

## Bijlage 2

Milieu-analyse





---

Aan: Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming  
T.a.v.: afd. vergunningverlening  
Datum: 30 november 2023  
Documentnaam: Bijlage 2 Milieu-analyse  
Behorend bij: 20240329 KEW-vergunningaanvraag Aardyn Delft



**AARDYN B.V.**

LAAN VAN BARCELONA 800  
3317 DD DORDRECHT

Auteur	Voor akkoord
 Geregistreerd stralingsbeschermingsdeskundige Stralingsupport B.V.	 Geregistreerd stralingsbeschermingsdeskundige Stralingsupport B.V.
30 november 2023	30 november 2023
	

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Maximale activiteit op locatie .....</b>	<b>2</b>
1.1	<i>Situatie</i> .....	2
1.2	<i>Berekening</i> .....	2
<b>2</b>	<b>Dosis aan de terreingrens .....</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Locatie</i> .....	4
2.2	<i>Brongegevens</i> .....	6
2.2.1	Gegevens over externe bestraling ten gevolge van $^{40}\text{K}$ .....	6
2.2.2	Gegevens over externe bestraling ten gevolge van $^{226}\text{Ra}$ .....	7
2.2.3	Afscherming .....	7
2.2.4	Gegevens lozing in lucht.....	7
2.2.5	Gegevens lozing in water.....	7
2.3	<i>Berekeningen</i> .....	7
2.3.1	Bijdrage $^{40}\text{K}$ aan de dosis aan de terreingrens .....	7
2.3.2	Bijdrage $^{226}\text{Ra}$ aan de terreingrens .....	8
2.4	<i>Conclusie</i> .....	9

## 1 MAXIMALE ACTIVITEIT OP LOCATIE

### 1.1 SITUATIE

De geschatte maximale activiteit op de locatie is gebaseerd op de aanwezige activiteit in de vorm van oppervlaktebesmetting en sludges in de installatie en op de locatie in opslag. Hierbij is een worst case aangehouden.

Op dit moment is er op de locatie van de ondernemer 1 ontgasser en 1 doublet aanwezig. De schatting van de maximale activiteit op locatie is gebaseerd op het besmet zijn van alle installatieonderdelen en potentieel aanwezige sludges en filters:

- Oppervlaktebesmet equipment van 1 doublet op locatie
- Sludge aanwezig in de installatie
- Filters aanwezig op de locatie

### 1.2 BEREKENING

Ongeacht de verdeling van activiteit tussen alle mogelijk met NORM besmette objecten en stoffen is de totale activiteit aanwezig op de locatie op enig moment nooit meer dan **500 GBq**.

De activiteit is berekend aan de hand van het potentiële besmette oppervlak in de genoemde objecten met een scale laag en een activiteitsconcentratie voor alle nucliden samen van 6045 Bq/g.

Er is gerekend met een totaal besmet oppervlak van de gehele installatie. De maximale activiteit vanuit oppervlaktebesmetting dat zich op locatie kan bevinden zal nooit meer zijn dan 450 GBq.

De totale activiteit sludges is berekend voor een ontgassingstank met een diameter van 2 m en een lengte van 13,6 m. De maximale activiteit sludges dat zich op enig moment kan bevinden op locatie van de ondernemer zal nooit meer zijn dan 4,4 GBq.

De totale activiteit in filtermateriaal dat zich op locatie kan bevinden is berekend met 4 filterpotten. De filters worden gemiddeld maandelijks verwisseld. De maximale totale activiteit in filters dat zich op enig moment in opslag kan bevinden zal nooit meer zijn dan 2 GBq.

De totale maximale activiteit dat zich op enig moment kan bevinden op locatie van de ondernemer is 500 GBq.

In tabel 1 wordt een overzicht weergegeven van de totale maximale activiteit op locatie en de maximale hoeveelheid afval dat jaarlijks ontstaat en maximaal opgeslagen kan zijn op locatie van de ondernemer.

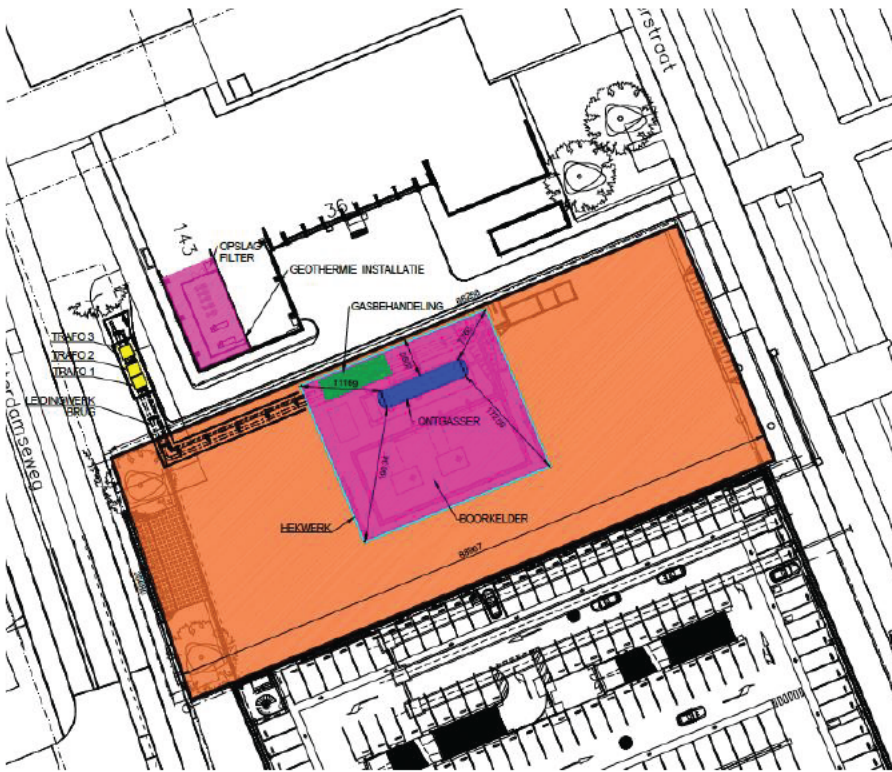
<b>Maximale activiteit</b>	
<b>Activiteit op locatie op enig moment</b>	
Activiteit oppervlaktebesmetting	4E+11 Bq
Activiteit sludges	4E+09 Bq
Activiteit filters	2E+09 Bq
<b>Totaal activiteit op de locatie</b>	<b>5E+11 Bq</b>
<b>Afval locatie per jaar</b>	
Sludge	2,83E+00 m <sup>3</sup>
Droge stof uit sludges	7,25E+02 kg
Filters	1,25E+03 kg
Filter residue	3,17E+02 kg

Tabel 1 Overzicht totale maximale activiteit en maximale hoeveelheid afval

## 2 DOSIS AAN DE TERREINGRENS

### 2.1 LOCATIE

De locatie bevindt zich aan de Rotterdamseweg in Delft. De locatie bestaat uit 2 delen (deel 1: putten en ontgasser, deel 2: filters, filteropslag en warmtewisselaars). In figuur 1 wordt op de locatietekening de relevante plaatsen (ontgasser en filteropslag) binnen de locatie aangegeven.



Figuur 1 Locatietekening

De roze aangemarkeerde delen zijn niet toegankelijk voor derden. Het oranje gedeelte maakt deel uit van de boorlocatie maar is niet afgezet en daarmee dus toegankelijk voor derden. Het roze gedeelte van de boorlocatie is afgezet met hekwerk (blauw gemarkeerd). Het hekwerk wordt gezien als de terreingrens voor deel 1. Deel 2 van de mijnbouwlocatie bevindt zich binnen in het gebouw. Alleen het roze gemarkeerde gedeelte maakt deel uit van de mijnbouwlocatie. De terreingrens (deels) bevindt zich daarmee in hetzelfde gebouw. Het roze deel is alleen toegankelijk voor medewerkers van Aardyn B.V. en niet voor andere gebruikers in de overige ruimten van het gebouw.

In afbeelding 1 wordt een overzicht gegeven van de locatie en omgeving.



Afbeelding 1 Locatie en omgeving

In afbeelding 1 zijn verschillende plaatsen omkaderd. In tabel 2 wordt een overzicht weergegeven van de bestemmingen van de in de omgeving omkaderde plaatsen.

Kleur kader	Bestemming
Geel	Voetpad/fietspad/autoweg
Oranje	Parkeerplaats/parkeergarage
Blauw	Gebouw, technische ruimte

Tabel 2 Overzicht bestemming van plaatsen in de omgeving

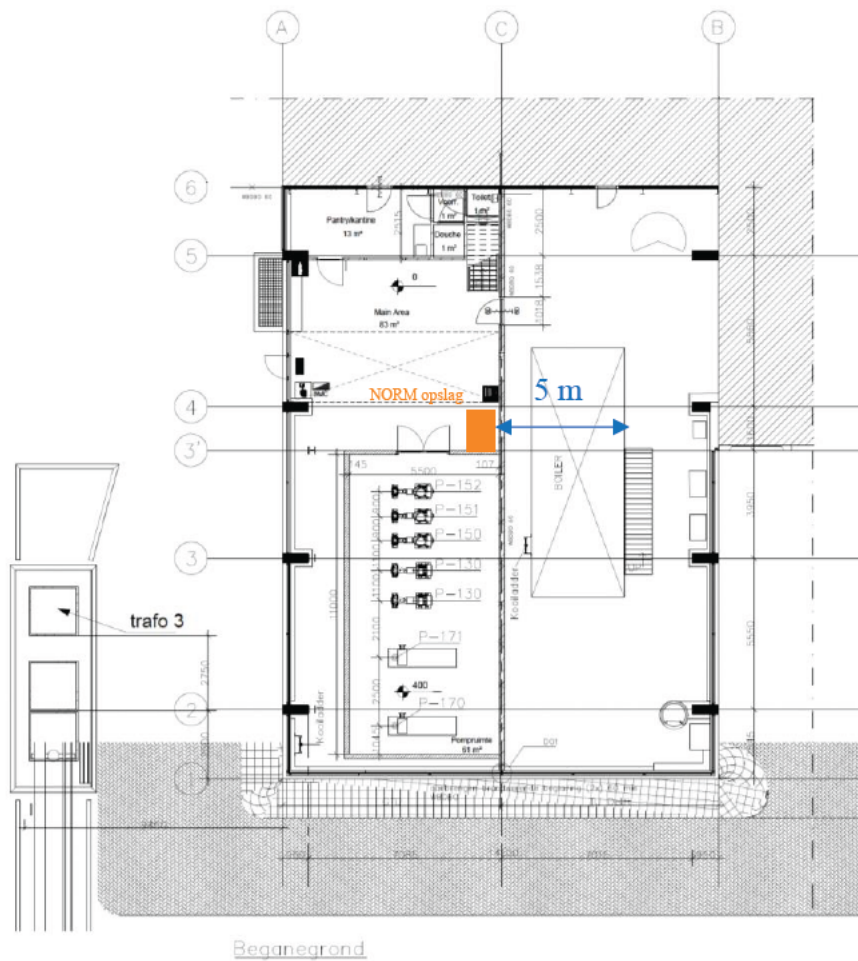
Omdat er plaatsen in de omgeving zijn met dezelfde bestemming, zijn er van de zes aangemerkte plaatsen in de omgeving, vier geselecteerd als kritieke plaats waar in dit rapport de jaarlijkse effectieve dosis voor wordt berekend. In afbeelding 1 zijn deze kritieke plaatsen aangemerkd met een nummer 1 tot en met 4. De kritieke plaatsen zijn geselecteerd op basis van de kortste afstand tot de bron(nen).

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de kritieke plaatsen en de relevante gegevens.

Kritieke plaats	Bestemming	Afstand tot NORM opslag	Afstand tot ontgasser	ABC-factor
1	Industrie	1 meter	31 meter	0,2
2	Doorgaande weg	23 meter	10 meter	0,01
3	Parkeerterrein	20 meter	20 meter	0,01
4	Vervoer over de weg	27 meter	43 meter	0,001

Tabel 3 Overzicht kritieke plaatsen en relevante gegevens

Vanwege de zeer kleine afstand van de NORM opslag tot kritieke plaats 1 is nader gekeken naar de bestemming. Direct naast de wand is een technische ruimte aanwezig welke alleen gebruikt wordt voor onderhoud aan de installatie die zich daar bevindt en als vluchtroute. Direct naast de wand grenzend aan de opslagplaats voor filters is een boiler geplaatst. Tussen de wand en de boiler zullen zich geen personen bevinden. De boiler is 8 meter hoog. Er zullen zich dus ook geen personen bevinden op de verdieping erboven. In figuur 2 is de ruimte nader uitgewerkt.



Figuur 2 Ruimte kritieke plaats 1

Op figuur 2 is te zien dat de plaats waar personen zich kunnen bevinden in de naastgelegen ruimte op 5 meter afstand is van de wand. De wand tussen de NORM-opslag en de naastgelegen ruimte bestaat uit 20 cm beton.

In tabel 4 worden de nieuwe gegevens weergegeven.

Kritieke plaats	Bestemming	Afstand tot NORM opslag	Afstand tot ontgasser	ABC-factor
1	Industrie	5 meter	31 meter	0,2
2	Doorgaande weg	23 meter	10 meter	0,01
3	Parkeerterrain	20 meter	20 meter	0,01
4	Vervoer over de weg	27 meter	43 meter	0,001

Tabel 4 Overzicht kritieke plaatsen en relevante gegevens

## 2.2 BRONGEGEVENS

### 2.2.1 Gegevens over externe bestraling ten gevolge van <sup>40</sup>K

<sup>40</sup>K is in de ANVS-Verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Vbs) onder voorwaarden vrijgegeven. Echter kan niet worden gegarandeerd dat altijd aan deze voorwaarden kan worden voldaan. Daarom wordt de bijdrage van <sup>40</sup>K aan de terreingrensdosis meegenomen in deze milieu-analyse.

Bij de berekening van de bijdrage aan de terreingrensdosis van  $^{40}\text{K}$  wordt uitgegaan van een dosistempo van **0,06  $\mu\text{Sv/uur}$**  op 1 meter afstand.

### 2.2.2 Gegevens over externe bestraling ten gevolge van $^{226}\text{Ra}$

Voor de dosis aan de terreingrens wordt gerekend met een schatting van de activiteit  $^{226}\text{Ra}$  dat zich op enig moment kan bevinden op de locatie van de ondernemer. Er wordt vergunning aangevraagd voor een maximale activiteitsconcentratie  $^{226}\text{Ra}$  van 15 Bq/g. Een berekening van de dosis op kritieke plaats 1 met een activiteitsconcentratie van 15 Bq/g voor  $^{226}\text{Ra}$  zal resulteren in een dosis welke boven het secundair niveau ligt (zie hoofdstuk 2.3.2.1). Indien in dit geval afscherming wordt aangebracht in de vorm van 60 cm beton of 10 cm lood zal de AID onder het secundair niveau komen.

Indien  $^{226}\text{Ra}$  wordt aangetroffen zal afscherming geplaatst moeten worden. Omdat het opbouwen van  $^{226}\text{Ra}$  in de installatie langere tijd in beslag neemt (in de Olie- en Gas-industrie is dit maanden tot jaren) is gekeken welk actiecriterium aangehouden kan worden om tot het plaatsen van afscherming over te gaan.

Voor het bepalen van het actiecriterium is gerekend met **5 Bq/g  $^{226}\text{Ra}$** .

Er wordt uitgegaan van een benadering waarbij de sludges in de ontgasser en de opgeslagen filterafval in de NORM opslag verantwoordelijk zijn voor de externe straling aan de terreingrens. De ontgasser en de opgeslagen filters in de zeecontainer worden ieder gezien als een object met een groot stralend oppervlak. De berekening wordt gedaan middels de plaatbronmethode.

### 2.2.3 Afscherming

Tussen de filteropslag en kritieke plaats 1 is een wand van 20 cm beton, hierbij is ook de transmissie berekend. Berekening geeft een transmissie factor van 0,24 bij een afscherming van 20 cm beton. De afscherming wordt alleen meegenomen in de berekening van de ID ter plaatse van kritieke plaats 1. Voor de andere kritieke plaatsen wordt de blootstelling zonder afscherming berekend.

### 2.2.4 Gegevens lozing in lucht

Er vindt door de handelingen bij de ondernemer geen lozing in lucht plaats boven de vergunningplichtige grens.

### 2.2.5 Gegevens lozing in water

Er vindt door de handelingen bij de ondernemer geen lozing in water plaats boven de vergunningplichtige grens.

## 2.3 BEREKENINGEN

### 2.3.1 Bijdrage $^{40}\text{K}$ aan de dosis aan de terreingrens

Er wordt uitgegaan van een dosistempo van 0,06  $\mu\text{Sv/uur}$  op 1 meter afstand. Indien de big bags per abuis, gedurende 24 uur staan opgesteld op 1 meter van de terreingrens of van een verblijfplaats dan resulteert dit in een individuele dosis (ID) van 1,44  $\mu\text{Sv}$ .

Het streven zal altijd zijn om de big bags met kaliumzouten minimaal 5 meter van de terreingrens of verblijfplaats te plaatsen. Indien na deze dag de big bags verplaatst worden naar 5 meter afstand gedurende 10 dagen dan geeft dit een ID van 0,58  $\mu\text{Sv}$ .

De ID ten gevolge van  $^{40}\text{K}$  is dan 2  $\mu\text{Sv/jaar}$ .

## 2.3.2 Bijdrage <sup>226</sup>Ra aan de terreingrens

### 2.3.2.1 Kritieke plaats 1

#### *Berekening dosis ter plaatse van kritieke plaats 1 met 15 Bq/g <sup>226</sup>Ra*

De maximale activiteit dat zich op enig moment kan bevinden in de filteropslag en de ontgasser wordt berekend door middel van de jaarlijkse maximale ontstane afval en de maximale activiteitsconcentratie voor <sup>226</sup>Ra. In tabel 5 wordt het maximale hoeveelheid ontstane afval en de maximale activiteit van het ontstane afval weergegeven op basis van aanwezigheid van 15 Bq/g voor <sup>226</sup>Ra.

Maximale activiteit Ra-226	
<b>Activiteit op locatie op enig moment</b>	
Activiteit sludges	11 MBq
Activiteit filters	19 MBq
<b>Totaal activiteit Ra-226 op de locatie</b>	<b>30 MBq</b>

Tabel 1 Overzicht maximale activiteit Ra-226

De bijdrage aan de dosis aan de terreingrens t.g.v. de ontgasser is 24,1 µSv/jaar.  
De bijdrage aan de dosis aan de terreingrens t.g.v. de filteropslag is 392,3 µSv/jaar.

#### *Evaluatie jaarlijkse dosis aan de terreingrens bij 15 Bq/g <sup>226</sup>Ra*

Voor de overige plaatsen is bovenstaande berekening ook uitgevoerd. In tabel 6 wordt een opsomming gegeven van de berekende ID en AID op de 4 beschouwde kritieke plaatsen. Bij de berekening van de overige plaatsen is de afscherming van de filteropslag niet meegenomen. De uitkomst van de berekening is daarmee een overschatting van de werkelijkheid.

Overzicht kritieke plaatsen							
Kritieke plaats	Bestemming	ID tgv filteropslag	ID tgv ontgasser [µSv/jaar]	ID tgv K-40	ID totaal [µSv/jaar]	ABC-factor	AID [µSv/jaar]
1	Industrie	392,3	24,1	2,0	418,4	0,20	83,7
2	Doorgaande stadsweg	80,3	245,7	2,0	328,0	0,01	3,3
3	Parkeerterrein	106,2	61,6	2,0	169,8	0,02	3,4
4	Vervoer over de weg	58,3	13,3	2,0	73,6	0,001	0,1

Tabel 2 Overzicht berekende ID en AID bij 15 Bq/g Ra-226

De ID ter plaatse van kritieke plaats 1 overschrijdt het secundair niveau. Ook wanneer de jaarlijkse dosis is gecorrigeerd voor de bestemming m.b.v. een ABC-factor overschrijdt de jaarlijkse dosis het secundair niveau. Omdat <sup>226</sup>Ra in de geothermie nog niet boven de vrijstellingsgrenzen is aangetroffen, wordt in hoofdstuk 2.2.1.2 voor kritieke plaats 1 een actiecriterium berekend waarbij aanvullende afscherming geplaatst moet worden.

#### *Berekening dosis ter plaatse van kritieke plaats 1 met 5 Bq/g*

Voor de berekening van het actiecriterium wordt uitgegaan van een activiteitsconcentratie van 5 Bq/g voor <sup>226</sup>Ra. Verder wordt uitgegaan van een verblijftijd van de filters in de filteropslag van 50% (6

maanden). Na 6 maanden wordt de situatie geëvalueerd. Mocht er in die tijd  $^{226}\text{Ra}$  boven de vrijstellingsgrenzen aangetroffen worden in de installatie dan zal aanvullende afscherming in de vorm van 40 cm beton of 10 cm lood geplaatst worden.

De maximale activiteit dat zich op enig moment kan bevinden in de filteropslag en de ontgasser wordt berekend door middel van de jaarlijkse maximale ontstane afval en een activiteitsconcentratie van 3 Bq/g voor  $^{226}\text{Ra}$ . In tabel 7 wordt de maximale activiteit van het ontstane afval weergegeven op basis van aanwezigheid van 5 Bq/g voor  $^{226}\text{Ra}$ .

<b>Maximale activiteit filteropslag Ra-226 bij 5 Bq/g</b>	
<b>Activiteit op locatie op enig moment</b>	
Activiteit filters	3 MBq

Tabel 3 Overzicht maximale activiteit Ra-226 bij 3 Bq/g

De bijdrage aan de dosis aan de terreingrens t.g.v. de ontgasser is 12  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .  
De bijdrage aan de dosis aan de terreingrens t.g.v. de filteropslag is 32,7  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .

### Evaluatie kritieke plaats 1

De totale ID ter plaatse van kritieke plaats 1 na 6 maanden overschrijdt het secundair niveau. Gecorrigeerd voor de bestemming geeft dit een AID van 9,3  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ . Zie tabel 8 voor een overzicht van de berekende ID en AID.

<b>Overzicht kritieke plaats 1</b>							
Kritieke plaats	Bestemming	ID tgv filteropslag	ID tgv ontgasser [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ]	ID tgv K-40	ID totaal [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ]	ABC-factor	AID [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ]
1	Industrie	32,7	12,0	2,0	46,7	0,20	9,3

Tabel 4 Overzicht kritieke plaats 1

De AID overschrijdt het secundair niveau niet. Er wordt in de vergunningaanvraag een maximale AID van 9,3  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$  aangevraagd. Dit is onder de voorwaarde dat na 6 maanden de situatie geëvalueerd wordt en bij een activiteitsconcentratie van 5 Bq/g wordt aanvullende afscherming geplaatst in de vorm van 40 cm beton of 10 cm lood om de AID van 9,3 te waarborgen.

## 2.4 CONCLUSIE

De in tabel 9 weergegeven totale doses aan de terreingrens zijn getoetst aan het secundair niveau van 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ . De ID op de kritieke plaatsen overschrijden het secundair niveau van 10  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ . Ook de berekening van de MID overschrijdt het secundair niveau daarom is volgens de volgende methode de AID berekend:

$$\text{AID}_{\text{ext}} = \text{ID}_{\text{ext}} \bullet \text{ABC-factor}$$

In tabel 5 wordt de AID per kritieke plaats weergegeven.

Overzicht kritieke plaatsen				
Kritieke plaats	Bestemming	ID totaal [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ]	ABC-factor	AID [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ]
1	Industrie	46,7	0,20	9,3
2	Doorgaande stadsweg	328,0	0,01	3,3
3	Parkeerterrein	169,8	0,02	3,4
4	Vervoer over de weg	73,6	0,001	0,1

Tabel 9. Overzicht AID kritieke plaatsen

Ter plaatse van de meest kritieke plaats (plaats 1, industrie) is een AID van **9,3  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$** . Er wordt in de vergunningaanvraag voor locatie TU-Delft een AID aangevraagd van 9,3  $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ .

Uitgangspunt is het aantreffen van  $^{226}\text{Ra}$  in de monsters waar gammaspectrometrische analyse op wordt uitgevoerd. Door regelmatig (minimaal 1x per jaar) monsternamen en analyse uit te laten voeren op de filters (in verband met afvoer) is er een goed beeld van de aanwezigheid van de nuclides in de installatie.

Na 6 maanden zal geëvalueerd worden of  $^{226}\text{Ra}$  aanwezig is in de installatie en in welke mate. Indien  $^{226}\text{Ra}$  met een activiteitsconcentratie van 5 Bq/g aangetroffen wordt in de installatie zal aanvullende afscherming geplaatst worden in de vorm van 40 cm beton of 10 cm lood om de AID te waarborgen.

Jaarlijks, tijdens het doen van controlemetingen uitgevoerd door de SBD ten behoeve van het jaarrapport, zal de buitenkant van de installatie gemeten worden (op 0,1 meter afstand) op dosistempo afgegeven vanuit de installatie en de opslag.

De berekening van de AID ter plaatse van kritieke plaats 1 is gebaseerd op een afvalleenheid met een activiteitsconcentratie voor  $^{226}\text{Ra}$  van 5 Bq/g. Bij het overschrijden van een dosistempo van 1  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  op plaatsen waar personen zich kunnen bevinden zullen maatregelen genomen worden die de toegang van personen tot die plaats voorkomt of zoveel als mogelijk beperkt. Verder wordt bij het vermoeden van overschrijden van de aangevraagde AID aanvullende afscherming in de vorm van betonblokken geplaatst worden om de aangevraagde AID te waarborgen.