






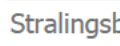
RWE Generation NL B.V.

T.a.v. [REDACTED]

Amerweg 1

4931 NC Geertruidenberg

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Omschrijving</b>    | Risico-inventarisatie en -evaluatie voor de stralingsdosis ten gevolge van handelingen met bronnen van ioniserende straling.  |
| <b>Rapportnummer</b>   | 0325-148045-001-01-2021   |
| <b>Revisie</b>         | 1   |
| <b>Locatie</b>         | RWE Generation NL B.V. (Amer-9)<br>Amerweg 1<br>Geertruidenberg   |
| <b>Klantreferentie</b> | 4300356492-R4-E12   |
| <b>Conclusie</b>       | De maximale effectieve dosis die werknemers van RWE Generation NL B.V. kunnen ontvangen als gevolg van handelingen met ioniserende straling, bedraagt $5,9 \cdot 10^1 \mu\text{Sv}$ per jaar.<br>De werknemers hoeven niet ingedeeld te worden als blootgestelde werknemers.<br>Deze risicoanalyse is geldig tot en met 19 juli 2026. |

|                |   |                    |               |
|----------------|---|--------------------|---------------|
| Opgesteld d.d. | 11 april 2023   | Gecontroleerd d.d. | 11 april 2023 |
| Ondertekening  |  Digitally signed by <br><br>Stralingsbeschermingsdeskundige (CD)  |                    |               |
| Ondertekening  |  Digitally signed by <br>Date: 2023.04.11<br>17:20:30 +02'00'<br><br>Stralingsbeschermingsdeskundige (CD) |                    |               |

Dit rapport mag niet zonder de toestemming van zowel Applus+ RTD als de opdrachtgever geheel of gedeeltelijk worden vermenigvuldigd.

## Samenvatting

Bij RWE Generation NL B.V. worden handelingen verricht met bronnen van ioniserende straling. Het gaat hierbij om het uitvoeren van:

- Niveau- en dichtheidsmetingen met ingekapselde radioactieve bronnen;
- materiaalanalyse met een röntgentoestel;
- het voorhanden hebben van natuurlijke radioactieve stoffen (NORM) in de installatie en;
- het voorhanden hebben van kunstmatige radioactieve stoffen in vlieggas.

De handelingen met bronnen van ioniserende straling bij RWE Generation NL B.V. zijn generiek- en specifiek gerechtvaardigd.

Om aantoonbaar te maken dat de dosislimieten voor de werknemers van RWE Generation NL B.V., als gevolg van de handelingen met bronnen van ioniserende straling niet overschreden worden, is een integrale analyse gemaakt voor de reguliere - en potentiële jaardosis en vindt een toetsing plaats of voldoende invulling is gegeven aan het ALARA-principe.

In de onderstaande tabel is per werknemer een sommatie van de reguliere - en potentiële jaardosis weergegeven waarbij, indien van toepassing, een onderscheid is gemaakt in de effectieve- en equivalente dosis.

| <b>Operator 1</b> |   |  |  |                                    |
|-------------------|---|--|--|------------------------------------|
|                   | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    |
|                   | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten                      |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b>              |  | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b>               | <b><math>5,1 \cdot 10^0</math></b> |

| <b>Operator 2</b> |   |  |  |                                    |
|-------------------|---|--|--|------------------------------------|
|                   | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    |
|                   | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten                      |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>              |  | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>               | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b> |

| <b>TD monteur</b> |   |  |  |                                    |
|-------------------|---|--|--|------------------------------------|
|                   | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    |
|                   | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten                      |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>              |  | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>               | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b> |

| <b>Analist</b> |   |  |  |                                    |
|----------------|---|--|--|------------------------------------|
|                | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    |
|                | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten                      |
| <b>Totaal</b>  | <b><math>3,5 \cdot 10^0</math></b>              |  | <b><math>1,1 \cdot 10^0</math></b>               | <b><math>1,1 \cdot 10^1</math></b> |

| <b>Brandhulp en reststoffen medewerker</b> |   |  |  |               |
|--|---|--|--|---------------|
|  | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |               |
|  | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten |
| <b>Totaal</b>                              | <b><math>8,7 \cdot 10^0</math></b>              |  | -  | -             |

| <b>Overige medewerkers</b> |   |  |  |                                       |
|----------------------------|---|--|--|---------------------------------------|
|                            | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                       |
|                            | Lichaam   |  | Oog  | Extremiteiten                         |
| <b>Totaal</b>              | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>           |  | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>            | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b> |

---

Op grond van de berekeningen kan worden geconcludeerd dat het niet noodzakelijk is om werknemers in te delen als blootgestelde werknemer categorie A of categorie B.

Op grond van de berekeningen kan worden geconcludeerd dat het niet noodzakelijk is om ruimten in te delen als bewaakte- of gecontroleerde zone.

## Inhoudsopgave

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Algemeen</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1        | Inleiding  | 5         |
| 1.2        | Literatuur   | 5         |
| <b>2</b>   | <b>Rechtvaardiging</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1        | Ingekapselde bronnen   | 6         |
| 2.2        | Open bronnen (NORM)  | 6         |
| 2.3        | Open bronnen (kunstmatig)  | 6         |
| 2.4        | Röntgentoestel   | 7         |
| <b>3</b>   | <b>Risico-identificatie</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1        | Eigenschappen van de bronnen van ioniserende straling              | 8         |
| 3.2        | Handelingen met de bronnen van ioniserende straling                | 14        |
| 3.3        | Locaties van de handelingen  | 17        |
| 3.4        | Blootstellingspaden van ioniserende straling                       | 17        |
| 3.5        | Voorziene onbedoelde gebeurtenissen                                | 18        |
| <b>4</b>   | <b>Omschrijving maatregelen tot beperking van de blootstelling</b> | <b>19</b> |
| 4.1        | Maatregelen aan de bron  | 19        |
| 4.2        | Maatregelen aan de werkplek  | 19        |
| 4.3        | Organisatorische maatregelen                                       | 20        |
| <b>5</b>   | <b>Bepaling van de blootstelling</b>                               | <b>21</b> |
| 5.1        | Dosisberekeningen  | 21        |
| 5.2        | Dosis ten gevolge van de reguliere blootstelling                   | 23        |
| 5.3        | Dosis ten gevolge van de potentiële blootstelling                  | 25        |
| <b>6</b>   | <b>Risico-evaluatie</b>  | <b>26</b> |
| 6.1        | Jaardosis voor de individuele werknemer                            | 26        |
| 6.2        | Identificatie en indeling van de individuele werknemer             | 27        |
| 6.3        | Identificatie en indeling van ruimtes                              | 27        |
| <b>7</b>   | <b>Toetsing aan ALARA</b>  | <b>28</b> |
| 7.1        | Rechtvaardiging  | 28        |
| 7.2        | Optimalisatie  | 28        |
| 7.3        | Limitering   | 28        |
| 7.4        | Dosisbeperking   | 28        |
| Bijlage 1: | Uitwerkingen berekeningen reguliere blootstelling                  | 29        |
| Bijlage 2: | Uitwerkingen berekeningen potentiële blootstelling                 | 37        |
| Bijlage 3: | Model dosisberekening chauffeur                                    | 38        |
| Bijlage 4: | Model dosisberekening opslagsilo                                   | 39        |
| Bijlage 5: | Wettelijke limieten  | 40        |

## 1 Algemeen

### 1.1 Inleiding

Bij RWE Generation NL B.V. worden handelingen verricht met bronnen van ioniserende straling. Het gaat hierbij om het uitvoeren van:

- Niveau- en dichtheidsmetingen met ingekapselde radioactieve bronnen;
- materiaalanalyse met een röntgentoestel;
- het voorhanden hebben van open bronnen in de vorm van natuurlijke radioactieve stoffen (NORM) in de installatie en;
- het voorhanden hebben van open bronnen in de vorm van kunstmatige activiteit in vliegass.

Om aantoonbaar te maken dat de dosislimieten voor de werknemers van RWE Generation NL B.V., als gevolg van de handelingen met bronnen van ioniserende straling niet overschreden worden, is een integrale analyse gemaakt voor de reguliere - en potentiële jaardosis en vindt een toetsing plaats of voldoende invulling is gegeven aan het ALARA-principe.

De identificatie van het risico op blootstelling aan ioniserende straling, de bepaling van die blootstelling en de evaluatie van dat risico zijn in overeenstemming met Bijlage A van de Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 vastgelegd in deze risico-inventarisatie en –evaluatie zoals bedoeld in artikel 7.6 van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming en artikel 5 van de Arbeidsomstandighedenwet.

Deze risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E) is tot 5 jaar na 19 juli 2021 geldig of eerder dan de genoemde datum, indien er sprake is van gewijzigde werkmethode of -omstandigheden of stand van de wetenschap, of dat de professionele dienstverlening daartoe aanleiding geeft.

### 1.2 Revisie

- 1 Toevoeging handeling H3e Mengen vliegass

### 1.3 Literatuur

- 1 Kernenergiewet (Kew)
- 2 Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)
- 3 ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Vbs)
- 4 Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Rbs)
- 5 Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 (Rsbb)
- 6 Arbeidsomstandighedenwet
- 7 Handboek radionucliden, A.S. Keeverling Buisman ISBN 90-75441-02-3
- 8 Inleiding tot de stralingshygiëne, A.J.J. Bos, F.S. Draaisma, W.J.C. Okx ISBN 978 90 12 11 905 4
- 9 ICRP Publication 119 ISBN 978-1-4557-5430-4
- 10 Analyseresultaat van de gammaspectrometrische analyse van een monster vliegass, Petten d.d. 14-12-2020, referentie K6218/20.189478 CS/WwdZ/wz/GsP8370/prNKE
- 11 Technical information TI 264F/00/en, radiometric measuring source container QG 020/100, Endress+Hauser
- 12 Shieldings LB 744x operating manual 37624BA2, rev 00 10/2013, Berthold Technologies

## 2 Rechtvaardiging

### 2.1 Ingekapselde bronnen

Er worden handelingen verricht met ingekapselde bronnen ten behoeve van niveau- en dichtheidsmetingen. Voor deze handelingen is een generieke rechtvaardiging vastgelegd in bijlage 2.1 van de Rbs:

| Categorie | Omschrijving           |
|-----------|------------------------|
| I.A.1     | Meet en -regeltechniek |

Voor deze handelingen is een specifieke rechtvaardiging vastgelegd:

Voor de handelingen zijn geen alternatieven beschikbaar waarmee eenzelfde of beter resultaat behaald kan worden. De voordelen die de handelingen met zich meebrengen wegen op tegen de potentiële schade voor mens en milieu.

### 2.2 Open bronnen (NORM)

Er worden handelingen verricht met open bronnen in de vorm van NORM in de installatie ten behoeve van energieopwekking. Voor deze handelingen is een generieke rechtvaardiging vastgelegd in bijlage 2.1 van de Rbs:

| Categorie | Omschrijving     |
|-----------|------------------|
| I.B.2     | Energieopwekking |

Voor deze handelingen is een specifieke rechtvaardiging vastgelegd:

De energieopwekkingscentrale van RWE Generation NL B.V. produceert elektriciteit waarbij onder andere kolen als grondstof worden gebruikt. De kolen bevatten van nature voorkomende radioactieve stoffen uit de reeksen van Uranium-238 (U-238), Uranium-235 (U-235) en Thorium-232 (Th-232) die onder de generieke vrijgavegrenzen vallen. Door het verbrandingsproces in de installatie concentreren de radioactieve stoffen zich op in de installatie. Omdat de kolen op dit moment eenmaal een noodzakelijke grondstof zijn voor het energieopwekkingsproces zijn er geen alternatieven mogelijk.

### 2.3 Open bronnen (kunstmatig)

Er worden handelingen verricht met open bronnen in de vorm van kunstmatige radionucliden in de installatie ten behoeve van energieopwekking. Voor deze handelingen is een generieke rechtvaardiging vastgelegd in bijlage 2.1 van de Rbs:

| Categorie | Omschrijving     |
|-----------|------------------|
| I.B.2     | Energieopwekking |

Voor deze handelingen is een specifieke rechtvaardiging vastgelegd:

Het gebruik van biomassa voor het opwekken van energie en warmte heeft een belangrijk maatschappelijk en politiek doel om in het kader van de energietransitie de samenleving te verduurzamen. Het opwekken van energie en warmte op basis van het gebruik van enkel kolen is geen optie omdat de inzet van biomassa een onmisbaar onderdeel is van de huidige Nederlandse inzet van duurzame energie en omdat in de nabije toekomst de inzet van kolen verboden wordt. De gebruikte biomassa bestaat uit houtresten die vanuit diverse bronnen zoals productiebossen en houtverwerkende industrie, waarvan de toepassing ten behoeve van energieopwekking de enige mogelijkheid is.



De houtresten komen uit diverse delen van de wereld, met name uit gebieden met veel productiebossen en houtverwerkende industrie. Vanwege diverse historische gebeurtenissen waaronder het incident met de kerncentrale van Tsjernobyl in april 1986 en de bovengrondse kernproeven in de Verenigde Staten bevatten de houtresten een wisselende concentratie cesium-137 (Cs-137). Hoewel deze concentratie per regio anders kan zijn blijft de concentratie Cs-137 in de biomassa die wordt gebruikt in Amer-9 altijd onder de generieke vrijgavegrens van 0,1 kBq/kg.

De gebruikte biomassa bestaat voor 0,5 tot 1,5% uit niet-brandbare delen en blijft in de installatie achter als bodem- en vliegias. Vanwege deze aanzienlijke afname in massa neemt hiermee de concentratie Cs-137 in de asresten toe. Bij enkel vliegias komt de concentratie Cs-137 tot een waarde boven de generieke vrijgavegrens van 0,1 kBq/kg [10].

De gevolgen voor mens- en milieu als gevolg van de handelingen met het Cs-137 houdend vliegias zijn dusdanig laag dat de voordelen van het duurzaam opwekken van energie opwegen tegen de minimale potentiële schade voor mens- en milieu.

## 2.4 Röntgentoestel

Er worden handelingen verricht met een röntgentoestel ten behoeve materiaalanalyse. Voor deze handelingen is een generieke rechtvaardiging vastgelegd in bijlage 2.1 van de Rbs:

| Categorie | Omschrijving                                     |
|-----------|--|
| I.C.1     | Analyse en onderzoek d.m.v. ioniserende straling |

Voor deze handelingen is een specifieke rechtvaardiging vastgelegd:

Voor de handelingen zijn geen alternatieven beschikbaar waarmee eenzelfde of beter resultaat behaald kan worden. De voordelen die de handelingen met zich meebrengen wegen op tegen de potentiële schade voor mens en milieu.

### 3 Risico-identificatie

#### 3.1 Eigenschappen van de bronnen van ioniserende straling

In dit hoofdstuk staan de aanwezige bronnen van ioniserende straling en de specifieke eigenschappen van de bronnen van ioniserende straling omschreven.

##### 3.1.1 Ingekapselde bronnen

| Bronhouders |              |                  |         |                  |                                       |
|-------------|--------------|------------------|---------|------------------|---------------------------------------|
| #           | Bronhouder # | Fabrikant        | Type    | Toepassing       | Gemonteerd aan                        |
| 9-7         | 8136 / 1185  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 10<br>91 HFB10 CL 001 |
| 9-8         | 8137 / 1199  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 20<br>91 HFB20 CL 001 |
| 9-9         | 8138 / 1187  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 30<br>91 HFB30 CL 001 |
| 9-10        | 8139 / 1195  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 40<br>91 HFB40 CL 001 |
| 9-11        | 8140 / 1196  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 50<br>91 HFB50 CL 001 |
| 9-12        | 8141 / 1184  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Valschacht KOVO 60<br>91 HFB60 CL 001 |
| 9-13        | 7373 / 116   | Endress + Hauser | QG 100  | Niveaumeting     | Tussenbunker BOI<br>91 ETA01 CL001    |
| 9-14        | 8197 / 1432  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Tussenbunker BOI<br>91 ETA01 CL011    |
| 9-15        | 8198 / 1414  | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Tussenbunker BOI<br>91 ETA01 CL012    |
| 9-16        | 883-4-91     | Berthold         | LB7442D | Dichtheidsmeting | Kalksteensuspensie<br>91 HTK20 CD001  |
| 9-17        | 1591-6-91    | Berthold         | LB7442D | Dichtheidsmeting | Kalkmelksuspensie<br>91 GDN10 CD001   |
| 9-18        | 881-4-91     | Berthold         | LB7442D | Dichtheidsmeting | Gipssuspensie<br>91 HTL10 CD001       |
| 9-19        | 882-4-91     | Berthold         | LB7442D | Dichtheidsmeting | Gipssuspensie91<br>HTM20 CD001        |
| 9-20        | 7429 / 1224  | Endress + Hauser | QG 100  | Niveaumeting     | Kalk silo<br>91 GDN01 CL001           |
| 9-21        | 7475 / 1346  | Endress + Hauser | QG 100  | Niveaumeting     | Kalksteensilo<br>91 HTJ01 CL002       |
| 9-22        | 3909 06850   | Endress + Hauser | QG 020  | Niveaumeting     | Vliegasbunker<br>91 EUA10 CL002       |
| 9-23        | 1102         | Endress + Hauser | QG 100  | Niveaumeting     | Dubbelcycloon 1<br>91 RBJ10 CL001     |
| 9-24        | 0656 06557   | Endress + Hauser | QG 100  | Niveaumeting     | Dubbelcycloon 2<br>91 RBJ20 CL001     |



| Broncapsule |           |            |         |                   |            |
|-------------|-----------|------------|---------|-------------------|------------|
| #           | Bron #    | ISO klasse | Nuclide | Activiteit in MBq | Datum      |
| 9-7         | CP-535    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-8         | CP-534    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-9         | CP-532    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-10        | CP-531    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-11        | CP-530    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-12        | CP-533    | C66646     | Cs-137  | 55,5              | 13-09-1991 |
| 9-13        | DA-591    | C66646     | Cs-137  | 1100              | 22-05-1992 |
| 9-14        | DB-308    | C66646     | Cs-137  | 185               | 29-06-1992 |
| 9-15        | DB-309    | C66646     | Cs-137  | 185               | 29-06-1992 |
| 9-16        | 883-4-91  | C66646     | Cs-137  | 222               | 19-06-1991 |
| 9-17        | 1591-6-91 | C66646     | Cs-137  | 1110              | 09-08-1991 |
| 9-18        | 881-4-91  | C66646     | Cs-137  | 1850              | 19-06-1991 |
| 9-19        | 882-4-91  | C66646     | Cs-137  | 555               | 19-06-1991 |
| 9-20        | DD-958    | C66646     | Cs-137  | 3700              | 12-10-1992 |
| 9-21        | DD-961    | C66646     | Cs-137  | 3700              | 12-10-1992 |
| 9-22        | KP 338    | C66646     | Cs-137  | 370               | 26-11-2002 |
| 9-23        | LB 381    | C66646     | Cs-137  | 1110              | 26-11-2002 |
| 9-24        | LB 380    | C66646     | Cs-137  | 1110              | 26-11-2002 |

De meest relevante uitgezonden straling, met de maximale energie gammastraling en gemiddelde energie voor bètastraling, per desintegratie (becquerel):

#### Cesium-137 (Cs-137)

|                |   |
|----------------|---|
| Bèta           | 173 keV (94,6%)   |
| Gamma          | 662 keV (89,8%)   |
| Halfwaardetijd | 30,25 jaar  |
| Bronconstante  | 0,093 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ |

De dosistempogegevens zijn bepaald aan de hand van de referentieactiviteit en de technische gegevens van de producent [11][12] met behulp van de volgende formule:

$$\dot{H}_{(10)}^* = K \cdot \frac{A}{r^2 \cdot F_s}$$

Waarbij

|                    |   |
|--------------------|---|
| $\dot{H}_{(10)}^*$ | omgevingsdosisequivalenttempo op afstand r in $\mu\text{Sv}/\text{uur}$                               |
| K                  | bronconstante van het desbetreffende nuclide in $\mu\text{Sv}/\text{uur}$ per $\text{MBq}/\text{m}^2$ |
| A                  | bronactiviteit in MBq   |
| r                  | afstand tot aan de bron in meter  |
| $F_s$              | verzwakkingsfactor van de bronhouder [11][12]   |

In tabel 1 zijn de gebruikte gegevens en de dosistempogegevens van de ingekapselde bronnen weergegeven.

| <b>Tabel 1: Dosistempogegevens ingekapselde bronnen</b> |       |      |     |                |                    |
|---|-------|------|-----|----------------|--------------------|
| #   | K     | A    | r   | F <sub>s</sub> | H* <sub>(10)</sub> |
| 9-7   | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-8   | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-9   | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-10  | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-11  | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-12  | 0,093 | 55,5 | 0,5 | 294            | 0,07               |
| 9-13  | 0,093 | 1100 | 0,5 | 3100           | 0,13               |
| 9-14  | 0,093 | 185  | 0,5 | 294            | 0,23               |
| 9-15  | 0,093 | 185  | 0,5 | 294            | 0,23               |
| 9-16  | 0,093 | 222  | 0,5 | 16000          | 0,01               |
| 9-17  | 0,093 | 1110 | 0,5 | 16000          | 0,03               |
| 9-18  | 0,093 | 1850 | 0,5 | 16000          | 0,04               |
| 9-19  | 0,093 | 555  | 0,5 | 16000          | 0,01               |
| 9-20  | 0,093 | 3700 | 0,5 | 3100           | 0,44               |
| 9-21  | 0,093 | 3700 | 0,5 | 3100           | 0,44               |
| 9-22  | 0,093 | 370  | 0,5 | 294            | 0,47               |
| 9-23  | 0,093 | 1110 | 0,5 | 3100           | 0,13               |
| 9-24  | 0,093 | 1110 | 0,5 | 3100           | 0,13               |

Voor de berekening wordt uitgegaan van het hoogste dosistempo op 0,5 meter afstand; 0,47 µSv/uur.

### 3.1.2 Bergplaats

Op basis van artikel 4.8 van de Vbs mag het omgevingsdosisequivalenttempo op 0,1 meter afstand van het bereikbare oppervlak van de bergplaats niet hoger zijn dan 1 µSv/uur. Voor het berekenen van de dosis zal deze waarde worden gehanteerd.

### 3.1.3 Open bronnen (NORM)

In Amer-9 wordt de steenkool, gas en biomassa verstoekt. De rookgassen gaan via de DeNOx installatie, de luchtvoorwarmer (LUVO) en een vliegfilter (E-filter), naar de rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI). Vervolgens gaan de rookgassen naar de schoorsteen. In de installatie vanaf de ketel tot de schoorsteen kunnen radioactieve stoffen zich ophopen. In de ketel en het wasvat van Amer-9 zijn Lood-210+ (Pb-210+) en Radium-226+ (Ra-226+) aangetroffen. Tijdens de normale bedrijfsvoering bevindt het NORM zich altijd in de gesloten installatie(delen). Vanwege de lage energie van de uitgezonden straling en de afscherpende werking van de installatie is de dosisbijdrage als gevolg van externe bestraling door de aanwezigheid van NORM in de installatie verwaarloosbaar laag.

De meest relevante uitgezonden straling, met de maximale energie voor alfa- en gammastraling en gemiddelde energie voor bètastraling, per desintegratie (becquerel):

| <u>Pb-210+</u> |   |
|----------------|---|
| Alpha          | 5297 keV (100%, via Polonium-210 (Po-210))<br>103 keV (100%, via Polonium-210 (Po-210)) |
| Bèta           | 4 keV (80%)<br>16 keV (20%)   |
| Gamma          | 389 keV (100%, via Bismut-210 (Bi-210))<br>46 keV (4%)                                  |
| Halfwaardetijd | 22,3 jaar   |
| Bronconstante  | 0,000 $\mu\text{Sv.m}^2.\text{MBq}^{-1}.\text{h}^{-1}$                                  |

| <u>Ra-226+</u> |   |
|----------------|---|
| Alpha          | 4784 keV (93,84%)<br>4601 keV (6,16%)                 |
| Gamma          | 186 keV (3,53%)                                       |
| Halfwaardetijd | 1600 jaar   |
| Bronconstante  | 0,26 $\mu\text{Sv.m}^2.\text{MBq}^{-1}.\text{h}^{-1}$ |

Vanwege het grote aantal dochternuclide in de Ra-226+ reeks is alleen het moedernuclide opgenomen.

Het maximale dosistempo op 0,1 meter afstand van de NORM-houdende installatiedelen is 0,1  $\mu\text{Sv/uur}$ .

### 3.1.4 Open bronnen (kunstmatig)

De biomassa die in Amer-9 wordt verstoekt bevat, als gevolg van diverse gebeurtenissen uit het verleden, een concentratie Cs-137 die onder de generieke vrijgavegrens valt van 0,1 kBq/kg. De gebruikte biomassa bestaat voor 0,5 tot 1,5% uit niet-brandbare delen en blijft in de installatie achter als bodem- en vliegias. Vanwege deze aanzienlijke afname in massa neemt hiermee de concentratie Cs-137 in de asresten toe. Bij enkel vliegias komt de concentratie Cs-137 tot een waarde boven de generieke vrijgavegrens van 0,1 kBq/kg [10]. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een maximale concentratie van 1 kBq/kg.

De meest relevante uitgezonden straling, met de maximale energie voor gammastraling en gemiddelde energie voor bètastraling, per desintegratie (becquerel):

#### Cs-137

|                |   |
|----------------|---|
| Bèta           | 173 keV (94,6%)   |
| Gamma          | 662 keV (89,8%)   |
| Halfwaardetijd | 30,25 jaar  |
| Bronconstante  | 0,093 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ |

Tijdens de handelingen (zie 3.2) wordt gebruik gemaakt van een asfaltwagen met een laadbak van 6 meter lang, 2,5 meter breed en 2,0 meter hoog waarin maximaal 35 ton vliegias in gestort kan worden. Het maximale dosistempo op 1 meter afstand van de laadbak aan de kant van de chauffeur is gemodelleerd met behulp van MicroShield. Hierbij is vanuit gegaan van een maximaal beladen laadbak met 35 ton vliegias en een concentratie Cs-137 van 1 kBq/kg, in totaal 35 MBq Cs-137.

Uit het resultaat van het model komt een dosistempo van  $3,5\cdot 10^{-3}$  mR/uur wat overeenkomt met  $3,5\cdot 10^{-2}$   $\mu\text{Sv}/\text{uur}$ . Gezien dit zeer lage dosistempo zijn geen verdere berekeningen uitgevoerd voor de chauffeur ten gevolge van externe bestraling. De resultaten van het model zijn terug te vinden in bijlage 3.

Vliegias dat ontstaat door de verbranding in de ketel wordt door vliegiasafvangsers gescheiden en opgeslagen in vier opslagsilo's in het Vliegias gebouw AC 9. Gezien dit allemaal gesloten installatiedelen zijn is een lozing naar de omgeving niet mogelijk. De vier cilindervormige opslagsilo's hebben een opslagcapaciteit van 1.000 ton droge vliegias en diameter van  $\pm 8$  meter en een hoogte van  $\pm 15$  meter.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van MicroShield waarbij wordt uitgegaan van vier volledig gevulde opslagsilo's met vliegias met een concentratie Cs-137 van 1 kBq/kg. Met behulp van MicroShield is het dosistempo op 1 meter van het oppervlak van de silo's gemodelleerd. Deze berekeningen staan in bijlage 4.

Uit het resultaat van het model komt een dosistempo van  $7,8\cdot 10^{-3}$  mR/uur wat overeenkomt met  $7,8\cdot 10^{-2}$   $\mu\text{Sv}/\text{uur}$ . Gezien dit zeer lage dosistempo zijn geen verdere berekeningen uitgevoerd voor de chauffeur ten gevolge van externe bestraling. De resultaten van het model zijn terug te vinden in bijlage 3.

### 3.1.5 Röntgentoestel

| <b>Toestel</b>      |        |             |          |              |
|---------------------|--------|-------------|----------|--------------|
| Fabrikant           | Type   | Serienummer | Bouwjaar | Locatie      |
| Malvern Panalytical | Zetium | DY3207      | -        | Chemisch Lab |

| <b>Buis</b> |      |             |                   |                 |
|-------------|------|-------------|-------------------|-----------------|
| Fabrikant   | Type | Serienummer | Max. Hoogspanning | Max. Buisstroom |
| -           | -    | -           | 60 kV             | 60 mA           |

Op basis van artikel 4.5 van de Vbs mag het omgevingsdosisequivalenttempo op 0,1 meter afstand aan de bereikbare zijde van het toestel niet hoger zijn dan 1  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$ . Hoewel tijdens de acceptatietest aangetoond is dat aan de buitenzijde van het toestel geen significante verhoging ten opzichte van de achtergrondstraling gemeten is zal de waarde van 1  $\mu\text{Sv}/\text{uur}$  gebruikt worden voor de berekeningen.

## 3.2 Handelingen met de bronnen van ioniserende straling

De gegevens betreffende de handelingen zijn afkomstig van RWE Generation NL B.V. en geordend door de stralingsbeschermingsdeskundige. Tenzij anders vermeld wordt voor de dosisberekeningen uitgegaan van 250 werkdagen of 2000 uur en dat eenzelfde medewerker gedurende het gehele kalenderjaar de handelingen uitvoert.

### 3.2.1 H1: Handelingen met ingekapselde bronnen

Handeling H1a: Lopen van een controleronde door de installatie door Operator 1

Een operator loopt dagelijks tijdens een controleronde door de procesinstallatie waarbij het lichaam, de ogen en extremiteiten zich, gedurende maximaal 1 minuut per bron (in totaal 18 stuks), op 2 meter afstand nabij elke bronhouder bevindt.

Handeling H1b: Controle van de astrog door Operator 2

Een operator loopt dagelijks tweemaal langs de astrog voor controle. Afhankelijk van de situatie dient de astrog toegankelijk gemaakt te worden. Op basis van ervaring wordt voor de berekeningen uitgegaan van een tijdsduur van 2 uur waarbij het lichaam, de ogen en extremiteiten zich op 2 meter van de bronhouder bevinden.

Handeling H1c: Verblijf in de controlekamer van Operator 1

De overige tijd verblijft de operator in de controlekamer. Hierbij wordt uitgegaan dat het lichaam, de ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 10 meter van de bronnen bevinden. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de bron met het hoogste dosistempo op 0,5 meter afstand.

Handeling H1d: Verblijf in de controlekamer van Operator 2

De overige tijd verblijft de operator in de controlekamer. Hierbij wordt uitgegaan dat het lichaam, de ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 10 meter van de bronnen bevinden. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de bron met het hoogste dosistempo op 0,5 meter afstand.

Handeling H1e: Sluiten en openen van de bronhouder door een operator

Voorafgaand aan de demontage wordt de sluiting van de bronhouder gesloten en na montage geopend waarbij het lichaam en de ogen van de operator zich op minimaal 0,3 meter afstand bevindt van de bron. De extremiteiten bevinden zich tijdens de handelingen op minimaal 0,1 meter afstand van de bron. Het sluiten én openen van de bronhouder duurt in totaal 2 minuten.

De demontage van de bron, transport van en naar de bergplaats en montage van de bron wordt door een derde partij uitgevoerd en derhalve zijn deze handelingen niet meegenomen in de dosisberekeningen voor de werknemers van RWE Generation NL B.V.

Handeling H1f: Werkzaamheden van de TD Monteur

De TD monteur voert diverse werkzaamheden uit in de centrale. Hierbij wordt uitgegaan dat het lichaam, de ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 5 meter van de bronnen bevinden.



### 3.2.2 H2: Handelingen met open bronnen (NORM)

Handeling H2a: Lopen van een controleronde door de installatie door operator 1

Een operator loopt dagelijks voor controles, zie ook handeling H1a. Hierbij passeer de operator de ketel en het wasvat waarin zich NORM bevindt. De passage van de ketel en het wasvat duurt maximaal 18 minuten waarbij het lichaam, ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 2 meter afstand van de ketel en/of het wasvat bevinden. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een frequentie van 250 keer per jaar.

Handeling H2b: Controle van de astrog door operator 2

Een operator loopt dagelijks tweemaal langs de astrog voor controle, zie ook handeling H1b. Afhankelijk van de situatie dient de astrog toegankelijk gemaakt te worden. Op basis van ervaring wordt voor de berekeningen uitgegaan van een tijdsduur van 2 uur waarbij het lichaam, de ogen en extremiteiten zich op 5 meter van de ketel bevinden. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een frequentie van 250 keer per jaar.

### 3.2.3 H3: Handelingen met open bronnen (kunstmatig)

Voor de handelingen met vliegias is een tijdsinschatting gemaakt van de vliegiasbelasting per medewerker per jaar. Door de hoger veiligheidskundige van RWE Generation NL B.V., Dhr. A. Wirken, is een inschatting gemaakt van het aantal uur per jaar dat een medewerker in contact kan komen met vliegias. Deze handelingen betreffen diverse werkzaamheden die specifiek bij de taakomschrijving van de medewerker horen.

H3a: Overpompen van vliegias vanuit opslagsilo's naar tank- of vrachtwagen.

Het aantal uur dat een brandhulp- en reststoffen medewerker hiermee bezig is wordt geschat op 26 uur per jaar.

H3b: Bedienen, bewaken en vrijmaken van de installatie

Het aantal uur dat een operator hiermee bezig is wordt geschat op 5,2 uur per jaar.

H3c: Onderhouden van de installatie

Het aantal uur dat een TD monteur hiermee bezig is wordt geschat op 112 uur per jaar.

H3d: Nemen van vliegiasmonsters ten behoeve van analyse

Het aantal uur dat een analist hiermee bezig is wordt geschat op 86 uur per jaar.

H3e: Het mengen van vliegias tot onder de vrijgavegrens, enkel ten behoeve van hergebruik of recycling.

Het aantal uur dat een reststoffen medewerker hiermee bezig is wordt geschat op 273 uur per jaar.

Voor de berekeningen wordt hierbij uitgegaan van een worst-case scenario van een vliegiasconcentratie van maximaal 3600 mg/m<sup>3</sup> en een concentratie Cs-137 in de vliegias van 1 kBq/kg.

Wanneer uit analyse blijkt dat het droge vliegias in de opslagsilo's een concentratie Cs-137 bevat boven de generieke vrijgavegrens zal dit vliegias nat worden opgeslagen op het vliegiassterrein.

Droge vliegias stroomt aan de onderkant van de silo rechtstreeks in een onderaan de silo bevestigde bevochtigingskast. In deze gesloten kast wordt de vliegias bevochtigd door vier rijen sproeiers, waarbij de vliegias door middel van een woeler zodanig wordt geroerd dat alle deeltjes vochtig worden. Met een wormwiel wordt de natte vliegias dan uit de bevochtigingskast gedraaid en valt in de vrachtwagen onder de uitloop van deze kast.

De vrachtwagens waarmee maximaal 35 ton natte vliegias naar het opslagterrein wordt gereden zijn van het type 'asfaltwagen', dat wil zeggen dat de laadbak is uitgevoerd met deksels, die tijdens het rijden gesloten zijn. De chauffeur blijft tijdens het beladen en tijdens het lossen in de cabine zitten. Deze cabine is uitgevoerd als overdrukcabine met filter.

De kans de chauffeurs die betrokken zijn met het de handelingen met het natte vliegias in contact komen is nihil en derhalve zijn geen verdere dosisberekeningen uitgevoerd voor inhalatie.

### 3.2.4 H4: Handelingen met het röntgentoestel

Handeling H4a: Analyse door een analist

Een analist voert per met het röntgentoestel een analyse uit waarbij het lichaam, de ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 0,5 meter afstand van de bron bevinden. Hierbij wordt uitgegaan van een tijdsduur van 1 uur per meting en 250 metingen per jaar.

Handeling H4b: Overige werkzaamheden analist

Een analist voert overige werkzaamheden uit waarbij het lichaam, ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 5 meter afstand van het toestel bevinden. Hierbij wordt uitgegaan van een tijdsduur van 1750 uur per jaar.

### 3.2.5 H5: Handelingen van Overige medewerkers

Handeling H5: Overige werkzaamheden

Overige medewerkers voeren in de dagelijkse praktijk diverse overige werkzaamheden uit waarbij het lichaam, de ogen en extremiteiten zich altijd op minimaal 25 meter afstand van de bron bevinden gedurende 8 uur per dag en 250 dagen per jaar. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de bron met het hoogste dosistempo op 0,5 meter afstand.

### 3.2.6 Overzicht van de handelingen

In de onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van alle handelingen bij RWE Generation NL B.V.

| Handeling | Werknemer                           | Omschrijving   |
|-----------|-------------------------------------|--|
| H1a       | Operator 1                          | Lopen van een controleronde  |
| H1b       | Operator 2                          | Controle van de astrog   |
| H1c       | Operator 1                          | Verblijf in de controlekamer   |
| H1d       | Operator 2                          | Verblijf in de controlekamer   |
| H1e       | Operator 1                          | Sluiten en openen van de bronhouder                                    |
| H1f       | TD monteur                          | Diverse werkzaamheden  |
| H2a       | Operator 1                          | Lopen van een controleronde  |
| H2b       | Operator 2                          | Controle van de astrog   |
| H3a       | Brandhulp en reststoffen medewerker | Overpompen van vliegias vanuit opslagsilo's naar tank- of vrachtwagen. |
| H3b       | Operator                            | Bedienen, bewaken en vrijmaken van de installatie                      |
| H3c       | TD monteur                          | Onderhouden van de installatie   |
| H3d       | Analist                             | Nemen van vliegiasmonsters en het analyseren hiervan                   |
| H3e       | Brandhulp en reststoffen medewerker | Het mengen van vliegias tot onder de vrijgavegrens                     |
| H4a       | Analist                             | Analyse met het röntgentoestel   |
| H4b       | Analist                             | Overige werkzaamheden  |

|    |                    |                       |
|----|--------------------|-----------------------|
| H5 | Overige werknemers | Diverse werkzaamheden |
|----|--------------------|-----------------------|

### 3.3 Locaties van de handelingen

De handelingen vinden plaats binnen de locatie van RWE Generation NL B.V. gelegen aan Amerweg 1 te Geertruidenberg.

### 3.4 Blootstellingspaden van ioniserende straling

Het blootstellingspad voor de reguliere handelingen met ingekapselde bronnen, het röntgentoestel en de werkzaamheden rondom de NORM-houdende installatie is externe bestraling. De blootstellingspaden huidbesmetting, ingestie en inhalatie zijn hierbij niet aan de orde.

Het blootstellingspad voor de reguliere handelingen met het vlieggas is inhalatie. De blootstellingspaden huidbesmetting en ingestie zijn hierbij niet aan de orde. Vanwege de lage concentratie radioactieve stoffen in het vlieggas is het blootstellingspad externe blootstelling niet aan de orde.

### 3.5 Voorziene onbedoelde gebeurtenissen

Omdat het ondanks de getroffen maatregelen mogelijk is om een dosis op te lopen zijn de onderstaande voorziene onbedoelde gebeurtenissen vastgelegd.

Gebeurtenis G1: Werkzaamheden in de primaire bundel door een TD monteur

Bij dit scenario moet worden gedacht dat ondanks de getroffen maatregelen werkzaamheden in de primaire bundel worden uitgevoerd. De maximale duur van de werkzaamheden in de primaire bundel wordt geschat op 2 minuten waarbij het lichaam, extremiteiten en de ogen zich op 0,5 meter van de bron bevindt. Het stralingsniveau op 1 meter afstand van de bron in de directe bundel van een Cs-137 bron met een activiteit van 3,7 GBq is circa 344  $\mu$ Sv/uur.

#### 3.5.1 Overzicht voorziene onbedoelde gebeurtenissen

In de onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de voorziende onbedoelde gebeurtenissen bij RWE Generation NL B.V.

| Gebeurtenis | Werknemer  | Omschrijving  |
|-------------|------------|---|
| G1          | TD monteur | Her verrichten van handelingen in de primaire bundel (Cs-137) |

#### 3.5.2 Stralingsincident, ongeval of radiologische noodsituatie

Blootstellingssituaties die niet onder de reguliere handelingen en/of voorziende onbedoelde gebeurtenissen vallen worden gezien als een incident.

Bij een stralingsincident worden direct zodanige maatregelen getroffen, dat (verdergaande) besmetting en/of blootstelling van personen wordt tegengegaan.

Een stralingsincident, ongeval of radiologische noodsituatie wordt direct gemeld bij: het Meld- en informatiecentrum (088-4890500), dat 24 uur per bereikbaar is. Meldingen kunnen ook via de volgende website worden gedaan: <http://www.autoriteitnvs.nl/aanvragen-en-melden/melden-van-incident>

Een overmatige bestraling of een besmetting wordt binnen 24 uur gemeld aan Inspectie-SZW (0800-5151).

## 4 Omschrijving maatregelen tot beperking van de blootstelling

Om de reguliere- en potentiële blootstelling zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te beperken zijn bij RWE Generation NL B.V. de volgende maatregelen getroffen.

### 4.1 Maatregelen aan de bron

#### Ingekapselde bronnen

Er is een indicatie op het sluitmechanisme aanwezig om te zien of het venster van de bronhouder open of dicht staat.

Verder worden de bronnen gemonteerd in zogeheten bronstelen die een extra barrière vormen tegen verspreiding van radioactiviteit. Een potentieel lek zal, gezien de constructie, worden beperkt tot het inwendige van de bronsteel. Hierdoor zal er geen dosisbelasting ontstaan voor de medewerkers als gevolg van huidbesmetting en ingestie.

Door het uitvoeren van jaarlijkse lekcontroles zal het begin van een potentiële besmetting "snel" worden opgemerkt en in omvang worden beperkt. Indien een besmetting aan de buitenzijde van de bronhouder wordt opgemerkt zal dit als incident gemeld worden.

De constructie van de bronhouder met de ingekapselde radioactieve stoffen is van dien aard dat de stralingsbelasting naar de omgeving zo laag als redelijkerwijs mogelijk is.

De primaire bundel is dusdanig afgeschermd dat het niet mogelijk is om met de extremiteiten de primaire bundel te bereiken.

#### Open bronnen (NORM)

Tijdens normaal bedrijf is de installatie gesloten.

#### Open bronnen (kunstmatig)

Het vlieggas wordt bevochtigd waardoor het verwaaien van vlieggas niet mogelijk is.

#### Röntgentoestel

De primaire bundel is dusdanig afgeschermd dat het niet mogelijk is om met de extremiteiten de primaire bundel te bereiken.

Het bedieningspaneel is voorzien van een sleutel die het röntgentoestel kan in- en uitschakelen.

Het röntgentoestel is voorzien van een noodstop die de hoogspanning van de röntgenbuis uitschakelt.

### 4.2 Maatregelen aan de werkplek

Op of in de directe nabijheid van de bronnen zijn waarschuwingssymbolen aangebracht.

Jaarlijks vindt een controle van de meetopstelling en de beveiligingen op een deugdelijke werking plaats. Daarbij worden de afscherming en de stralingsniveaus op diverse posities rondom de bronnen gecontroleerd.

### 4.3 Organisatorische maatregelen

Aan alle werknemers die met de bronnen werken, worden instructies verstrekt. Deze zijn toegespitst op de te verrichten handelingen en op de werkplek. Dit geldt voor werknemers die de handeling uitvoeren en voor werknemers die daarbij betrokken zijn en voor werknemers die door de handelingen kunnen worden blootgesteld. Hiervoor dient door de medewerker te worden getekend voor ontvangst en begrepen. De registratie hiervan wordt in een Kernenergiewet dossier opgeslagen.

Er wordt gebruik gemaakt van een externe stralingsbeschermingsdeskundige middels een overeenkomst met Applus+ RTD.



## 5 Bepaling van de blootstelling

### 5.1 Dosisberekeningen

De dosis als gevolg van de reguliere- en potentiële blootstelling worden bepaald aan de hand van de formules in dit hoofdstuk. De blootstellingspaden worden per bron (nuclide/toestel/etc) bepaald en wanneer nodig gesommeerd.

#### 5.1.1 Externe bestraling

De dosis als gevolg van externe bestraling wordt berekend aan de hand van de onderstaande formule:

$$E_{extern} = H_{(10)}^* \cdot t_x \cdot f_x \cdot e^{-\mu d} \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

Waarbij:

|              |   |
|--------------|---|
| $H_{(10)}^*$ | Omgevingsdosisequivalenttempo op punt $r_1$ in $\mu\text{Sv}$ per uur |
| $t_x$        | Tijdsduur per handeling in uur  |
| $f_x$        | Frequentie van de handeling per jaar                                  |
| $e^{-\mu d}$ | Afschermingsfactor ( $e^{-2\text{rd}}$ bij neutronenstraling)         |
| $r_1$        | afstand tot de bron in meter  |
| $r_2$        | afstand van de bron tot aan de medewerker                             |

#### 5.1.2 Inhalatie

Om de totale activiteit die door middel van inhalatie is opgenomen in het lichaam te bepalen is gebruik gemaakt van onderstaande formule:

$$A_{inhalatie,i} = C_{lucht} \cdot A_{c,i} \cdot A_{long} \cdot t$$

Waarbij

|             |   |
|-------------|---|
| $C_{lucht}$ | Stofconcentratie in de lucht in $\text{g}/\text{m}^3$           |
| $A_{c,i}$   | Activiteitsconcentratie van nuclide $i$ in $\text{Bq}/\text{g}$ |
| $A_{long}$  | Ademvolumetempo in $\text{m}^3/\text{uur}$                      |
| $t$         | Blootstellingsduur in uur                                       |

De effectieve volgdosis ten gevolge van inhalatie wordt berekend aan de hand van de gegevens en de onderstaande formule:

$$E_{inhalatie} = \sum_i e_{(50)(w),inhalatie,i} \cdot A_{inhalatie,i}$$

Waarbij:

|                           |   |
|---------------------------|---|
| $e_{(50)(w),inhalatie,i}$ | Effectieve volgdosis over 50 jaar voor werknemers als gevolg van inhalatie in $\text{Sv}/\text{Bq}$ van nuclide $i$ |
| $A_{inhalatie,i}$         | Activiteit die door middel van inhalatie is opgenomen in het lichaam van nuclide $i$                                |

### 5.1.3 Afschermingsfactoren

In het kader van de identificatie van de blootgestelde werknemers en in de indeling van de blootgestelde werknemers in categorie A of B wordt de afschermende werking van persoonlijke beschermingsmiddelen niet meegenomen bij de bepaling van de reguliere en potentiële blootstelling van de werknemer. De werkelijke effectieve dosis bij inhalatie zal maximaal 10% zijn van de berekende dosis als gevolg van inhalatie wanneer op een juiste wijze gebruik wordt gemaakt van de FFP3 stofmasker.

Om de totale activiteit die door middel van inhalatie met gebruik van een FFP3 stofmasker is opgenomen in het lichaam te bepalen is gebruik gemaakt van onderstaande formule:

$$A_{inhalatie,i} = C_{lucht} \cdot A_{c,i} \cdot A_{long} \cdot \frac{100 - E_{PBM}}{100} \cdot t$$

Waarbij

|             |   |
|-------------|---|
| $C_{lucht}$ | Stofconcentratie in de lucht in $g/m^3$                     |
| $A_{c,i}$   | Activiteitsconcentratie van nuclide i in Bq/g               |
| $A_{long}$  | Ademvolumetempo in $m^3/uur$                                |
| $E_{PBM}$   | Effect van de persoonlijke beschermingsmiddelen (FFFP3: 90) |
| t           | Blootstellingsduur in uur                                   |

## 5.2 Dosis ten gevolge van de reguliere blootstelling

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor de reguliere blootstelling samengevat.

| <b>Operator 1</b> |   |                                    |   |  |
|-------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                | Extremiteten  |  |
| H1a               | $2,2 \cdot 10^0$                                | $2,2 \cdot 10^0$                   | $2,2 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1c               | $2,3 \cdot 10^0$                                | $2,3 \cdot 10^0$                   | $2,3 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1e               | $4,4 \cdot 10^{-2}$                             | $4,4 \cdot 10^{-2}$                | $3,9 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| H2a               | $2,1 \cdot 10^{-1}$                             | $2,1 \cdot 10^{-1}$                | $2,1 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b>              | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b> | <b><math>5,1 \cdot 10^0</math></b>                  |  |

| <b>Operator 2</b> |   |                                    |   |  |
|-------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                | Extremiteten  |  |
| H1b               | $1,5 \cdot 10^1$                                | $1,5 \cdot 10^1$                   | $1,5 \cdot 10^1$                                    |  |
| H1d               | $1,8 \cdot 10^0$                                | $1,8 \cdot 10^0$                   | $1,8 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1e               | $4,4 \cdot 10^{-2}$                             | $4,4 \cdot 10^{-2}$                | $4,4 \cdot 10^{-2}$                                 |  |
| H2b               | $2,0 \cdot 10^{-2}$                             | $2,0 \cdot 10^{-2}$                | $2,0 \cdot 10^{-2}$                                 |  |
| H3b               | $1,51 \cdot 10^{-1}$                            | -                                  | -   |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>              | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b> | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

| <b>TD monteur</b> |   |                                     |   |  |
|-------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                     | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                 | Extremiteten  |  |
| H1f               | $9,4 \cdot 10^0$                                | $9,4 \cdot 10^0$                    | $9,4 \cdot 10^0$                                    |  |
| H3c               | $3,2 \cdot 10^0$                                | -                                   | -   |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>12,6 \cdot 10^0</math></b>             | <b><math>12,6 \cdot 10^0</math></b> | <b><math>12,6 \cdot 10^1</math></b>                 |  |

| <b>Analist</b> |   |                                    |   |  |
|----------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling      | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                | Lichaam   | Oog                                | Extremiteten  |  |
| H3d            | $2,5 \cdot 10^0$                                | -                                  | -   |  |
| H4a            | $1,0 \cdot 10^0$                                | $1,0 \cdot 10^0$                   | $1,0 \cdot 10^0$                                    |  |
| H4b            | $7,0 \cdot 10^{-1}$                             | $7,0 \cdot 10^{-1}$                | $7,0 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| <b>Totaal</b>  | <b><math>3,5 \cdot 10^0</math></b>              | <b><math>1,1 \cdot 10^0</math></b> | <b><math>1,1 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

| <b>Brandhulp en reststoffen medewerker</b> |   |     |   |  |
|--|---|-----|---|--|
| Handeling                                  | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |     | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|  | Lichaam   | Oog | Extremiteten  |  |
| H3a  | $7,5 \cdot 10^{-1}$                             | -   | -   |  |
| H3e  | $7,9 \cdot 10^0$                                | -   | -   |  |
| <b>Totaal</b>                              | <b><math>8,7 \cdot 10^0</math></b>              | -   | -   |  |

| Overige medewerkers |   |                                       |   |  |
|---------------------|---|---------------------------------------|---|--|
| Handeling           | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                       | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                     | Lichaam   | Oog                                   | Extremititeiten                                     |  |
| H5                  | $3,8 \cdot 10^{-1}$                             | $3,8 \cdot 10^{-1}$                   | $3,8 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| <b>Totaal</b>       | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>           | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b> | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>               |  |

De volledige uitwerking van de berekeningen als gevolg van de reguliere blootstelling staat in bijlage 1.

### 5.3 Dosis ten gevolge van de potentiële blootstelling

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor de potentiële blootstelling samengevat.

| TD Monteur    |   |                                    |   |  |
|---------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling     | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|               | Lichaam   | Oog                                | Extremiteiten                                       |  |
| G1            | $5,9 \cdot 10^1$                                | $5,9 \cdot 10^1$                   | $5,9 \cdot 10^1$                                    |  |
| <b>Totaal</b> | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>              | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b> | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

Om het risico te bepalen kent men aan de waarschijnlijkheid van de onbedoelde gebeurtenis een waarde toe. De kans van de voorziene onbedoelde gebeurtenis wordt geschat op minder dan 1 maal per jaar.

Als blijkt dat de voorziene onbedoelde gebeurtenis eens per jaar of meer kan voorkomen en een effectieve dosis kan veroorzaken die groter is dan fractie 0,1 van de jaarlimiet voor niet blootgestelde werknemers dan moeten, vanuit het ALARA principe, de beschermende maatregelen worden geactualiseerd.

De volledige uitwerking van de berekeningen als gevolg van de potentiële blootstelling staan in bijlage 2.

## 6 Risico-evaluatie

### 6.1 Jaardosis voor de individuele werknemer

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor de reguliere- en potentiële blootstelling samengevat en gesommeerd.

| <b>Operator 1</b> |   |                                    |   |  |
|-------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                | Extremiteiten                                       |  |
| H1a               | $2,2 \cdot 10^0$                                | $2,2 \cdot 10^0$                   | $2,2 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1c               | $2,3 \cdot 10^0$                                | $2,3 \cdot 10^0$                   | $2,3 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1e               | $4,4 \cdot 10^{-2}$                             | $4,4 \cdot 10^{-2}$                | $3,9 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| H2a               | $2,1 \cdot 10^{-1}$                             | $2,1 \cdot 10^{-1}$                | $2,1 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b>              | <b><math>4,7 \cdot 10^0</math></b> | <b><math>5,1 \cdot 10^0</math></b>                  |  |

| <b>Operator 2</b> |   |                                    |   |  |
|-------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                | Extremiteiten                                       |  |
| H1b               | $1,5 \cdot 10^1$                                | $1,5 \cdot 10^1$                   | $1,5 \cdot 10^1$                                    |  |
| H1d               | $1,8 \cdot 10^0$                                | $1,8 \cdot 10^0$                   | $1,8 \cdot 10^0$                                    |  |
| H1e               | $4,4 \cdot 10^{-2}$                             | $4,4 \cdot 10^{-2}$                | $4,4 \cdot 10^{-2}$                                 |  |
| H2b               | $2,0 \cdot 10^{-2}$                             | $2,0 \cdot 10^{-2}$                | $2,0 \cdot 10^{-2}$                                 |  |
| H3b               | $1,51 \cdot 10^{-1}$                            | -                                  | -   |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>              | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b> | <b><math>1,7 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

| <b>TD monteur</b> |   |                                    |   |  |
|-------------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling         | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                   | Lichaam   | Oog                                | Extremiteiten                                       |  |
| H1f               | $9,4 \cdot 10^0$                                | $9,4 \cdot 10^0$                   | $9,4 \cdot 10^0$                                    |  |
| H3c               | $3,2 \cdot 10^0$                                | -                                  | -   |  |
| G1                | $4,6 \cdot 10^1$                                | $4,6 \cdot 10^1$                   | $4,6 \cdot 10^1$                                    |  |
| <b>Totaal</b>     | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>              | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b> | <b><math>5,9 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

| <b>Analist</b> |   |                                    |   |  |
|----------------|---|------------------------------------|---|--|
| Handeling      | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                    | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                | Lichaam   | Oog                                | Extremiteiten                                       |  |
| H3d            | $2,5 \cdot 10^0$                                | -                                  | -   |  |
| H4a            | $1,0 \cdot 10^0$                                | $1,0 \cdot 10^0$                   | $1,0 \cdot 10^0$                                    |  |
| H4b            | $7,0 \cdot 10^{-1}$                             | $7,0 \cdot 10^{-1}$                | $7,0 \cdot 10^{-1}$                                 |  |
| <b>Totaal</b>  | <b><math>3,5 \cdot 10^0</math></b>              | <b><math>1,1 \cdot 10^0</math></b> | <b><math>1,1 \cdot 10^1</math></b>                  |  |

| <b>Brandhulp en reststoffen medewerker</b> |   |     |   |  |
|--|---|-----|---|--|
| Handeling                                  | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |     | Equivalentente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|  | Lichaam   | Oog | Extremiteiten                                       |  |
| H3a  | $7,5 \cdot 10^{-1}$                             | -   | -   |  |
| H3e  | $7,9 \cdot 10^0$                                | -   | -   |  |
| <b>Totaal</b>                              | <b><math>8,7 \cdot 10^0</math></b>              | -   | -   |  |



| Overige medewerkers |   |                                       |  |  |
|---------------------|---|---------------------------------------|--|--|
| Handeling           | Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |                                       | Equivalente dosis [ $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$ ] |  |
|                     | Lichaam   | Oog                                   | Extremiteten                                     |  |
| H5                  | $3,8 \cdot 10^{-1}$                             | $3,8 \cdot 10^{-1}$                   | $3,8 \cdot 10^{-1}$                              |  |
| <b>Totaal</b>       | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>           | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b> | <b><math>3,8 \cdot 10^{-1}</math></b>            |  |

## 6.2 Identificatie en indeling van de individuele werknemer

Omdat de dosislimiet van 1 mSv/jaar voor werknemers niet wordt overschreden is het niet noodzakelijk werknemers in te delen als blootgestelde werknemer.

## 6.3 Identificatie en indeling van ruimtes

Op basis van de resultaten is het niet noodzakelijk ruimtes in te delen als bewaakte- of gecontroleerde zone.

## **7 Toetsing aan ALARA**

### **7.1 Rechtvaardiging**

De handelingen met bronnen van ioniserende straling bij RWE Generation NL B.V. zijn zowel generiek- als specifiek gerechtvaardigd.

### **7.2 Optimalisatie**

Gezien de lage dosiswaarden, de genomen maatregelen en veiligheidsprocedures is voldoende invulling gegeven aan de optimalisatie van de handelingen met de bronnen van ioniserende straling. Er is geen noodzaak om de getroffen maatregelen verder aan te passen.

### **7.3 Limitering**

Op basis van de resultaten is het niet te verwachten dat de wettelijke limieten voor niet blootgesteld medewerkers worden overschreden.

Op basis van de resultaten is het noodzakelijk om medewerkers in te delen als blootgesteld werknemer categorie A/B.

### **7.4 Dosisbeperking**

De handelingen bij RWE Generation NL B.V. vinden plaats conform procedures en zijn vastgelegd in instructies. Gezien de lage jaardosis voor de medewerkers en het niet actief monitoren van de opgelopen dosis is het bepalen van een waarde voor dosisbeperkende maatregelen niet mogelijk.

## Bijlage 1: Uitwerkingen berekeningen reguliere blootstelling

**Handeling H1a** : Lopen van een controleronde door de installatie

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: Ingekapselde bronnen</b> |                          |                     |
|-------------------------------|--------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b>       | <b>Equivalente dosis</b> |                     |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>                | <b>Ogen</b>              | <b>Extremiteten</b> |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | μSv/uur         | 0,47                          | 0,47                     | 0,47                |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 0,30                          | 0,30                     | 0,30                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250                           | 250                      | 250                 |
| Afschermingsfactor            | μ      | m-1             | 0                             | 0                        | 0                   |
|                               | d      | m               | 0                             | 0                        | 0                   |
|                               | e-μd   | -               | 1                             | 1                        | 1                   |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,5                           | 0,5                      | 0,5                 |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 2                             | 2                        | 2                   |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>μSv</b>      | <b>2,2E+00</b>                | <b>2,2E+00</b>           | <b>2,2E+00</b>      |

**Handeling H1b** : Controle van de astrog

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: Ingekapselde bronnen</b> |                          |                     |
|-------------------------------|--------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b>       | <b>Equivalente dosis</b> |                     |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>                | <b>Ogen</b>              | <b>Extremiteten</b> |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | μSv/uur         | 0,47                          | 0,47                     | 0,47                |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 2,00                          | 2,00                     | 2,00                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250                           | 250                      | 250                 |
| Afschermingsfactor            | μ      | m-1             | 0                             | 0                        | 0                   |
|                               | d      | m               | 0                             | 0                        | 0                   |
|                               | e-μd   | -               | 1                             | 1                        | 1                   |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,5                           | 0,5                      | 0,5                 |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 2                             | 2                        | 2                   |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>μSv</b>      | <b>1,5E+01</b>                | <b>1,5E+01</b>           | <b>1,5E+01</b>      |

**Handeling H1c** : Verblijf in de controlekamer**Omschrijving bron** : Ingekapselde bronnen / NORM in de installatie

|                               |        |                 | Effectieve dosis |                |                |
|-------------------------------|--------|-----------------|------------------|----------------|----------------|
|                               |        |                 | Lichaam          | Ogen           | Extremiteten   |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         | 0,47             | 0,47           | 0,47           |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 7,70             | 7,70           | 7,70           |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250              | 250            | 250            |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             | 0                | 0              | 0              |
|                               | d      | m               | 0                | 0              | 0              |
|                               | e-µd   | -               | 1                | 1              | 1              |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,5              | 0,5            | 0,5            |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 10               | 10             | 10             |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      | <b>2,3E+00</b>   | <b>2,3E+00</b> | <b>2,3E+00</b> |

**Handeling H1d** : Verblijf in de controlekamer**Omschrijving bron** : Ingekapselde bronnen / NORM in de installatie

|                               |        |                 | Effectieve dosis |                |                |
|-------------------------------|--------|-----------------|------------------|----------------|----------------|
|                               |        |                 | Lichaam          | Ogen           | Extremiteten   |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         | 0,47             | 0,47           | 0,47           |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 6,00             | 6,00           | 6,00           |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250              | 250            | 250            |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             | 0                | 0              | 0              |
|                               | d      | m               | 0                | 0              | 0              |
|                               | e-µd   | -               | 1                | 1              | 1              |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,5              | 0,5            | 0,5            |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 10               | 10             | 10             |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      | <b>1,8E+00</b>   | <b>1,8E+00</b> | <b>1,8E+00</b> |

**Handeling H1e** : Sluiten en openen van de bronhouder

| Omschrijving bron             | :      | Toestel         | Assistent | Effectieve dosis |                |                |
|-------------------------------|--------|-----------------|-----------|------------------|----------------|----------------|
|                               |        |                 |           | Lichaam          | Ogen           | Extremiteten   |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         |           | 0,47             | 0,47           | 0,47           |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             |           | 0,03             | 0,03           | 0,03           |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar |           | 1                | 1              | 1              |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             |           | 0                | 0              | 0              |
|                               | d      | m               |           | 0                | 0              | 0              |
|                               | e-µd   | -               |           | 1                | 1              | 1              |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           |           | 0,5              | 0,5            | 0,5            |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           |           | 0,3              | 0,3            | 0,1            |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      |           | <b>4,4E-02</b>   | <b>4,4E-02</b> | <b>3,9E-01</b> |

**Handeling H1f** : Werkzaamheden TD monteur

| Omschrijving bron             | :      | Toestel         | Assistent | Effectieve dosis |                |                |
|-------------------------------|--------|-----------------|-----------|------------------|----------------|----------------|
|                               |        |                 |           | Lichaam          | Ogen           | Extremiteten   |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         |           | 0,47             | 0,47           | 0,47           |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             |           | 8,00             | 8,00           | 8,00           |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar |           | 250              | 250            | 250            |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             |           | 0                | 0              | 0              |
|                               | d      | m               |           | 0                | 0              | 0              |
|                               | e-µd   | -               |           | 1                | 1              | 1              |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           |           | 0,5              | 0,5            | 0,5            |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           |           | 5                | 5              | 5              |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      |           | <b>9,4E+00</b>   | <b>9,4E+00</b> | <b>9,4E+00</b> |

**Handeling H2a** : Lopen van een controleronde door de installatie

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: NORM in de installatie</b> |                          |                     |
|-------------------------------|--------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b>         | <b>Equivalente dosis</b> |                     |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>                  | <b>Ogen</b>              | <b>Extremiteten</b> |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         | 0,1                             | 0,1                      | 0,1                 |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 3,33                            | 3,33                     | 3,33                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250                             | 250                      | 250                 |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             | 0                               | 0                        | 0                   |
|                               | d      | m               | 0                               | 0                        | 0                   |
|                               | e-µd   | -               | 1                               | 1                        | 1                   |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,1                             | 0,1                      | 0,1                 |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 2                               | 2                        | 2                   |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      | <b>2,1E-01</b>                  | <b>2,1E-01</b>           | <b>2,1E-01</b>      |

**Handeling H2b** : Controle van de astrog

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: NORM in de installatie</b> |                          |                     |
|-------------------------------|--------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b>         | <b>Equivalente dosis</b> |                     |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>                  | <b>Ogen</b>              | <b>Extremiteten</b> |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | µSv/uur         | 0,1                             | 0,1                      | 0,1                 |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 2,00                            | 2,00                     | 2,00                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250                             | 250                      | 250                 |
| Afschermingsfactor            | µ      | m-1             | 0                               | 0                        | 0                   |
|                               | d      | m               | 0                               | 0                        | 0                   |
|                               | e-µd   | -               | 1                               | 1                        | 1                   |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,1                             | 0,1                      | 0,1                 |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 5                               | 5                        | 5                   |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>µSv</b>      | <b>2,0E-02</b>                  | <b>2,0E-02</b>           | <b>2,0E-02</b>      |



**Handeling H3a** : Overpompen van vliegas

|                                      |                        |                     |  | <b>Cs-137+</b>  |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|--|-----------------|
| Stofconcentratie in de lucht         | Clucht                 | g/m <sup>3</sup>    |  | 3,60            |
| Activiteitsconcentratie              | A,c,i                  | Bq/g                |  | 1               |
| Ademvolumetempo                      | Along                  | m <sup>3</sup> /uur |  | 1,2             |
| Blootstellingsduur                   | t                      | uur                 |  | 26              |
| Geinhaleerde activiteit              | A <sub>inhalatie</sub> | Bq                  |  | 112             |
| Effectieve volgdosis                 | e(50)(w),inhalatie     | Sv/Bq               |  | 6,70E-09        |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>Sv</b>           |  | <b>7,53E-07</b> |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>μSv</b>          |  | <b>7,53E-01</b> |
| <b>E<sub>inhalatie,met PBM</sub></b> |                        | <b>μSv</b>          |  | <b>7,53E-02</b> |

**Handeling H3b** : Bedienen, bewaken en vrijmaken van de installatie

|                                      |                        |                     |  | <b>Cs-137+</b>  |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|--|-----------------|
| Stofconcentratie in de lucht         | Clucht                 | g/m <sup>3</sup>    |  | 3,60            |
| Activiteitsconcentratie              | A,c,i                  | Bq/g                |  | 1               |
| Ademvolumetempo                      | Along                  | m <sup>3</sup> /uur |  | 1,2             |
| Blootstellingsduur                   | t                      | uur                 |  | 5,2             |
| Geinhaleerde activiteit              | A <sub>inhalatie</sub> | Bq                  |  | 22              |
| Effectieve volgdosis                 | e(50)(w),inhalatie     | Sv/Bq               |  | 6,70E-09        |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>Sv</b>           |  | <b>1,51E-07</b> |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>μSv</b>          |  | <b>1,51E-01</b> |
| <b>E<sub>inhalatie,met PBM</sub></b> |                        | <b>μSv</b>          |  | <b>1,51E-02</b> |

**Handeling H3c** : Onderhouden van de installatie

|                                      |                        |                     |                        |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Stofconcentratie in de lucht         | Clucht                 | g/m <sup>3</sup>    | <b>Cs-137+</b><br>3,60 |
| Activiteitsconcentratie              | A,c,i                  | Bq/g                | 1                      |
| Ademvolumetempo                      | Along                  | m <sup>3</sup> /uur | 1,2                    |
| Blootstellingsduur                   | t                      | uur                 | 112                    |
| Geinhaleerde activiteit              | A <sub>inhalatie</sub> | Bq                  | 483,84                 |
| Effectieve volgdozis                 | e(50)(w),inhalatie     | Sv/Bq               | 6,70E-09               |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>Sv</b>           | <b>3,24E-06</b>        |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>μSv</b>          | <b>3,24E+00</b>        |
| <b>E<sub>inhalatie,met PBM</sub></b> |                        | <b>μSv</b>          | <b>3,24E-01</b>        |

**Handeling H3d** : Nemen van vliegasmonteater ten behoeve van analyse

|                                      |                        |                     |                        |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Stofconcentratie in de lucht         | Clucht                 | g/m <sup>3</sup>    | <b>Cs-137+</b><br>3,60 |
| Activiteitsconcentratie              | A,c,i                  | Bq/g                | 1                      |
| Ademvolumetempo                      | Along                  | m <sup>3</sup> /uur | 1,2                    |
| Blootstellingsduur                   | t                      | uur                 | 86                     |
| Geinhaleerde activiteit              | A <sub>inhalatie</sub> | Bq                  | 371,52                 |
| Effectieve volgdozis                 | e(50)(w),inhalatie     | Sv/Bq               | 6,70E-09               |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>Sv</b>           | <b>2,49E-06</b>        |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>         |                        | <b>μSv</b>          | <b>2,49E+00</b>        |
| <b>E<sub>inhalatie,met PBM</sub></b> |                        | <b>μSv</b>          | <b>2,49E-01</b>        |

**Handeling H3e** : Het mengen van vliegias

| <b>Omschrijving bron</b>            |                        | <b>: Stof</b>       |                |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------|
|                                     |                        |                     | <b>Cs-137+</b> |
| Stofconcentratie in de lucht        | Clucht                 | g/m <sup>3</sup>    | 3,6            |
| Activiteitsconcentratie             | A,c,i                  | Bq/g                | 1              |
| Ademvolumetempo                     | Along                  | m <sup>3</sup> /uur | 1,2            |
| Blootstellingsduur                  | t                      | uur                 | 273            |
| Geinhaleerde activiteit             | A <sub>inhalatie</sub> | Bq                  | 1,2E+03        |
| Effectieve volgdozis                | e(50)(w),inhalatie     | Sv/Bq               | 6,7E-09        |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>        |                        | <b>Sv</b>           | <b>7,9E-06</b> |
| <b>E<sub>inhalatie</sub></b>        |                        | <b>μSv</b>          | <b>7,9E+00</b> |
| <b>E<sub>inhalatie,totaal</sub></b> |                        | <b>μSv</b>          | <b>7,9E+00</b> |

**Handeling H4a** : Analyse door de analist

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: Toestel</b>        |                |                          |                |
|-------------------------------|--------|-----------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b> |                | <b>Equivalente dosis</b> |                |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>          | <b>Ogen</b>    | <b>Extremiteten</b>      |                |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | μSv/uur         | 1                       | 1              | 1                        |                |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 1                       | 1              | 1                        |                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 250                     | 250            | 250                      |                |
| Afschermingsfactor            | μ      | m-1             | 0                       | 0              | 0                        |                |
|                               | d      | m               | 0                       | 0              | 0                        |                |
|                               | e-μd   | -               | 1                       | 1              | 1                        |                |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,1                     | 0,1            | 0,1                      |                |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 0,5                     | 0,5            | 0,5                      |                |
| <b>Dosis</b>                  |        |                 | <b>μSv</b>              | <b>1,0E+01</b> | <b>1,0E+01</b>           | <b>1,0E+01</b> |

**Handeling H4b** : Overige werkzaamheden analist

| <b>Omschrijving bron</b>      |        |                 | <b>: Toestel</b>        |                          |                     |
|-------------------------------|--------|-----------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |        |                 | <b>Effectieve dosis</b> | <b>Equivalente dosis</b> |                     |
|                               |        |                 | <b>Lichaam</b>          | <b>Ogen</b>              | <b>Extremiteten</b> |
| Omgevingsdosisequivalenttempo | H*(10) | μSv/uur         | 1                       | 1                        | 1                   |
| Tijdsduur                     | tx     | uur             | 1750                    | 1750                     | 1750                |
| Frequentie                    | fx     | aantal per jaar | 1                       | 1                        | 1                   |
| Afschermingsfactor            | μ      | m-1             | 0                       | 0                        | 0                   |
|                               | d      | m               | 0                       | 0                        | 0                   |
|                               | e-μd   | -               | 1                       | 1                        | 1                   |
| Afstand H*(10)                | r1     | meter           | 0,1                     | 0,1                      | 0,1                 |
| Afstand tot de bron           | r2     | meter           | 5                       | 5                        | 5                   |
| <b>Dosis</b>                  |        | <b>μSv</b>      | <b>7,0E-01</b>          | <b>7,0E-01</b>           | <b>7,0E-01</b>      |

## Bijlage 2: Uitwerkingen berekeningen potentiële blootstelling

**VOG G1** : Werken in de primaire bundel

**Omschrijving bron** : Ingekapselde bron 3700 MBq

|                                |            |                 | Effectieve dosis |                |                |
|--------------------------------|------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|
|                                |            |                 | Lichaam          | Ogen           | Extremiteten   |
| Omgevingsdosis-equivalenttempo | H*(10)     | μSv/uur         | 344              | 344            | 344            |
| Tijdsduur                      | tx         | uur             | 0,03             | 0,03           | 0,03           |
| Frequentie                     | fx         | aantal per jaar | 1                | 1              | 1              |
| Afschermingsfactor             | μ          | m-1             | 0                | 0              | 0              |
|                                | d          | m               | 0                | 0              | 0              |
|                                | e-μd       | -               | 1                | 1              | 1              |
| Afstand H*(10)                 | r1         | meter           | 1                | 1              | 1              |
| Afstand tot de bron            | r2         | meter           | 0,5              | 0,5            | 0,5            |
| <b>Dosis</b>                   | <b>μSv</b> |                 | <b>4,6E+01</b>   | <b>4,6E+01</b> | <b>4,6E+01</b> |

### Bijlage 3: Model dosisberekening chauffeur

| MicroShield 8.02<br>ApplusRTD (8.02-0000)                           |                                  |  |  |                                |                                  |
|---|----------------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------------------|
| Date  | By                               | Checked  |  |                                |                                  |
|   |                                  |  |  |                                |                                  |
| Filename  | Run Date                         | Run Time   | Duration   |                                |                                  |
| model chauffeur.msdl  | juli 16, 2021                    | 14:13:35   | 00:00:00   |                                |                                  |
| Project Info  |                                  |  |  |                                |                                  |
| Case Title  | RWE Generation NL BV             |  |  |                                |                                  |
| Description   | Dosistempo chauffeur asfaltwagen |  |  |                                |                                  |
| Geometry  | 13 - Rectangular Volume          |  |  |                                |                                  |
| Source Dimensions   |                                  |  |  |                                |                                  |
| Length  | 600,0 cm (19 ft 8,2 in)          |  |  |                                |                                  |
| Width   | 250,0 cm (8 ft 2,4 in)           |  |  |                                |                                  |
| Height  | 103,71 cm (3 ft 4,8 in)          |  |  |                                |                                  |
| Dose Points   |                                  |  |  |                                |                                  |
| A   | X                                | Y  | Z  |                                |                                  |
| #1  | 700,0 cm (22 ft 11,6 in)         | 100,0 cm (3 ft 3,4 in)                           | 125,0 cm (4 ft 1,2 in)                             |                                |                                  |
| Shields   |                                  |  |  |                                |                                  |
| Shield N  | Dimension                        | Material   | Density  |                                |                                  |
| Source  | 1,56e+07 cm <sup>3</sup>         | Vliegias   | 2,25   |                                |                                  |
| Air Gap   |                                  | Air  | 0,00122  |                                |                                  |
| Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies              |                                  |  |  |                                |                                  |
| Nuclide   | Ci                               | Bq   | $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$                         | $\text{Bq}/\text{cm}^3$        |                                  |
| Ba-137m   | 9,2806e-004                      | 3,4338e+007                                      | 5,9658e-005  | 2,2073e+000                    |                                  |
| Cs-137  | 9,4600e-004                      | 3,5002e+007                                      | 6,0811e-005  | 2,2500e+000                    |                                  |
| Buildup: The material reference is Source<br>Integration Parameters |                                  |  |  |                                |                                  |
| X Direction   |                                  |  |  | 10                             |                                  |
| Y Direction   |                                  |  |  | 20                             |                                  |
| Z Direction   |                                  |  |  | 20                             |                                  |
| Results   |                                  |  |  |                                |                                  |
| Energy (MeV)  | Activity (Photons/sec)           | Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup | Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup | Exposure Rate mR/hr No Buildup | Exposure Rate mR/hr With Buildup |
| 0,0045  | 3,565e+05                        | 4,940e-51  | 1,581e-29  | 3,386e-51                      | 1,084e-29                        |
| 0,0318  | 7,109e+05                        | 1,481e-09  | 4,338e-09  | 1,234e-11                      | 3,614e-11                        |
| 0,0322  | 1,312e+06                        | 4,055e-09  | 1,212e-08  | 3,263e-11                      | 9,753e-11                        |
| 0,0364  | 4,773e+05                        | 4,513e-08  | 1,689e-07  | 2,564e-10                      | 9,598e-10                        |
| 0,6616  | 3,090e+07                        | 5,422e-01  | 1,801e+00  | 1,051e-03                      | 3,491e-03                        |
| <b>Totals</b>   | <b>3,375e+07</b>                 | <b>5,422e-01</b>                                 | <b>1,801e+00</b>                                   | <b>1,051e-03</b>               | <b>3,491e-03</b>                 |



## Bijlage 4: Model dosisberekening opslagsilo

| MicroShield 8.02<br>ApplusRTD (8.02-0000) |                                    |                        |               |
|---|------------------------------------|------------------------|---------------|
| Date                                      | By                                 | Checked                |               |
|   |                                    |                        |               |
| Filename                                  | Run Date                           | Run Time               | Duration      |
| vliegassilo.ms                            | juli 21, 2021                      | 08:12:26               | 00:00:00      |
| Project Info                              |                                    |                        |               |
| Case Title                                | RWE Generation NL BV               |                        |               |
| Description                               | Opslag silo droge vliegass         |                        |               |
| Geometry                                  | 7 - Cylinder Volume - Side Shields |                        |               |
| Source Dimensions                         |                                    |                        |               |
| Height                                    | 884,0 cm (29 ft 0,0 in)            |                        |               |
| Radius                                    | 400,0 cm (13 ft 1,5 in)            |                        |               |
| Dose Points                               |                                    |                        |               |
| A   | X                                  | Y                      | Z             |
| #1  | 500,0 cm (16 ft 4,9 in)            | 100,0 cm (3 ft 3,4 in) | 0,0 cm (0 in) |
| Shields                                   |                                    |                        |               |
| Shield N                                  | Dimension                          | Material               | Density       |
| Source                                    | 4,44e+08 cm <sup>3</sup>           | Vliegass               | 2,25          |
| Transition                                |                                    | Air                    | 0,00122       |
| Air Gap                                   |                                    | Air                    | 0,00122       |

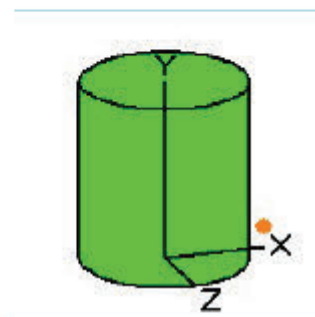
| Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies |             |             |                     |                    |
|--|-------------|-------------|---------------------|--------------------|
| Nuclide  | Ci          | Bq          | μCi/cm <sup>3</sup> | Bq/cm <sup>3</sup> |
| Ba-137m  | 2,5568e-002 | 9,4600e+008 | 5,7540e-005         | 2,1290e+000        |
| Cs-137   | 2,7027e-002 | 1,0000e+009 | 6,0824e-005         | 2,2505e+000        |

| Buildup: The material reference is Source<br>Integration Parameters |    |
|---|----|
| Radial  | 10 |
| Circumferential   | 10 |
| Y Direction (axial)   | 20 |

| Results       |                        |  |  |                     |                       |
|---------------|------------------------|--|--|---------------------|-----------------------|
| Energy (MeV)  | Activity (Photons/sec) | Fluence Rate                           | Fluence Rate                             | Exposure Rate       | Exposure Rate         |
|               |                        | MeV/cm <sup>2</sup> /sec<br>No Buildup | MeV/cm <sup>2</sup> /sec<br>With Buildup | mR/hr<br>No Buildup | mR/hr<br>With Buildup |
| 0,0045        | 9,820e+06              | 2,118e-37                              | 1,289e-28                                | 1,452e-37           | 8,835e-29             |
| 0,0318        | 1,959e+07              | 1,671e-07                              | 4,371e-07                                | 1,392e-09           | 3,641e-09             |
| 0,0322        | 3,613e+07              | 4,082e-07                              | 1,087e-06                                | 3,285e-09           | 8,750e-09             |
| 0,0364        | 1,315e+07              | 1,686e-06                              | 5,449e-06                                | 9,578e-09           | 3,096e-08             |
| 0,6616        | 8,512e+08              | 1,312e+00                              | 4,025e+00                                | 2,543e-03           | 7,803e-03             |
| <b>Totals</b> | <b>9,299e+08</b>       | <b>1,312e+00</b>                       | <b>4,025e+00</b>                         | <b>2,543e-03</b>    | <b>7,803e-03</b>      |





## **Bijlage 5: Wettelijke limieten**

### **Bewaakte zone**

Een ruimte wordt aangemerkt als bewaakte zone, indien:

- 1°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen effectieve dosis groter is dan 1 millisievert in een kalenderjaar en kleiner of gelijk is aan 6 millisievert in een kalenderjaar;
- 2°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen equivalente dosis voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>, groter is dan 50 millisievert in een kalenderjaar en kleiner of gelijk is aan 150 millisievert in een kalenderjaar; of
- 3°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen equivalente dosis voor de extremiteiten groter is dan 50 millisievert in een kalenderjaar en kleiner of gelijk is aan 150 millisievert in een kalenderjaar.

### **Gecontroleerde zone**

Een ruimte wordt aangemerkt als gecontroleerde zone, indien:

- 1°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen effectieve dosis groter is dan 6 millisievert in een kalenderjaar;
- 2°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen equivalente dosis voor de ooglensdosis groter is dan 15 millisievert in een kalenderjaar;
- 3°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen equivalente dosis voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>, groter is dan 150 millisievert in een kalenderjaar;
- 4°. de mogelijke door een werknemer in de ruimte te ontvangen equivalente dosis voor de extremiteiten groter is dan 150 millisievert in een kalenderjaar; of
- 5°. er een mogelijkheid is van verspreiding van radioactieve stoffen vanuit de ruimte zodanig dat personen een dosis hoger dan de effectieve of equivalente dosis, genoemd in artikel 7.3, eerste lid, kunnen ontvangen.

### **Blootgesteld werknemer**

Een A-werknemer is een blootgestelde werknemer, die:

- 1°. een effectieve dosis kan ontvangen die groter is dan 6 millisievert in een kalenderjaar;
- 2°. een equivalente dosis kan ontvangen die groter is dan 15 millisievert in een kalenderjaar voor de ooglens;
- 3°. een equivalente dosis kan ontvangen die groter is dan 150 millisievert in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm<sup>2</sup>; of
- 4°. een equivalente dosis kan ontvangen die groter is dan 150 millisievert in een kalenderjaar voor de extremiteiten.

Een B-werknemer is een blootgestelde werknemer die niet als A-werknemer wordt ingedeeld.