



Milieubelasting toestellen- en isotopenopslag voor vestiging Roosendaal Kuisel 11

Prepared by	Approved by
Name : 	Name : 
Title : ISO 9712 RT Level 2, TMS	Title : Coördinerend stralingsdeskundige
Signature :	Signature : 
Date : 05-09-2025	Date : 05-09-2025

FRONT PAGE	1
1 ALGEMEEN	3
1.1 Scope	3
1.2 Belastingspaden voor de milieubelasting	3
1.3 Totale stralingsbelasting aan de terreingrens	3
1.4 Rekensystematiek	3
2 BERGPLAATS (OPSLAGLOCATIE)	4
2.1 Opslag van röntgentoestellen	4
2.2 De opslag van isotopen (radioactieve bronnen)	4
2.3 De bergplaats:	4
3 UITGANGSPUNTEN	5
3.1 Bergplaats	5
3.2 Bunker	5
3.3 Terreingrens	5
4 BEREKENING	5
4.1 Opslag	5
4.1.1 Situatie	6
4.1.2 Bronstraling	6
4.1.3 Correcties	6
4.2 Handelingen in de bunker	7
5 CONCLUSIE	8
6 BIJLAGE	9
6.1 Situatieschets Roosendaal, Kuisel 11	9

1 ALGEMEEN

1.1 Scope

Dit document geeft een beschouwing/berekening van de milieubelasting ten gevolge van opslag in bergplaats en handelingen in stralingsbunker van ioniserende straling uitzendende toestellen en bronnen voor:

Plaats	Stralingsbunker	Opslag Röntgentoestellen	Opslag Isotopen
Roosendaal	Kuisel 11, 4703 RL	Ja	Ja

1.2 Belastingspaden voor de milieubelasting

Afhankelijk van de handelingen op een locatie met bergplaats wordt de totale effectieve milieubelasting opgebouwd uit straling:

- op vaste locatie straling vanuit de bunker door röntgentoestellen en ingekapselde gammabronnen tijdens handelingen.
- de opslag van bronnen op vaste locatie levert straling vanuit de opslag door de externe straling met ingekapselde gammabronnen en verarmd uranium.
- de opslag van röntgenbuizen levert geen bijdrage aan de milieubelasting.

1.3 Totale stralingsbelasting aan de terreingrens

De milieubelasting buiten de terreingrens is berekend in de actuele vergunning en of in de in behandeling zijnde vergunningsaanvraag. De schattingen daarin worden overgenomen. Hierbij wordt dan de milieubelasting van de bergplaats opgeteld en het totaal vergeleken met het SN.

1.4 Rekensystematiek

Voor de beschouwde bronnen (röntgentoestellen, isotopen; ingekapselde gammabronnen in broncontainers wordt uitgegaan het model 'eenvoudige ingekapselde bronnen' van bijlage 10 ANVS Verordening. Dit wordt gedaan op basis van de volgende overwegingen:

- puntbron-model:
- de afstand van het referentiepunt is voor alle bronnen (veel) groter dan 5 maal de grootste afmeting van de betreffende bron. Dit geldt ook voor een ADR-broncontainer waarin een gammabron is ondergebracht. Als in de broncontainer verarmd uranium als afschermingsmateriaal is aangebracht heeft dit een grootste afmeting van (afgerond) 20 cm. De afstand tot de terreingrens is altijd meer dan 5x deze afmeting ($> 1\text{m}$), zodat ook hiervoor wordt voldaan aan het 'puntbron-model'.
- divergente bundel-model:
 - het benodigde stralingsveld in de industriële radiografie moet voldoende groot zijn om het te onderzoeken object met zo min mogelijk opnames te kunnen beoordelen. De openingshoek van het stralingsveld is altijd groter dan 10° .
Dit geldt zowel voor toestellen (met en zonder diafragma), ingekapselde radioactieve bronnen (met en zonder collimator) als de lekstraling vanuit de broncontainer).
- afscherming van ioniserende straling:
 - opbouwfactor wordt in rekening gebracht (afscherming valt niet samen met de terreingrens);
 - afscherming door lucht wordt verwaarloosd (geeft op vaste locaties slechts een geringe overschatting).
- Emissies Lozing in Lucht en Water zijn niet van toepassing.

- f) Belastingpad is enkel door transmissies in lucht.
- g) Blootstellingswegen is enkel door externe straling.

2 BERGPLAATS (OPSLAGLOCATIE)

2.1 Opslag van röntgentoestellen

De röntgentoestellen worden, wanneer niet in gebruik, opgeslagen in hiervoor aangewezen afsluitbare kasten of kooien. [REDACTED]

2.2 De opslag van isotopen (radioactieve bronnen)

De onder te brengen broncontainers zijn van het ontwerp ADR-klasse 7, type B, zodat het stralingsniveau conform ISO 3999-1 (2000) aan het oppervlak niet meer bedraagt dan 2 mSv/h en op 1 meter afstand niet meer dan 0,1 mSv/h.

Type container	Bron type	Bron certificaat	Dosistempo oppervlakte	Dosistempo op 1m
RID-Se4P	Se-75	RUS/7250/B(U)-96T	2 mSv/h	0,1 mSv/h
Dual120	Ir-192	RUS/5786/B(U)-96T	2 mSv/h	0,1 mSv/h
Delta880	Se-75	USA/9296/B(U)-96 rev. 12	2 mSv/h	0,1 mSv/h

2.3 De bergplaats:

- a) Is een opslag met een breedte van 220cm en een lengte van 300cm. De wanden zijn voorzien van 30cm betonblokken. Tegen de achterwand zit een bak die aan de binnenkant bekleed is met 10cm beton, hierin worden de bronnen bewaard.
- b) Mag maximaal 25 bronnen bevatten (15x Se-75 & 10x Ir-192).
- c) Brandwerend
- d) Diefstal vertragend door een afsluitbare roldeur.

De wanden van de bergplaats zorgen voor extra stralingsafscherming, waardoor de lekstraling uit de opgeslagen broncontainers verzwakt wordt.

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Bergplaats

Quality Inspections Services B.V. hanteert de volgende uitgangspunten:

- a) het stralingsniveau op 10 cm van de buitenzijde van de bergplaats is maximaal 100 nSv/h hetgeen 10% is dan de 1 µSv/h die in modelvergunningen normaliter als limiet dient.
- b) Hierbij geldt dat de achtergrondtempo is vastgesteld op 40 nSv/h.
- c) Er wordt hierbij uitgegaan van een maximum aantal van 16 bronnen met de maximale toegestane activiteit van 80Ci = 2960 GBq.

3.2 Bunker

Quality Inspections Services B.V. hanteert de volgende uitgangspunten:

- a) Bij de berekening van de stralingsbelastingen buiten de bergplaats (in de bunker) kan rekening worden gehouden met de natuurlijke achteruitgang van de bron-activiteit (halveringstijd) en de gemiddelde tijd dat bronnen buiten de bergplaats ingezet worden.
- b) De effectieve dosis voor personen die zich buiten de stralingsbunker bevinden is bij alle binnen de stralingsbunker uitgevoerde handelingen met radioactieve bronnen en toestellen zo laag als redelijkerwijs mogelijk. In ieder geval wordt op geen enkel punt op 0,1 meter afstand of meer van het oppervlak een dosisequivalenttempo gemeten van meer dan 10 µSv/h.
- c) Bovenstaande geldt voor een handeling met 300kV en 3mA. Handelingen met ingekapselde bronnen leveren een lagere dosisequivalenttempo dan een toestel.
- d) Er wordt uitgegaan van 70 handelingen per dag, 5 werkdagen per week en 50 werkweken op een jaar.
- e) Er wordt uitgegaan van een tijdsduur per handeling a 90 seconden.
- f) Bunker staat uit beton met een dikte van 70cm, tussen de stenen zijn loodflappen geplaatst.

3.3 Terreingrens

- a) Maximale omgevingsdosisequivalent is 10µSv per jaar.
- b) Secundair niveau is maximaal 10µSv per jaar.

4 BEREKENING

4.1 Opslag

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van de volgende formule:

Waarin:

- $H^*(10,r)$: Omgevingsequivalenttempo op een bepaalde afstand van de bron.
- A : Activiteit van de bron in MBq.
- h : Bronconstante is
- r : Afstand tot de bron
- O : Transmissie*

* Voor Transmissie gaan we uit van de hoogste energie waarde van een Ir-192 bron.

De leverancier van de bron heeft een certificaat afgegeven waarin de omgevingsequivalenttempo op 1m van de bron 0,1 mSv/h bedraagt bij een activiteit van 120 Ci = 4,4 TBq met brontype Ir-192. Quality Inspections Services is vergund voor een maximale activiteit van 2960 GBq. Theoretische gezien bedraagt de omgevingsequivalenttempo op 1m van de bron dan $100\mu\text{Sv/h} \times (2/3) = 67 \mu\text{Sv/h}$. Uit metingen blijkt dat dit maximaal 4,5 µSv/h bedraagt. Voor de berekeningen gaan we uit van de gemeten waarde.

4.1.1 Situatie

Vergunningtechnisch is maximaal toegestaan:

- 6 stuks Ir-192 bronnen van elk maximaal 80 Ci.
- 10 stuks Se-75 bronnen van elk maximaal 80 Ci.

Uitbreiding van vergunning wordt aangevraagd naar:

- 10 stuks Ir-192 bronnen van elk maximaal 80 Ci.
- 15 stuks Se-75 bronnen van elk maximaal 80 Ci.

De kortste afstand tussen de bergplaats en de terreingrens bedraagt 5 meter.

Tussen de bergplaats en de grens bevinden zich afschermingen in de vorm van:

- [REDACTED] (constructieve wand).
- [REDACTED] net voor de terreingrens.

De aangrenzende zone is een privétuin van de buurman, dus de dosislimiet voor het publiek is van toepassing (AID).

4.1.2 Bronstraling

Op basis van metingen is het dosisdebiet per bron op 1 meter als volgt:

- Ir-192 bij 80 Ci = 4,5 µSv/h.
- Se-75 bij 80 Ci = 2,5 µSv/h.

Totale bijdrage op 1 meter:

- Ir-192 : 10 x 4,5 = 45,0 µSv/h.
- Se-75 : 15 x 2,5 = 37,5 µSv/h.

Totaal ongecorrigeerd op 1 meter = 82,5 µSv/h.

4.1.3 Correcties

Afstandsvergroting van 5 meter betekent een deling van 25.

Dosistempo op 5 meter = $82,5 / 25 = 3,3 \mu\text{Sv/h}$.

Voor de afscherming rekenen we enkel met de energiewaardes van de Ir-192. Dit zal dus een overschatting zijn.

Algemene formule

$$T = e^{-\mu x}$$

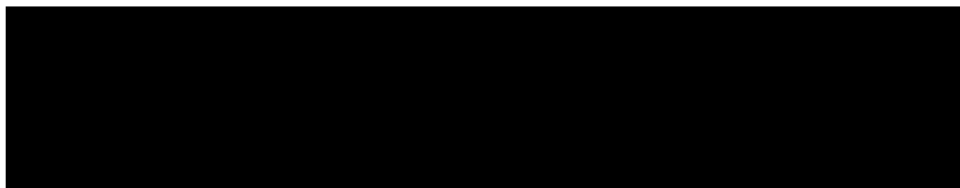
Waarbij:

- T = transmissiefactor (fractie doorgelaten straling),
- μ = lineaire verzwakkingscoëfficiënt (in cm^{-1}),
- x = wanddikte in cm.

[REDACTED] V):

[REDACTED] 1

[REDACTED]



Afschermdose = $3,3 \mu\text{Sv/h} \times 6,0 \times 10^{-6} = 1,98 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$.

Dosis per jaar aan de terreingrens van bronnen:

$1,98 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} = 0,18 \mu\text{Sv/j}$.

4.2 Handelingen in de bunker

Bij de handelingen in de bunker gaan we enkel uit van de maximale output van een toestel of een Iridium-192 bron met een activiteit van 2960 GBq. De externe straling door Selenium bron is 'verwaarloosbaar' omdat de omgevingsdosisequivalenttempo lager is dan een toestel of Iridium-192 bron. Dit komt door de energiewaarde van de externe straling.

Maximale output van een toestel is 300kV en 3mA. Uit metingen van de bunker is gebleken dat dit een omgevingsdosisequivalenttempo geeft $0,40 \mu\text{Sv/h}$ van op 10cm aan de buitenzijde van de bunker. Bij een Iridium-192 komt de waarde op $0,40 \mu\text{Sv/h}$ = dus gelijk aan de maximale output van een toestel.

Voor de berekening gaan we uit van 70 handelingen per dag, 5 dagen per week en 50 weken per jaar. Dit geeft een totaal van 17500 handelingen op een jaar. Gemiddeld duurt een handeling 1,5 minuten. De afstand van de bunker naar het terreingrens is 2meter met een betonwand van 10cm. Dit geeft een omgevingsdosisequivalent van:



De berekening is gemaakt met een overschatting. Niet elke dag worden er ■ handelingen uitgevoerd in de bunker en niet alle handelingen worden uitgevoerd met de maximale output.

5 CONCLUSIE

De totale jaardosis aan de terreingrens is de waarde van de handelingen in de bunker optellen bij de waarde van de bergplaats. $H^*_{(max)} = 0,17 + 2,18 = 2,35 \mu\text{Sv/jaar}$.

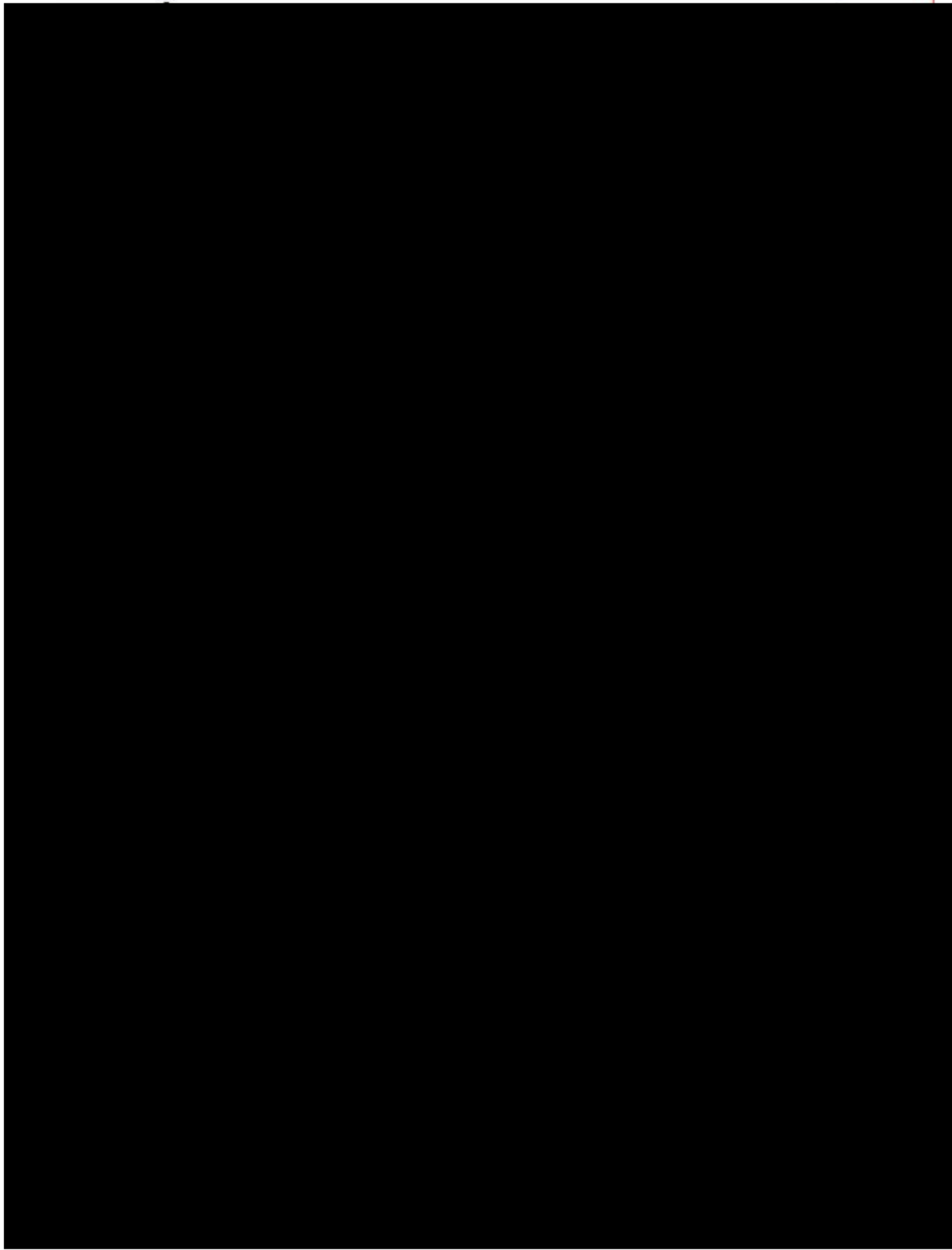
Hoewel de berekende dosis bij maximale bronbelasting ver onder de AID-grens uitkomt betreft dit een worst-case scenario met 25 bronnen van 80 Ci, wat in praktijk niet optreedt. Een realistische verdeling is maximaal 6 bronnen van 80 Ci, 4 bronnen van 40Ci, 2 bronnen van 20Ci en 2 bronnen weg voor onderhoud bij de leverancier. De overige bronnen zijn verdeeld over andere vestigingen.

Daarnaast is de blootstellingslocatie niet continu bemand. Dit betreft een bedrijventerrein waar enkel overdag mensen aan het werk zijn en wordt maximaal 15 uur/dag bezet. De realistische jaardosis blijft daarmee ruim binnen de 0,1 mSv/jaar en voldoet aan het ALARA-principe

6 BIJLAGE

6.1 Situatieschets Roosendaal, Kuisel 11

De onderstaande situatieschets geeft de locatie van de bergplaats en de bunker waar de handelingen plaatsvinden aan. Het terreingrens is aangegeven in het rood.



Hieronder een satelliet afbeelding van de locatie.

