de radiologische risico's voor mens en milieu (paragraaf 2.2).

Vervolgens is bepaald wat de activiteitsconcentratie van de in de staalslakken aanwezige radionucliden is. Dit is nodig om de wettelijke status van het materiaal vast te stellen. Vanwege de omvang van het terrein en de grote hoeveelheid staalslakken is gekozen voor in-situ gammaspectrometrie, waarbij in één meting een grote hoeveelheid materiaal als geheel wordt gemeten (paragraaf 2.3).

### 2.1 Beschrijving van het terrein

In Figuur 1 staat een luchtfoto van het terrein. De rijksweg A15 is gemarkeerd met A, de toegangsweg tot het terrein tussen twee weilanden met B. De velden met staalslakken hebben een lichtgrijze kleur. Op het moment dat de luchtfoto is genomen bestond het terrein nog uit 5 velden. Door aanhoudende graafwerkzaamheden waren er ten tijde van de metingen (20 januari 2021) nog 3 velden. Deze velden staan gemarkeerd in Figuur 1.

De noordelijke helft van veld 1 was afgegraven tot aan de onderliggende grond, circa 60 cm lager dan de laag staalslakken, en in de zuidoostelijke hoek was een bassin met water aangelegd in de laag staalslakken. Veld 2 bestond uit een afgeplatte berg gestorte staalslakken van ongeveer 1,65 m hoog bovenop op een laag staalslakken van nog eens 2 m dik (uit de boorprofielen uit 2019 [BK19]), waardoor de totale laagdikte van de staalslakken 3,65 m bedroeg. De staalslakken op veld 3 hadden een laagdikte van 2,5 m (gebaseerd op boorprofielen uit 2019 [BK19]).



Figuur 1 Luchtfoto van het terrein met staalslakken nabij Spijk.

## 2.2 Dosistempometingen

Om alleen de bijdrage van de staalslakken te meten is het dosistempo gemeten met een FH-40 van Thermo Scientific gekoppeld aan een NBR-probe. Dit is een draagbare scintillatiedetector die alleen gevoelig is voor kunstmatige straling en terrestrische straling (straling uit de bodem), maar niet voor kosmische straling. Bij dit onderzoek is het juist van belang de terrestrische straling te meten. Deze opstelling reageert binnen enkele seconden op veranderingen in het dosistempo. De detector is gekoppeld aan een uitleeseenheid die om de 30 seconden het instantane dosistempo en de GPS-coördinaten wegschrijft naar een laptop. Het hele systeem is draagbaar met een draagband aan de detector en probe. De laptop en GPS-antenne zitten in een rugzak. De detector en probe hingen op ca. 1 meter boven de grond. Het dosistempo boven de staalslakken is gemeten door in een raster over de velden te lopen. Het raster met de dosistempometingen is gevisualiseerd met het softwarepakket QGIS 3.4 ([www.qgis.org](http://www.qgis.org)).

## 2.3 Gammaspectrometrie

Er zijn gammaspectra van de staalslakken opgenomen met twee draagbare germanium halfgeleiderdetectoren (High Purity Germanium, HPGe) van het type Falcon 5000 van Mirion, met geïntegreerde elektrische koeling en pulssorteerder van 8192 kanalen. Hierbij is gebruik gemaakt van het softwarepakket Genie-2000 van Mirion. Dezelfde software is gebruikt voor het analyseren van de spectra.

De gammaspectra zijn gedurende 3600 s (1 uur) opgenomen op de velden 1, 2 en 3. De gammadetectoren zijn op een statief geplaatst op 1 m boven de grond. Ter referentie is ook gedurende 1800 s (een half uur) een gammaspectrum opgenomen in het weiland ten noorden van de toegangsweg. Dit referentiespectrum is niet gebruikt om de metingen op de velden met staalslakken te corrigeren, maar om te vergelijken tussen velden met en zonder staalslakken.

De exacte locaties van de metingen op de velden 1, 2 en 3 staan in Figuur 2 tot Figuur 4. De gele stip in de figuren geeft de locatie van de detector aan. De zwarte stippellijn markeert de randen van de velden ten tijde van de metingen. De telefficiëntie van elke meting is berekend met het softwarepakket ISOCS van Mirion [ISOCS]. De software laat niet toe om onregelmatig gevormde velden te modelleren. Om deze reden is elk veld gemodelleerd als een rechthoekige laag met constante dikte. De laagdikte is niet op elke plek bepaald, en is dus zo goed mogelijk geschat op basis van de beschikbare gegevens. De chemische samenstelling van de staalslakken is gemodelleerd als 47,2 m% CaO, 15,5 m% Fe, 14,8 m% SiO<sub>2</sub> en de rest water [RWS78]. De dichtheid is door Pelt & Hooykaas bepaald op 1,91 g/cm<sup>3</sup> [P&H19], deze waarde is in ISOCS gebruikt. Deze modelmatige kalibratie leidt tot onzekerheden. We schatten de extra onzekerheid op 20%, wat is verdisconteerd in de in hoofdstuk 3 gerapporteerde analyseresultaten.



*Figuur 2 Luchtfoto van veld 1. De gele stip geeft de locatie waar het gammaspectrum is opgenomen. De zwarte stippellijn geeft de randen van het veld ten tijde van de meting. De rode vlakken zijn gebieden waar de staalslakken waren afgegraven. Het blauwe vlak is een bassin met water.*



*Figuur 3 Luchtfoto van veld 2. De gele stip geeft de locatie waar het gammaspectrum is opgenomen. De zwarte stippellijn geeft de randen van de heuvel staalslakken (hoogte van circa 1,65 m) ten tijde van de meting.*



*Figuur 4 Luchtfoto van veld 3. De gele stip geeft de locatie waar het gammaspectrum is opgenomen. De zwarte stippellijn geeft de randen van het veld ten tijde van de meting.*



### 3 Resultaten & discussie

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten van de dosistempometingen en de gammaspectrometrie.

#### 3.1 Dosistempo

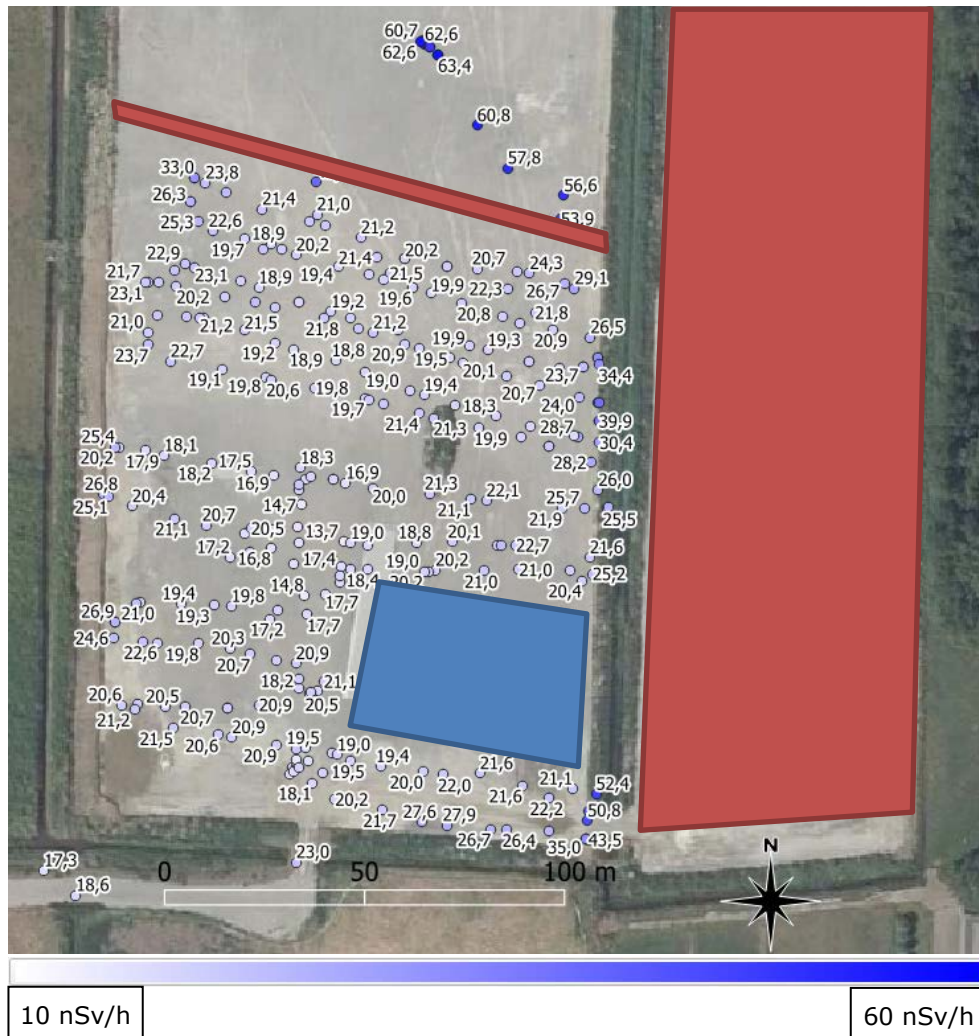
De gemeten dosistempi op de verschillende locaties op het terrein variëren tussen de 10 en 60 nSv/h en staan weergegeven in Figuur 5. Zoals eerder aangegeven is de gebruikte detector niet gevoelig voor kosmische straling en is alleen de mogelijke bijdrage van kunstmatige en terrestrische straling gemeten.

Het maximale dosistempo van 60 nSv/h is naast de velden met staalslakken gemeten en komt goed overeen met eerder gerapporteerde waarden voor het bodemtype in de buurt van Spijk [RIVM96]. Dit bodemtype zorgt voor een relatief hoog dosistempo; het gemiddelde dosistempo door terrestrische straling is in Nederland ongeveer 25 nSv/h [RIVM96]. Het gemeten dosistempo boven de staalslakken, op de velden, schommelt rond de 20 nSv/h, lager dan gemiddeld in Nederland en veel lager dan naast de velden. Overigens is aan de randen van de velden met staalslakken het dosistempo hoger dan in het midden. Dit is te verklaren door de overgang van de slakkenvelden naar de bodem waar een hogere achtergrond is gemeten. Op de slakkenvelden zijn geen hotspots aangetroffen met verhoogd dosistempo, waaruit blijkt dat de activiteitsconcentratie homogeen is verdeeld over de staalslakken. De metingen zijn uitgevoerd op een dag zonder regen, waardoor het uitregenen van radondochters de resultaten niet kan hebben beïnvloed.



Figuur 5 Dosistempo gemeten op en naast de verschillende velden.

In Figuur 6 staat naast elke meetlocatie op veld 1 de numerieke waarde van het dosistempo in nSv/h. Ten noorden van de rode lijn zijn de staalslakken afgegraven. De metingen die daar zijn uitgevoerd, zijn ongeveer drie keer zo hoog als de metingen bovenop het veld met de staalslakken.



*Figuur 6 Dosistempo gemeten op veld 1, in nSv/h. Het roodgekleurde gebied en het gebied ten noorden van de rode lijn waren afgegraven ten tijde van de meting. Het blauwe gebied was een bassin gevuld met water.*

### 3.2 Gammaspectrometrie

Op alle meetlocaties zijn het natuurlijke nuclide K-40 en nucliden uit de natuurlijke reeksen van Th-232 en U-238 aangetroffen, zowel in het referentiegrasveld als op de velden met staalslakken. In bijlage I is te zien dat de activiteitsconcentraties van de dochternucliden van Th-232 allemaal een vergelijkbare waarde hebben. Dit betekent dat de reeks in seculair evenwicht is, en we kunnen spreken van Th-232sec.

Voor de reeks van U-238 kunnen we niet met zekerheid zeggen of ook deze in evenwicht is, omdat niet alle dochternucliden zijn gedetecteerd. De kans is aannemelijk dat we de ontbrekende dochters uit de U-238

reeks niet hebben gedetecteerd omdat zij per verval minder hard stralen dan de wel gedetecteerde dochters. Omdat niet alle dochters van U-238 gedetecteerd zijn worden de resultaten niet gerapporteerd als U-238sec maar als Ra-226. Gezien het proces waarbij de staalslakken gevormd worden is het aannemelijk dat de andere dochters wel in het materiaal aanwezig zijn en dat ook deze reeks in evenwicht is. In dat geval is de activiteitsconcentratie van U-238sec gelijk aan de activiteitsconcentratie van Ra-226 [RIVM17].

Op veld 2 en veld 3 zijn Ra-226 en radondochters aangetroffen, dochters van U-238. Op de andere velden zijn alleen dochters van radon gedetecteerd. Omdat radon een gas is en daarom ontsnapt uit de bodem is het niet duidelijk of de dochters zich in de bodem of in de atmosfeer bevinden. In dat geval klopt de kalibratie voor alleen de radondochters mogelijk niet. Voor de andere aanwezige nucliden heeft dat geen invloed op de kalibratie. Voor de volledigheid staan de radondochters gerapporteerd in bijlage I, met het voorbehoud dat deze activiteitsconcentratie voor deze nucliden mogelijk niet geheel juist is. Omdat niet alle dochters van U-238 gedetecteerd zijn worden de resultaten niet gerapporteerd als U-238sec maar als Ra-226.

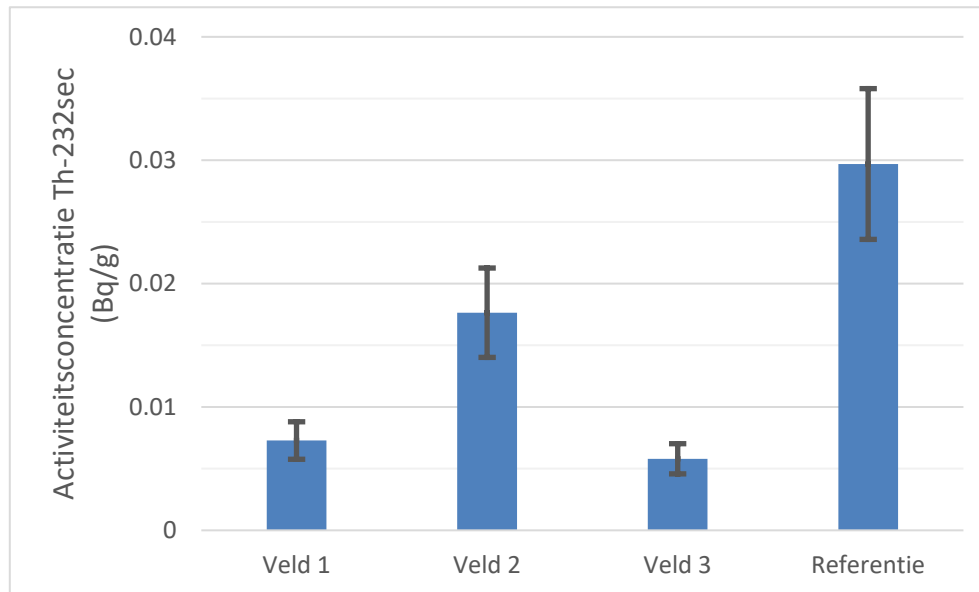
De activiteitsconcentraties van Th-232sec, Ra-226 en K-40 op de verschillende meetlocaties zijn weergegeven in Tabel 1 en van Th-232sec en K-40 ook in Figuur 7 en Figuur 8, respectievelijk. Omdat op basis van de dosistempomeringen de activiteit homogeen verdeeld lijkt, gaan we er van uit dat deze activiteitsconcentraties representatief zijn voor de totale hoeveelheid slakken.

*Tabel 1 Activiteitsconcentraties [ $Bq \cdot g^{-1}$ ] bepaald met gammaspectrometrie voor de verschillende meetlocaties.*

Meetlocatie	Activiteitsconcentratie Th-232sec [ $Bq \cdot g^{-1}$ ] <sup>a</sup>	Activiteitsconcentratie K-40 [ $Bq \cdot g^{-1}$ ] <sup>a</sup>	Activiteitsconcentratie Ra-226 [ $Bq \cdot g^{-1}$ ] <sup>a</sup>
Veld 1	0,0073 ± 0,0015	0,012 ± 0,003	
Veld 2	0,018 ± 0,004	0,11 ± 0,02	0,016 ± 0,007
Veld 3	0,0058 ± 0,0012	0,015 ± 0,004	0,015 ± 0,008
Referentie	0,030 ± 0,006	0,40 ± 0,08	

<sup>a</sup> De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaarddeviatie.

<sup>b</sup> Reeks in evenwicht op basis van resultaten van onderliggende dochternucliden.

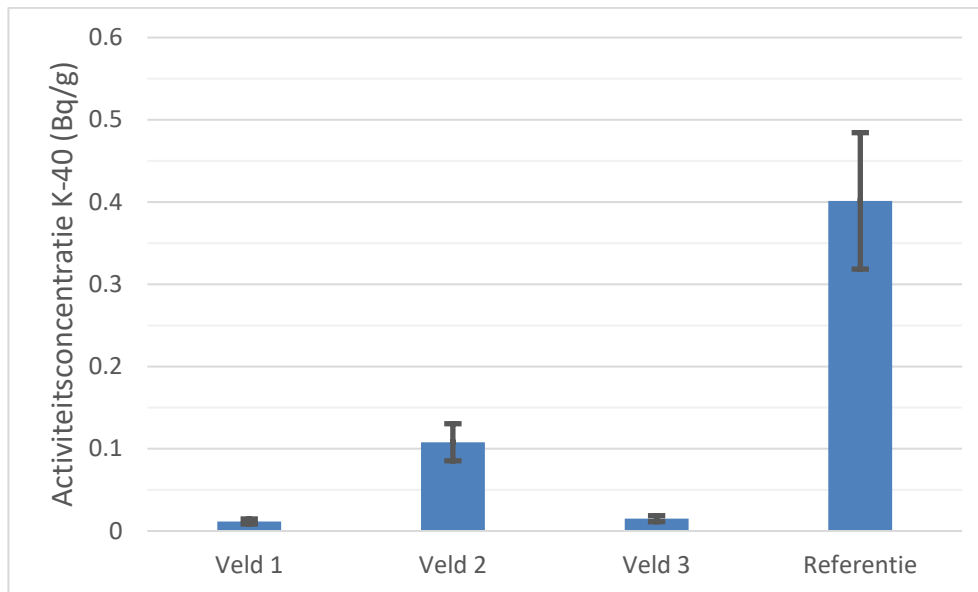


*Figuur 7 Vergelijking van de activiteitsconcentratie van Th-232sec over de verschillende velden. De foutenbalken geven één standaard-onzekerheid aan.*

Er zit wat verschil in de activiteitsconcentraties op de velden met staalslakken onderling, maar dit heeft geen consequenties voor het radiologisch risico of de wettelijke status van de staalslakken.

Met de uitgevoerde metingen is aangetoond dat velden met staalslakken minder Th-232sec en K-40 bevatten dan het referentiegrasveld. Bovendien liggen de grenzen voor vrijgave van materiaal op 1 Bq/g voor Th-232sec en Ra-226 en 10 Bq/g voor K-40; daar liggen alle velden ruim onder. Dat de activiteitsconcentratie van staalslakken onder de vrijgavegrens ligt is in overeenstemming met eerder gepubliceerde rapporten [RIVM17].





Figuur 8 Vergelijking van de activiteitsconcentratie van K-40 over de verschillende velden. De foutenbalken geven één standaard-onzekerheid aan.

Het is mogelijk dat de laag staalslakken de radioactiviteit in de onderliggende laag (de bodem) niet volledig afschermt. Het gemeten signaal kan dus uit twee bijdragen bestaan (de staalslakken en de onderliggende bodem), die we nu allebei toeschrijven aan de staalslakken. De in tabel 1 gerapporteerde activiteitsconcentraties kunnen hierdoor een overschatting zijn van de werkelijke activiteitsconcentraties in de staalslakken. De risicoschatting in paragraaf 3.3 verandert hierdoor niet.

### 3.3 Radiologische risico's van staalslakken

De staalslakken bevatten minder activiteit dan van nature in de omliggende bodem aanwezig is. Ook het gemeten dosistempo buiten de velden met staalslakken komt overeen met wat bij dit bodemtype te verwachten is. Het gebruik van de staalslakken levert daarom geen toegevoegd radiologisch risico op ten opzichte van de omliggende grond. De activiteitsconcentraties in de staalslakken liggen bovendien ver onder de vrijgavegrenswaarden zoals gesteld in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). Deze vrijgavegrenswaarden zijn overgenomen uit de Euratom richtlijnen [Euratom13].

Chemische en andere risico's zijn bij deze studie buiten beschouwing gelaten.



## 4 Bevindingen en conclusies

In de staalslakken op de drie velden nabij Spijk zijn lage concentraties radionucliden aangetroffen. Het betreft het natuurlijke radionuclide K-40 en nucliden uit de natuurlijke reeksen van Th-232 en U-238. Uit de reeks van U-238 wordt alleen Ra-226 gerapporteerd, maar het is aannemelijk dat de reeks van U-238 in evenwicht is. In dat geval is de activiteitsconcentratie van U-238sec gelijk aan de activiteitsconcentratie van Ra-226. De activiteitsconcentratie van de radionucliden is op elk van de velden gemeten. De hoogst aangetroffen activiteitsconcentratie was  $0,018 \pm 0,004$  Bq/g voor Th-232sec,  $0,11 \pm 0,02$  Bq/g voor K-40 en  $0,016 \pm 0,007$  Bq/g voor Ra-226. Er zijn geen hotspots met een verhoogd dosistempo gevonden.

Deze waarden liggen ver onder de vrijgavegrenzen, wat betekent dat er op radiologische gronden geen vergunning of registratie nodig is om de staalslakken toe te passen. De staalslakken bevatten minder radioactiviteit en geven een lager dosistempo dan de van nature aanwezige radioactiviteit in de omliggende bodem.

Uit het onderzoek kan vastgesteld worden dat de toepassing van de staalslakken op deze locatie geen toegevoegde radiologische risico's met zich meebrengt voor mens en milieu.

In dit onderzoek is alleen gekeken naar radiologische risico's, en niet naar andere risico's, zoals chemische risico's (bijvoorbeeld het uitloggen van zware metalen).



## 5 Referenties

- [ANVS21] Opdrachtbrief ANVS met kenmerk "ANVS-2021/670" van 3 februari 2021
- [BK19] BK ingenieurs, "rapport indicatief onderzoek Haarweg te Spijk" met kenmerk "LIRO/191383.01/SAST" van 15 juli 2019
- [DV21] KRO-NCRV, De vuilnisman, Seizoen 1, Aflevering 4. "Gerommel in de Polder", oorspronkelijk uitgezonden op 21 maart 2021, [https://www.npostart.nl/de-vuilnisman/21-03-2021/KN\\_1725840](https://www.npostart.nl/de-vuilnisman/21-03-2021/KN_1725840)
- [Euratom13] Richtlijn 2013/59/Euratom van de Raad van 5 december 2013 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling
- [Gld20] De Gelderlander, "Onderzoek naar problemen voor Spijk van de toekomst als staalslakken onder de golfbaan blijven liggen", 9 juli 2020, <https://www.gelderlander.nl/west-betuwe/onderzoek-naar-problemen-voor-spijk-van-de-toekomst-als-staalslakken-onder-de-golfbaan-blijven-liggen~a166ba9e/>
- [Gld21] De Gelderlander, "Vervuilende staalslakken tientallen jaren in de grond laten zitten, daarmee overtreedt West Betuwe de wet", 14 april 2021, <https://www.gelderlander.nl/west-betuwe/vervuilende-staalslakken-tientallen-jaren-in-de-grond-laten-zitten-daarmee-overtreedt-west-betuwe-de-wet~a561162c/>
- [HK20] Het Kontakt, "Verontreinigde LD-staalslakken in Spijk worden niet verwijderd", 2 juli 2020, <https://www.hetkontakt.nl/regio/leerdam/228914/verontreinigde-ld-staalslakken-in-spijk-worden-niet-verwijderd>
- [ISOCS] In Situ Object Counting System (ISOCS), Mirion; <https://www.mirion.com/products/s573-isocs-calibration-software>
- [RIVM17] E. Folkertsma en M. van der Schaaf, "Processen met natuurlijke radioactiviteit in de niet-nucleaire industrie in Nederland – geactualiseerde basisinformatie", RIVM Briefrapport 2017-0042
- [RIVM96] R.C.G.M Smetsers en R.O. Blaauboer, "Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands", RIVM Rapport 610064002
- [RWS17] Brief van Rijkswaterstaat aan Tata Steel IJmuiden BV met kenmerk "IENM/BSK-2017/215506" van 22 september 2017
- [RWS78] G.J. Laan, "Eigenschappen en kwaliteitskontrolle van LD-slakken, toegepast in de waterbouw", RWS Rapport WKE-R-78005
- [P&H19] Pelt & Hooykaas Groep, "Productinformatieblad LD-granulaat 0/90 zvv", 20 februari 2019, <https://www.pelt-hooykaas.nl/download/file:1200nproductinformatiebladldgranulaat090zvvv190220pdf>



## Bijlage I – Gegevens dochternucliden

Gemeten dochternucliden in veld 1.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g <sup>-1</sup> ] <sup>a</sup>
Th-232	Tl-208	0,0070 ± 0,0016
	Bi-212	< MDA
	Pb-212	0,0073 ± 0,0017
	Ra-224	< MDA
	Ac-228	0,0076 ± 0,0017
U-238	Bi-214 <sup>b</sup>	0,013 ± 0,003
	Pb-214 <sup>b</sup>	0,015 ± 0,004
	Ra-226	< MDA

<sup>a</sup> De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.<sup>b</sup> Dit is een dochter van het gasvormige radon waarvoor de gebruikte kalibratie mogelijk niet geschikt is.

Gemeten dochternucliden in veld 2.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g <sup>-1</sup> ] <sup>a</sup>
Th-232	Tl-208	0,022 ± 0,005
	Bi-212	0,014 ± 0,006
	Pb-212	0,021 ± 0,005
	Ra-224	< MDA
	Ac-228	0,014 ± 0,003
U-238	Bi-214 <sup>b</sup>	0,018 ± 0,004
	Pb-214 <sup>b</sup>	0,017 ± 0,004
	Ra-226	0,016 ± 0,007

<sup>a</sup> De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.<sup>b</sup> Dit is een dochter van het gasvormige radon waarvoor de gebruikte kalibratie mogelijk niet geschikt is.

Gemeten dochternucliden in veld 3.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g <sup>-1</sup> ] <sup>a</sup>
Th-232	Tl-208	0,0058 ± 0,0013
	Bi-212	0,008 ± 0,003
	Pb-212	0,0063 ± 0,0015
	Ra-224	0,012 ± 0,007
	Ac-228	0,0049 ± 0,0013
U-238	Bi-214 <sup>b</sup>	0,015 ± 0,003
	Pb-214 <sup>b</sup>	0,012 ± 0,003
	Ra-226	0,015 ± 0,008

<sup>a</sup> De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.<sup>b</sup> Dit is een dochter van het gasvormige radon waarvoor de gebruikte kalibratie mogelijk niet geschikt is.

Gemeten dochternucliden in het referentiegrasveld.

Reeks	Radionuclide	Activiteitsconcentratie [Bq·g <sup>-1</sup> ] <sup>a</sup>
Th-232	Tl-208	0,035 ± 0,007
	Bi-212	0,036 ± 0,013
	Pb-212	0,021 ± 0,005
	Ra-224	< MDA
	Ac-228	0,030 ± 0,006
U-238	Bi-214 <sup>b</sup>	0,028 ± 0,006
	Pb-214 <sup>b</sup>	0,022 ± 0,006
	Ra-226	< MDA

<sup>a</sup> De vermelde onzekerheden zijn gebaseerd op één standaard-onzekerheid.

<sup>b</sup> Dit is een dochter van het gasvormige radon waarvoor de gebruikte kalibratie mogelijk niet geschikt is.





**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*