

## Risico-Inventarisatie en -Evaluatie

---

Datum: 8 januari 2024  
Documentnaam: 20240108 Ennatuurlijk Aardwarmte BV RI&E V02R01  
Versie: V02  
Revisie: 01

Opgesteld door: Stralingsupport B.V.  
[redacted]  
Stralingsbeschermingsdeskundige  
06 – [redacted]



## ENNATUURLIJK AARDWARMTE B.V.

AGRIPORT 201  
1775TA MIDDENMEER

Versie	Revisie	Datum	Review	Naam + functie	Handtekening
01	00	18-12-2014	Opstellen RI&E bij kernenergiewetvergunningaanvraag	[redacted] Stralingsbeschermingsdeskundige	[redacted]
02	00	12-06-2023	Herziening RI&E	[redacted] Stralingsbeschermingsdeskundige	
02	01	08-01-2024	Herziening n.a.v. revisie vergunning	[redacted] Stralingsbeschermingsdeskundige	

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Algemeen</b>	<b>2</b>
1.1	<i>Inleiding</i>	2
1.2	<i>Opdracht</i>	2
1.3	<i>Literatuur</i>	2
<b>2</b>	<b>Risico-inventarisatie</b>	<b>3</b>
2.1	<i>bronnen en hun eigenschappen</i>	3
2.2	<i>handelingen met de bronnen</i>	3
2.2.1	<i>Handelingen en deelhandelingen met blootstellingstijd</i>	4
2.3	<i>Plaats handelingen</i>	4
2.4	<i>blootstellingswegen</i>	4
2.5	<i>Te voorziene onbedoelde gebeurtenissen (VOG)</i>	5
2.6	<i>technische en organisatorische maatregelen</i>	5
<b>3</b>	<b>Bepaling van de blootstelling</b>	<b>6</b>
3.1	<i>reguliere blootstelling werknemers</i>	6
3.2	<i>blootstelling van de werknemers t.g.v. de te voorziene onbedoelde gebeurtenissen (VOG)</i>	7
3.3	<i>het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen</i>	7
<b>4</b>	<b>Risico-evaluatie</b>	<b>8</b>
4.1	<i>Rechtvaardiging en optimalisatie</i>	8
4.2	<i>De dosislimieten</i>	8
4.3	<i>Dosisbeperkingen</i>	8
4.4	<i>identificatie blootgestelde werknemers</i>	8
4.5	<i>indeling blootgestelde werknemers in categorie A of B</i>	8
4.6	<i>identificatie en indeling van ruimten</i>	8
4.7	<i>noodzaak actualisatie RI&amp;E en maatregelen</i>	9

## 1 ALGEMEEN

### 1.1 INLEIDING

Ennatuurlijk Aardwarmte B.V. (hierna: de ondernemer) is een bedrijf dat zich richt op het winnen van aardwarmte. Tijdens het winnen van aardwarmte kunnen kleine hoeveelheden natuurlijke radioactieve stoffen uit de formatie met de productiestroom meekomen en zich concentreren in (onderdelen van) de productie-installatie. NORM (naturally occurring radioactive materials) komt voor in de vorm van sludges, scale of gas.

Aan de ondernemer is op 3 september 2015 een vergunning (nr. 2015/0034-18) verleend voor werkzaamheden met natuurlijke radioactieve stoffen op mijnbouwwerken en aan pijpleidingen op het Nederlands grondgebied.

Voor het bepalen van het NORM risico van de werkzaamheden voor de werknemers is momenteel de risicoanalyse V02 (d.d. 12-06-2023) in gebruik.

Op 8 oktober 2023 heeft de ANVS een aanvraag om een wijziging van de bestaande vergunning van de ondernemer ontvangen (kenmerk ANVS-PP-2023/0099892). Op 13 december 2023 heeft de ANVS een brief gestuurd met het verzoek om aanvullende informatie m.b.t. de op 8 oktober 2023 verstuurd aanvraag. In deze brief wordt o.a. verzocht om een revisie van de vergunningen van de ondernemer. In 2024 zal een revisie van de vergunningen aangevraagd worden. N.a.v. de revisie wijzigen de vergunde activiteitenconcentraties op de locaties van de ondernemer. In deze RI&E worden de in de gereviseerde vergunningaanvraag te vergunnen activiteitenconcentraties gebruikt voor het in kaart brengen van het risico van de werknemers. Deze RI&E (V02R01) is een revisie op V02R00 (d.d. 12-06-2023).

### 1.2 OPDRACHT

Aan Stralingsupport B.V. is de opdracht gegeven de Risico-Inventarisatie en -Evaluatie op te stellen. De berekeningen en rapportage zijn uitgevoerd door [REDACTED], geregistreerd stralingsbeschermingsdeskundige op het niveau van coördinerend en gemandateerd voor haar rol als SBD.

### 1.3 LITERATUUR

- 1 ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Vbs)
- 2 Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)
- 3 Handboek radionucliden, A.S. Keverling Buisman ISBN 978908245661
- 4 ICRP Publication 33
- 5 Inleiding tot de stralingshygiëne, A.J.J. Bos et al. ISBN 978 90 12 11 905 4
- 5 Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Rbs)
- 6 Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 (Rsbb 2018)

## 2 RISICO-INVENTARISATIE

### 2.1 BRONNEN EN HUN EIGENSCHAPPEN

In tabel 1 zijn de nucliden en de op het moment van de evaluatie worst case activiteitsconcentraties opgenomen welke aanwezig kunnen zijn op de locatie van de ondernemer. Deze activiteitsconcentraties zijn gebruikt voor het berekenen van de dosis ten gevolge van het werken met NORM voor medewerkers werkzaam bij de ondernemer. De vergunde waardes zijn hoger dan de waardes weergegeven in tabel 1.

Bronnen van ioniserende straling	
$^{228}\text{Ra}$	5 Bq/g
$^{228}\text{Th}$	5 Bq/g
$^{226}\text{Ra}$	5 Bq/g
$^{210}\text{Pb}+$	6000 Bq/g
$^{210}\text{Po}$	6000 Bq/g

Tabel 1 Nucliden en activiteitsconcentratie als uitgangspunt voor de dosisberekeningen

Bronnen zijn aanwezig in de vorm van oppervlakte besmette voorwerpen, sludge, vloeistof, scale en secundair afval (doeken, besmette PBM, filters etc.)

De activiteitsconcentratie die is vergund zijn de hoogst gevonden activiteitsconcentraties die in de Geothermie zijn aangetroffen. Deze waarden worden met uitzondering gevonden. De hierboven gegeven activiteitsconcentratie voor  $^{210}\text{Pb}+$  en  $^{210}\text{Po}$  is een hoge maar reële waarde voor een besmette installatie binnen de geothermie. De activiteitsconcentraties voor de overige nucliden zijn in de Geothermie (nog) niet aangetroffen. De activiteitsconcentraties in tabel 1. zijn daarom een overschatting voor de dagelijkse werkzaamheden maar geven wel een goed worst-case beeld.

### 2.2 HANDELINGEN MET DE BRONNEN

De volgende handelingen vinden plaats met de bronnen op locatie van de ondernemer:

- Opslag van besmette voorwerpen in een afgescheiden deel van de locatie
- Het nemen van monsters uit installaties, gereedschappen en hulpmiddelen waarin zich natuurlijke bronnen bevinden
- Het verrichten van controlemetingen
- Het uitsorteren van of verwijderen uit c.q. scheiden van materialen uit reststoffen, die natuurlijke bronnen bevatten
- Het verrichten van alle voorkomende eenvoudige decontaminatie werkzaamheden (werkzaamheden met als doel het verwijderen van besmetting)
- Het hergebruik c.q. onderling uitwisselen van besmette installatieonderdelen, equipment, gereedschappen en hulpmiddelen op locatie
- Het toepassen van besmette installatieonderdelen, equipment, gereedschappen en hulpmiddelen van derden

### 2.2.1 Handelingen en deelhandelingen met blootstellingstijd

Handelingen bestaan uit werkzaamheden aan de installatie waarbij men in contact kan komen met NORM zoals onderhoud, wisselen van filters en verpakken van met NORM besmette installatiedelen en materialen.

De TMS-NORM is het meest betrokken bij de handelingen met NORM op de locatie. De TMS-NORM doet ook ander werk waarbij hij niet in contact is met NORM (kantoorwerk, controle van de gesloten installatie, toezicht houden op niet radioactieve werkzaamheden). De installatie zal ook niet dagelijks geopend worden waarbij het contact met NORM wordt beperkt. Een TMS-NORM is niet altijd in dienst van een onderneming, in dat geval zal de TMS-NORM op meerdere locaties werken. Ook dan zal deze niet meer dan 628 uur per jaar in contact zijn met NORM. De blootstellingsduur is een overschatting van de contacttijd met radioactieve stoffen.

### 2.3 PLAATS HANDELINGEN

Alle werkzaamheden vinden plaats op de locaties Oostlanderweg, Tussenweg13NB, Tussenweg 21 en Andijk of toekomstige locaties.

### 2.4 BLOOTSTELLINGSWEGEN

De volgende blootstellingswegen zijn van toepassing:

#### 1. blootstelling aan uitwendige straling

Blootstelling aan uitwendige straling is doorgaans alleen ten gevolge van gammastraling die door de wand van het installatiedeel of de verpakking heen kan dringen. In deze RI&E wordt ervan uitgegaan dat de medewerker op de volgende manieren wordt blootgesteld aan externe straling:

- Blootstelling t.g.v. filteropslag
- Blootstelling tijdens filterwisseling
- Blootstelling t.g.v. op locatie aanwezige <sup>40</sup>K

#### 2. blootstelling door inwendige besmetting

##### a. blootstelling ten gevolge van wondbesmetting

Blootstelling ten gevolge van wondbesmetting komt niet vaak voor omdat werknemers altijd handschoenen dragen. Het is denkbaar dat bij werkzaamheden zoals het hanteren van de platen van een warmtewisselaar de randen van de platen zo scherp zijn dat deze door een handschoen heen kunnen snijden. Voor deze risicoanalyse gaan we ervan uit dat dit jaarlijks gebeurt. **Dit is een te voorziene onbedoelde gebeurtenis (VOG).**

##### b. blootstelling ten gevolge van ingestie (inname via de mond)

De kans op blootstelling door het inslikken van NORM is over het algemeen klein omdat tijdens de meeste werkzaamheden in het kader van normale arbeidshygiënische maatregelen altijd beschermende kleding wordt gedragen zoals overall en handschoenen.

De radioactieve deeltjes kunnen, zeker op locaties waar onvoldoende wasgelegenheid is, wel makkelijk in zeer kleine hoeveelheden opgenomen worden. Enerzijds kan het door het

inslikken van stof dat achterblijft in de mond en anderzijds doordat bij onvoldoende hygiëne de deeltjes bij het eten, drinken en roken in de mond worden gebracht. Voor deze risicoanalyse wordt een percentage aangehouden van ingenomen stof per gewerkt uur. **Dit is een te voorziene onbedoelde gebeurtenis (VOG).**

**c. blootstelling ten gevolge van inhalatie (inademing)**

Het grootste risico op besmetting ontstaat door inademing van aërosolen of stofdeeltjes die zich tijdens de werkzaamheden in de lucht kunnen bevinden. Dit gebeurt bij verspanende werkzaamheden (lassen, slijpen, schuren aan met NORM besmette voorwerpen) of bij het niet gebruiken van de juiste adembescherming bij stoom cleaning. Voor deze risicoanalyse gaan we ervan uit dat dit jaarlijks gebeurt. **Dit is een te voorziene onbedoelde gebeurtenis (VOG).**

Bij de berekening van de blootstelling t.g.v. inwendige besmetting wordt <sup>40</sup>K niet meegenomen. Vanwege kaliumhomeostase is inwendige blootstelling aan <sup>40</sup>K verwaarloosbaar.

## 2.5 TE VOORZIENE ONBEDOELDE GEBEURTENISSEN (VOG)

De voorziene onbedoelde gebeurtenissen zijn nader beschreven in hoofdstuk 2.4. Naast de in hoofdstuk 2.4 beschreven VOG's wordt ervan uitgegaan dat op de locatie van de ondernemer medewerkers jaarlijks blootgesteld worden aan externe straling t.g.v. een hoog actieve besmetting <sup>226</sup>Ra met de maximaal vergunde activiteitsconcentratie voor dit nuclide. Omdat bij het aantreffen van <sup>226</sup>Ra er geen handelingen worden gedaan met het besmette voorwerp wordt ervan uitgegaan dat medewerkers t.g.v. deze besmetting enkel aan externe straling worden blootgesteld.

In tabel 3 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de VOG's welke in hoofdstuk 2.4 zijn beschreven.

VOG	Kans voorkomen
Wondbesmetting	Jaarlijks
Ingestie	25% van de blootstellingstijd
Inhalatie	Jaarlijks
Externe straling (hoogactieve bron)	Jaarlijks

Tabel 2 Omschrijving VOG met kans van voorkomen

## 2.6 TECHNISCHE EN ORGANISATORISCHE MAATREGELEN

Om de blootstelling van werknemers zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen worden technische en organisatorische maatregelen genomen.

Als de installatie wordt geopend wordt eerst een NORM werkplan opgesteld voor identificatie van het risico en bepalen van de juiste maatregelen om verspreiding van NORM in de omgeving en besmetting van personen te voorkomen. De SBD keurt het werkplan goed en controleert steekproefsgewijs of de werkwijze in het plan van aanpak wordt uitgevoerd en of voldaan wordt aan wettelijke verplichtingen en vergunningvoorschriften.

Bij het openen van de installatie wordt altijd met een geschikte monitor gemeten op aanwezigheid van NORM voordat handelingen worden uitgevoerd.

In veel situaties wordt het dragen van een overall, plastic handschoenen, veiligheidsschoenen, helm en bril voorgeschreven. Afhankelijk van de situatie kunnen andere persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) worden voorgeschreven zoals een plastic pak, volgelaatscherm, en verschillende typen adembescherming. Voor bescherming van de omgeving wordt veelal gebruik gemaakt van plastic zeil, bakken, cementkuipen, emmers en dergelijke om eventueel gemorst materiaal op te vangen. Ook het gebruik van pompen om besmet materiaal over te brengen in een containment of het filteren van vloeistof is mogelijk.

Tijdens handelingen wordt toezicht gehouden door een TMS en worden personen en omgeving gecontroleerd op besmetting.

## 3 BEPALING VAN DE BLOOTSTELLING

### 3.1 REGULIERE BLOOTSTELLING WERKNEMERS

De worst case medewerker loopt een reguliere blootstelling op die nihil is te weten **0,083 mSv per jaar**. De medewerker werkt dan alle uren en wordt blootgesteld aan externe straling.

Bij de berekening van de dosis ten gevolge van externe straling is uitgegaan van een activiteitsconcentratie van 5 Bq/g voor <sup>226</sup>Ra. Dit nuclide zal de meeste bijdrage leveren aan de dosis ten gevolge van externe bestraling voor werknemers.

Voor de berekening van de dosis ten gevolge van externe straling wordt uitgegaan van de handelingen waarbij het risico op externe bestraling het grootst is. Bij het wisselen van filters is de afstand tot de bron klein, en het risico op aanwezigheid van NORM in filters is groot omdat daar de materialen zich in ophopen.

In totaal wordt een worst case medewerker blootgesteld aan niet meer dan **80 µSv/jaar**. Deze waarde wordt gemakshalve aangehouden voor alle medewerkers.

De hierboven geschetste situatie zal in de praktijk niet voorkomen omdat tot nu toe geen significante hoeveelheden boven de vrijstellingsgrens van 1 Bq/g (Bbs, bijlage 3, tabel A, deel 2) voor <sup>226</sup>Ra zijn aangetroffen binnen de geothermie.

<sup>40</sup>K kan aanwezig zijn op de locatie tijdens boorwerkzaamheden of interventies aan een bestaande put. Big bags met Kalium zouten zullen maar beperkt aanwezig zijn op de locatie.

In tabel 4 wordt een overzicht weergegeven van de totale reguliere dosis van werknemers.

Totale reguliere dosis	
Dosist.g.v. Ra-226	80 µSv/jaar
Dosist.g.v. K-40	3 µSv/jaar
<b>Totaal</b>	<b>83 µSv/jaar</b>

Tabel 3 Reguliere dosis werknemers

### 3.2 BLOOTSTELLING VAN DE WERKNEMERS T.G.V. DE TE VOORZIENE ONBEDOELDE GEBEURTENISSEN (VOG)

De worst case medewerker loopt een dosis van **0,74 mSv/jaar** op door alle te voorziene onbedoelde gebeurtenissen.

In tabel 5 wordt de totale blootstelling ten gevolge van VOG's weergegeven.

Totale blootstelling t.g.v. VOG's	
<b>VOG</b>	<b>Blootstelling</b>
Ingestie	640 $\mu$ Sv/jaar
Inhalatie	101 $\mu$ Sv/jaar
Wondbesmetting	1,51 $\mu$ Sv/jaar
<b>Totaal</b>	<b>742,51 <math>\mu</math>Sv/jaar</b>

Tabel 5 Berekening totale dosis t.g.v. VOG

In tabel 6 wordt de reguliere dosis, de dosis ten gevolge van VOG's en de totale dosis voor medewerkers werkzaam bij DE ONDERNEMER weergegeven:

Totale blootstelling worst case					
Reguliere dosis in $\mu$ Sv		VOG's in $\mu$ Sv			Totaal [ mSv/jaar]
t.g.v. Ra-226	t.g.v. K-40	Ingestie	Inhalatie	Wondbesmetting	
83	3	640	101	1,5	<b>0,83</b>

Tabel 4 Berekening totale blootstelling werknemers

### 3.3 HET EFFECT VAN PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN

Persoonlijke beschermingsmiddelen en een voorgeschreven persoonlijke hygiëne en toezicht hierop zorgen ervoor dat de opname nihil is. De risicoberekening is daarom altijd een overschatting van het daadwerkelijke risico.

Bij handelingen met NORM is een dosis ten gevolge van inwendige besmetting volledig te voorkomen door het dragen van PBM. Bij het gebruik van filters voor adembescherming wordt 95% van het stof tegengehouden.

Een dosis ten gevolge van externe bestraling is niet te beperken door het dragen van PBM maar wordt voorkomen door het vergroten van de afstand en het beperken van de duur van aanwezigheid. Deze maatregelen zullen genomen worden indien zich een verhoging van het dosistempo voordoet op plaatsen waar personen zich kunnen bevinden.



## 4 RISICO-EVALUATIE

### 4.1 RECHTVAARDIGING EN OPTIMALISATIE

Rechtvaardiging en optimalisatie van de handelingen bij de ondernemer worden gewaarborgd door het minimaal jaarlijks uitvoeren van controles door de SBD op locaties van de ondernemer, het uitreiken van procedures en werkinstructies, het geven van voorlichting aan alle medewerkers die potentieel blootgesteld kunnen worden en het toezicht op de werkzaamheden door de TMS.

### 4.2 DE DOSISLIMIETEN

De totale dosis voor werknemers is een optelsom van de reguliere dosis (0,083 mSv/jaar) en de dosis ten gevolge van de VOG's (0,74 mSv/Jaar) en bedraagt maximaal 0,825 mSv/jaar. Dit is minder dan de limiet van 1 mSv/jaar (1000  $\mu$ Sv/jaar) (Bbs art. 7.3). De dosislimieten voor de ooglenzen (15 mSv/jaar), huid (50 mSv/jaar) (Bbs art. 9.1) en extremiteiten (50 mSv/jaar) (Bbs art. 7.3) zijn dusdanig hoger dan de potentiële dosis en zijn daarom niet nader uitgewerkt in deze RI&E.

### 4.3 DOSISBEPERKINGEN

De dosis voor werknemers zal niet hoger zijn dan de totale dosis voor de worst case medewerker ten gevolge van de reguliere blootstelling plus de blootstelling t.g.v. de VOG's (0,825 mSv/jaar). Bij het werken met natuurlijke bronnen is het aantonen van een overschrijding van deze berekende waarde in het kader van de dosisbeperking niet mogelijk. De werknemers dragen geen persoonlijke dosismeter (detectie van gamma emitterende nucliden) en inwendige besmetting is alleen te berekenen.

Controle van de blootstelling wordt gedaan door het uitvoeren van metingen voor het bepalen van de externe straling en het controleren of de voorgeschreven maatregelen voor bescherming van mens en milieu correct worden uitgevoerd. Indien nodig (bij afwijkingen in gemeten waarde of navolging van de gestelde maatregelen) zal de SBD een berekening maken van de dosis voor ene persoon en deze toetsen aan de limiet voor dosisbeperking. Indien de dosisbeperkingslimiet wordt overschreden worden nadere maatregelen genomen.

De dosisbeperking is in principe gelegen in het voorkomen van inwendige besmetting en het beperken van dosis door externe straling. De maatregelen beschreven in hoofdstuk 2.7 zorgen voor een voldoende invulling van ALARA en daarmee een voldoende dosisbeperking.

### 4.4 IDENTIFICATIE BLOOTGESTELDE WERKNEMERS

De medewerkers zijn niet ingedeeld als blootgesteld werknemer. Zij lopen een potentiële dosis op van minder dan 1 mSv/jaar (Bbs art. 7.3).

### 4.5 INDELING BLOOTGESTELDE WERKNEMERS IN CATEGORIE A OF B N.V.T.

### 4.6 IDENTIFICATIE EN INDELING VAN RUIMTEN

Er is geen sprake van een gecontroleerde of bewaakte zone waarbij de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen effectieve dosis groter is dan respectievelijk, 6 mSv/jaar en 1 mSv/jaar (Bbs art. 7.7).

#### 4.7 NOODZAAK ACTUALISATIE RI&E EN MAATREGELEN

De RI&E zal ten minste elke 5 jaar geactualiseerd worden tenzij er eerder iets verandert in de situatie.

Aan de hand van de jaarlijkse controles door de SBD op het juist uitvoeren van de handelingen en bij voortschrijdend inzicht zullen maatregelen worden geactualiseerd. Als de activiteitsconcentratie hoger is dan in tabel 1. van deze RI&E wordt aangenomen zal een herberekening plaatsvinden.