

**Vergunningaanvraag**

**Stichting Laurentius Ziekenhuis te Roermond**

**voor handelingen ingevolge  
artikel 29 en 34 van de Kernenergiewet**

**wijziging van kernenergiewetvergunning**

**2017/0910-07**

Dit document is opgesteld en gereviewed door:

Naam	Functie / Afdeling	Handtekening	Datum
██████████	Algemeen Coördinerend Stralingsdeskundige	██████████	9-6-2024
██████████	Coördinerend Stralingsdeskundige	██████████	18-6-2024

Dit document is goedgekeurd door:

Naam	Functie / Afdeling	Handtekening	Datum
██████████	Coördinerend Stralingsdeskundige	██████████	18-6-2024

## INHOUD

	Pagina
<b>INHOUD.....</b>	<b>3</b>
<b>0 Inleiding.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Gegevens van de ondernemer en de locatie .....</b>	<b>6</b>
1.1 Gegevens van de aanvrager .....	6
1.2 Gegevens van de locatie .....	6
1.3 Gegevens van vergunningen .....	7
<b>2 Gegevens over bronnen en handelingen.....</b>	<b>8</b>
2.1 Algemeen .....	8
2.2 Beschrijving van de bronnen waarmee de handelingen worden uitgevoerd .....	8
2.2.1 Handelingen met toestellen .....	8
2.2.2 Handelingen met ingekapselde bronnen.....	8
2.2.3 Specifieke informatie tav hoogactieve bronnen.....	9
2.2.4 Handelingen met open radioactieve stoffen met kunstmatige radionucliden .....	9
2.2.5 Handelingen bronnen van derden .....	13
2.2.6 Handelingen met splijtstoffen .....	13
2.2.7 Opslag van open radioactieve stoffen .....	13
2.2.8 Tijdelijke bergplaats .....	20
2.2.9 Handelingen met registratie plichtige of (voorheen) meldingsplichtige bronnen.....	20
2.2.10 Van nature voorkomende radioactieve materialen .....	20
2.3 Lozing van radioactieve stoffen .....	20
2.3.1 Lozing van kunstmatige radioactieve stoffen .....	20
2.3.1.1 Lozing in lucht .....	20
2.3.1.1.1 Vergunningaanvraag: lozing in lucht.....	21
2.3.1.1.2 Lozing in het openbare riool.....	21
2.3.1.1.2.1 Vergunningaanvraag: lozing in het openbare riool .....	22
2.3.2 Van nature voorkomende radioactieve materialen.....	22
2.4 Toelichting op de gevraagde handelingen .....	22
2.4.1 Handelingen met generatoren in het ziekenhuis .....	22
2.4.2 Handelingen met andere open radioactieve stoffen.....	24
2.4.3 Handelingen met ingekapselde bronnen.....	24
2.4.4 Opslag van radioactieve stoffen .....	24
2.4.5 Radioactieve reststoffen .....	24
2.5 Rechtvaardiging .....	25
2.5.1 Algemene rechtvaardiging.....	25
2.5.2 Informatie ten behoeve van de rechtvaardiging .....	25
2.6 Tijdsduur en ingangsdatum .....	25
2.6.1 Vergunningaanvraag: tijdsduur en ingangsdatum.....	26
<b>3 Gegevens over organisatie en deskundigheid .....</b>	<b>27</b>
3.1 Het stelsel van deskundigen en opleidingen .....	27
3.2 Deskundigheid en toezicht ten aanzien van Arbo- en milieuaspecten.....	27
3.3 Organisatie van stralingsbescherming bij een verzamel vergunning .....	27

3.4	Organisatie van stralingsbescherming bij een complex vergunning .....	27
3.5	Medische deskundigheid; verantwoordelijkheidsstructuur .....	27
<b>4</b>	<b>Gegevens over risico's en maatregelen.....</b>	<b>28</b>
4.1	Maatregelen gericht op de bescherming van werknemers.....	28
4.1.1	Röntgentoestellen en versnellers .....	28
4.1.2	Ingekapselde bronnen .....	28
4.1.3	Open radioactieve stoffen met kunstmatige radionucliden .....	28
4.1.4	Open radioactieve stoffen met van nature voorkomende radionucliden .....	29
4.1.5	Categorie-indeling van blootgestelde werknemers .....	30
4.1.6	Persoonsdosimetrie .....	30
4.1.7	Beschermingsmaatregelen .....	30
4.1.8	Stralingsmeetapparatuur .....	31
4.1.9	Dosismetingen voor werknemers .....	32
4.1.10	Risicoanalyse werknemers.....	32
4.2	Maatregelen gericht op het milieu .....	34
4.2.1	Beschrijving van de maatregelen .....	34
4.2.2	Mogelijke stralingsblootstelling buiten de locatie.....	35
4.2.2.1	Bijlage AGIS.....	35
	Mogelijke stralingsblootstelling buiten de locatie.....	35
	Lozing in de lucht.....	36
	Lozing op het water .....	37
4.2.3	Toetsing .....	38
4.2.3.1	Berekening van de externe straling ID voor de locatiegrens .....	38
4.2.3.2	Lozing in de lucht .....	38
4.2.3.3	Lozing op het water .....	38
4.2.4	Toetsing aan de locatie limiet.....	39
	Onderbouwing van ALARA.....	39
4.5	Maatregelen gericht op de bescherming van patiënten .....	40
4.6	Medisch wetenschappelijk onderzoek .....	40
<b>5</b>	<b>Andere aandachtspunten.....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Bijlagen .....</b>	<b>42</b>

## 0 Inleiding

Recentelijk is binnen het Laurentius ziekenhuis besloten in het kader van het meerjarenbeleidsplan medische beeldvorming een kwaliteitsslag te maken met de myocardperfusie onderzoeken door deze te verplaatsen van de SPECT naar de PET camera. Deze verschuiving zal naast de verbetering in diagnostiek en beeldkwaliteit ook winst in patiëntvriendelijkheid opleveren door de aanzienlijk kortere duur van het totale onderzoek (maximaal 45 minuten versus 3-4 uur). Om deze verschuiving, waarbij Stichting Laurentius Ziekenhuis voornemens is gebruik te maken van Rb-82, mogelijk te maken, zal de huidige kernenergie vergunning moeten worden gewijzigd.

Stichting Laurentius Ziekenhuis, gevestigd in Roermond, voert op haar locatie in Roermond handelingen uit met stralingsbronnen en toestellen, vergund volgens een vergunning krachtens de Kernenergiewet verleend onder nummer 2017/0910-07.

In verband met het voorgenomen toekomstig gebruik van radiofarmacon Rb-82 uit een Sr-82/Rb-82 generator ontvangt u hierbij een KEW-vergunning wijzigingsaanvraag van de eerder verleende kernenergiewetvergunning. Er zal een Sr-82/Rb-82 generator van maximaal 6GBq aanwezig zijn. Uit de generator zullen tot 2000 elueringen plaatsvinden van normaliter 1100 MBq, Rb-82 welke direct toegediend worden bij de patiënt ten behoeve van hoog resolutie cardiale radiodiagnostiek met behulp van een 'positron emitting tomography' scan of PET scan.

## **1 Gegevens van de ondernemer en de locatie**

### **1.1 Gegevens van de aanvrager**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

Ter volledigheid betreft de aanvrager voor de wijziging:

Stichting Laurentius Ziekenhuis  
Monseigneur Driessenstraat 6  
6043 CV Roermond  
Kamer van Koophandel nummer is 41066359

Zie ook bijlage 2 voor uittreksel Handelsregister van de Kamer van Koophandel.

### **1.2 Gegevens van de locatie**

De aanvraag voor de wijziging van de vergunning conform de Kernenergiewet heeft betrekking op onderstaande locatie binnen Stichting Laurentius Ziekenhuis:

Stichting Laurentius Ziekenhuis  
monseigneur Driessenstraat 6  
6043 CV Roermond

De plattegrond van de terreingrens, inclusief de afdelingen, waarop de wijzigingsaanvraag betrekking op heeft is opgenomen in bijlage 3.

#### ***Radiologische Ruimten***

In het gebouw waar Stichting Laurentius Ziekenhuis de radiologische handelingen uitvoert, wordt onderscheid gemaakt tussen radiologische zones en een kantoorgedeelten. Het ziekenhuis beschikt over een radionuclidenlaboratorium op C-niveau, verschillende nevenruimtes zoals de PET scan ruimte en een bergplaats radioactieve stoffen. De radiologische zones zijn onderverdeeld in gecontroleerde zones en bewaakte zones. In de gecontroleerde zones, zoals de PET scan ruimte vinden handelingen plaats met een (relatief) hoog risico; deze zones zijn voorzien van een betere toegangsbeveiliging. Beide type zones zijn voorzien van de daarvoor vereiste waarschuwingsborden. De handelingen met en de opslag van open radioactieve stoffen, generatoren, ingekapselde bronnen en radioactief afval vinden plaats in speciaal daarvoor ingerichte radiologische ruimten in de radiologische zones. Die zones zijn uitsluitend toegankelijk door middel van een (cijfer-)slot of pasjessysteem.

In de radiologische ruimten is een ventilatiesysteem aanwezig dat enerzijds de werknemer beschermt tegen een te hoge concentratie van radioactieve stoffen in de lucht en anderzijds zorgt voor een onderdruk in de betreffende ruimte ter voorkoming van luchtbesmetting in omliggende ruimtes.

In de bijlage 3 zijn de radiologische ruimten nader omschreven. In die bijlage is per ruimte informatie gegeven over o.a. de functie, de ruimtebenaming en ruimte-identificatienummer.

### **1.3 Gegevens van vergunningen**

Per 10 april 2017 heeft de Stichting Laurentius Ziekenhuis een nieuwe vergunning aangevraagd en toegekend onder nummer 2016/1276/-09, laatstelijk gewijzigd op 10 januari 2018, onder nummer 2017/0910-07. Voor een overzicht van de vergunningen wordt verwezen naar bijlage 1.

## 2 Gegevens over bronnen en handelingen

### 2.1 Algemeen

In paragraaf 2.2 is een beschrijving gegeven van de bronnen en de handelingen die zullen worden uitgevoerd in het ziekenhuis van Stichting Laurentius Ziekenhuis op de locatie Roermond. Het betreft een integrale beschrijving van de voorgenomen nieuwe handelingen. In paragraaf 2.3 is informatie verstrekt over lozing van radioactieve stoffen in het milieu. Paragraaf 2.4 bevat een meer gedetailleerde toelichting op de handelingen. Paragraaf 2.5 geeft inzicht in de wijze waarop invulling wordt gegeven aan rechtvaardiging volgens de ministeriële regeling “Regeling bekendmaking rechtvaardiging van het gebruik van ioniserende straling”. De gewenste datum van ingang en de tijdsduur waarvoor vergunning wordt gevraagd zijn vermeld in paragraaf 2.6.

### 2.2 Beschrijving van de bronnen waarmee de handelingen worden uitgevoerd

De stralingsbronnen waarmee handelingen worden verricht zijn van het type open radioactieve stoffen. Bij de bereiding van een radiofarmaca wordt gebruikt gemaakt van een zogenoemde generator. Voor kalibratiedoeleinden worden ook handelingen met kleine stralingsbronnen van het type ingekapselde bronnen uitgevoerd. Sommige stralingsbronnen worden uitsluitend in ontvangst genomen en bewaard en vervolgens korte tijd daarna zonder verdere bewerking verzonden naar afnemers.

#### 2.2.1 Handelingen met toestellen

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### 2.2.2 Handelingen met ingekapselde bronnen

Voor kwaliteitsbewaking, analyses, kalibratiedoeleinden en voor controles van stralingsmeet-apparatuur worden handelingen met kleine ingekapselde bronnen uitgevoerd. Ook voor kalibratie van de dosis kalibratoren wordt gebruik gemaakt van ingekapselde bronnen.

Er verandert hier niets aan de huidige vergunde situatie:

*3. Het voorhanden hebben en toepassen van ingekapselde bronnen voor ijk- en referentiedoeleinden met een activiteit van maximaal 400 megabecquerel (MBq) per bron en een gezamenlijke activiteit van maximaal 2 gigabecquerel (GBq).*

Conform het jaar verslag 2022 zijn in het Laurentius Ziekenhuis 11 ingekapselde bronnen in gebruik voor ijk- en referentie doeleinden met een totale activiteit van de ingekapselde bronnen is 684 MBq.

Voor de ingebruikname van de Sr-82/Rb-82 generator zijn de volgende kalibratie bronnen nodig:

- 0,37 MBq Activiteit Na-22 Constantheidsbron
- 0,37 MBq Activiteit Na-22 lineariteitset (enkel voor installatie infusie systeem)
- 0,0222 MBq Activiteit Na-22 lineariteitset (enkel voor installatie infusie systeem)
- 0,00148 MBq Activiteit Na-22 lineariteitset (enkel voor installatie infusie systeem)
- 0,37 MBq Activiteit Cs- 137 schijfbron

Aangezien dit binnen de huidige vergunning past, zijn er geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

### 2.2.3 Specifieke informatie tav hoogactieve bronnen

Niet van toepassing. Stichting Laurentius ziekenhuis beschikt niet over hoogactieve bronnen. Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

### 2.2.4 Handelingen met open radioactieve stoffen met kunstmatige radionucliden

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de handelingen met radioactieve stoffen in de radiologische ruimten van het ziekenhuis. Op het einde van paragraaf wordt samenvattend vermeld voor welke radioactieve stoffen, radiologische ruimten en de daarbij horende belasting factoren het ziekenhuis gezamenlijk om vergunning wordt gevraagd.

In de vigerende kernenergiewetvergunning van het ziekenhuis, locatie Roermond, is toestemming verleend voor het ontvangen en toepassen binnen de locatie van radioactieve stoffen ter bereiding van radiofarmaca, voor kwaliteitscontrole en het voor transport gereedmaken van deze radiofarmaca.

Het gebruik van cardiale PET is de afgelopen jaren toegenomen, waarbij PET/CT-scanners op grote schaal beschikbaar zijn geworden, en er is steeds meer bewijsmateriaal dat de voordelen van deze beeldvormingsbenadering aantoont. De publicatie van richtlijnen door de European Association of Nuclear Medicine (EANM) en, gezamenlijk, de Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) en American Society of Nuclear Cardiology (ASNC) streven ernaar het gebruik ervan te standaardiseren en te ondersteunen. De cardiale PET wordt binnen het LZR met de radionuclide generator Cardiogen-82 in het infusiesysteem model 1701 van Bracco uitgevoerd.

Cardiogen-82 is een radionuclidegenerator van rubidium-82 ( $^{82}\text{Rb}$ ). Het is een gesloten systeem dat wordt gebruikt voor de productie van rubidium-82 ( $^{82}\text{Rb}$ )-chloride-injectie voor intraveneuze toediening. Injectie van rubidium-82 ( $^{82}\text{Rb}$ ) chloride is geïndiceerd bij PET-beeldvorming van het myocardium in rust en onder farmacologische stress, om de regionale myocardperfusie te beoordelen bij volwassenen met een bekende of vermoedelijke coronaire arteriële pathologie.



Met het Cardiogen-82-infusiesysteem, model 1701, kunnen nauwkeurige activiteiten van rubidium-82 ( $^{82}\text{Rb}$ )-chloride worden gemeten en geïnjecteerd, die niet groter mogen zijn dan 2200 MBq per keer, maar typisch 1100 MBq, toegediend met een maximale snelheid van 50 ml/minuut, met een maximaal volume per infusie van 100 ml en een totaal volume van niet meer dan 200 ml.

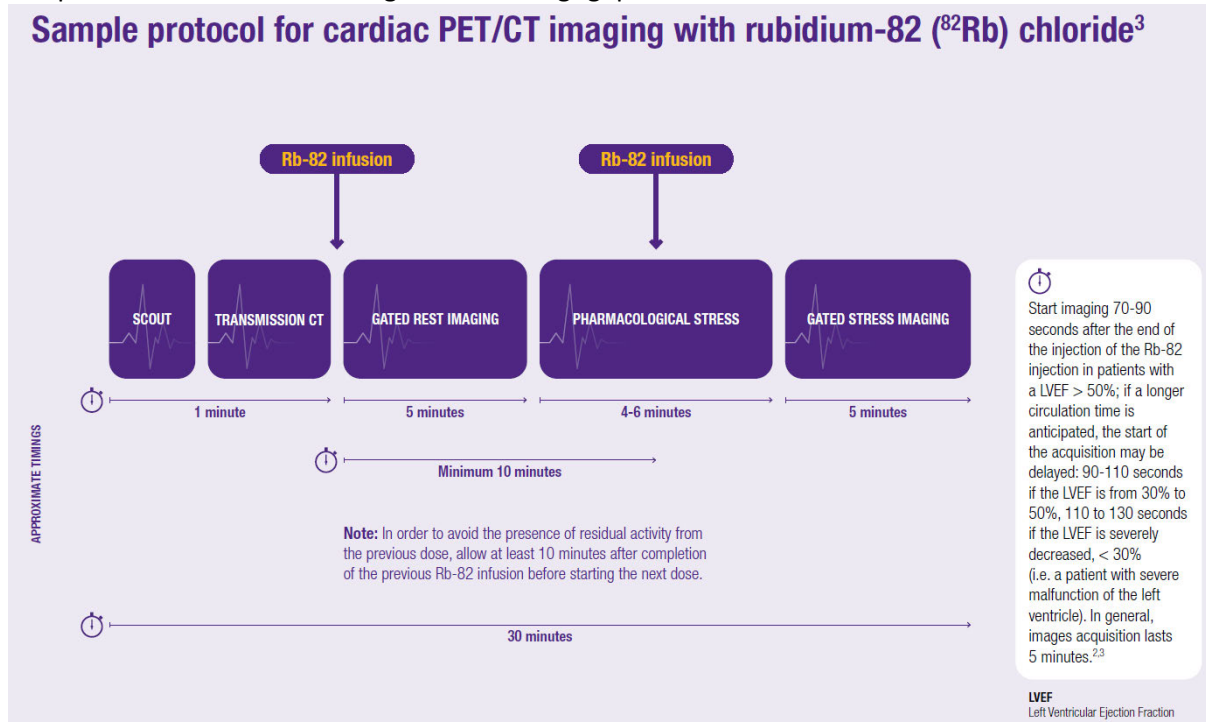
Deze limieten voor een sessie in rust en onder stress weerspiegelen gebruiksomstandigheden waarin klinische onderzoeken zijn uitgevoerd.

Effectieve dosis = 6 mSv wanneer de maximale aanbevolen gecumuleerde radioactiviteit van 4400 MBq wordt toegediend, hetgeen het dubbele is van het standaard toegediende.

De Cardiogen-82-generator mag uitsluitend worden gebruikt met het Cardiogen-82-infusiesysteem model 1701, dat speciaal is ontworpen voor gebruik met de Cardiogen-82-generator.



Het proces van Rb-82 toediening wordt als volgt gepland:



### 2.2.4.1 Gebruik binnen radionuclidenlaboratoria

#### **Handelingen binnen het radionuclidelaboratorium van het ziekenhuis.**

Hoewel er D-, en C-laboratoria in het ziekenhuis aanwezig zijn voor handelingen met de radionucliden worden de werkzaamheden met het Cardiogen-82-infusiesysteem in de PET scan ruimte en of de bergplaats radioactieve stoffen uitgevoerd. Deze werkzaamheden zijn met behulp van een HARAS op veiligheid gecontroleerd en mogelijk bevonden. De HARAS-berekeningen zijn toegelicht in bijlage 12.

## 2.2.4.2 Gebruik buiten radionuclidenlaboratoria

De handelingen met de radioactieve stoffen in het Cardiogen-82-infusiesysteem vinden plaats in de PET scan ruimte en of de bergplaats radioactieve stoffen uitgevoerd. Deze werkzaamheden zijn met behulp van een HARAS op veiligheid gecontroleerd en mogelijk bevonden. De HARAS-berekeningen zijn toegelicht in bijlage 12.

### 2.2.4.2.1 Vergunningaanvraag: open radioactieve stoffen

Middels deze aanvraag wordt om vergunning gevraagd voor handelingen met open radioactieve stoffen voor onder andere het be en ontladen van de generator. De aanvraag heeft betrekking op de hoeveelheden die maximaal, gelijktijdig op enig moment op de locatie aanwezig zijn.

- het voorhanden hebben, toepassen en vervoeren van open bronnen van andere radionucliden binnen de locatie tot een maximum van 65 radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie ( $Re_{inh}$ ) (zie ook tabel in 2.2.4.3).

### 2.2.4.3 Generatoren

In de vigerende vergunning is toestemming verleend voor het ontvangen en toepassen binnen de locatie van Rb-81/Kr-81m en Mo-99/Tc-99m-generatoren. In deze KEW-wijzigingsvergunningaanvraag worden Sr-82/Rb-82-generatoren aangevraagd. De Sr-82/Rb-82-generatoren worden na ontvangst naar de daartoe bestemde PET scan ruimte of de bergplaats radioactieve stoffen gebracht, waar deze beladen wordt in het infusie systeem. De Sr-82/Rb-82-generatoren worden opgeslagen in de bergplaats radioactieve stoffen.

Bij gebruik wordt de Sr-82/Rb-82-generator geëluëerd naast de patiënt en het Rb-82 toegediend gezien de korte halwaardetijd. De straling fysische gegevens van de moeder- en dochterradionucliden die zich in de generatoren bevinden zijn gebruikt bij het bepalen van de uitwendige stralingsbelasting volgens de Regeling AGIS.

De belasting factoren van werkruimten (BW) die horen bij de Sr-82/Rb-82-generatoren zijn gegeven in bijlage 9. In de berekeningen is de moeder radionuclide Sr-82 als opgesloten vaste stof in de generatoren meegenomen. In het rekenmodel is deze situatie gelijkgesteld aan opslag.

Tabel; Gegevens over de generatoren

	Maximaal MBq per generator	Maximaal in MBq per jaar	Maximaal RE op enig tijdstip	REMARKS	$e_{inh}$ (1um) for workers (Annex A/B ICRP 119)	$e_{inh}$ (5um) for workers (Annex A/B ICRP 119)
Sr-82 (vaste stof in generator)	6,00E+03	4,80E+04	6,00E+01	Maximaal 2 generatoren enig tijdstip	1,000E-08	7,700E-09
Sr-85 (vaste stof in generator)	3,52E+03	2,81E+04	2,71E+00		7,700E-10	6,400E-10
Sr-82 (vaste stof in generator)	1,20E-02	9,60E-02	1,20E-04		1,000E-08	7,700E-09
Rb-82 (vaste stof in generator)	6,00E+03		0,00E+00		0,000E+00	0,000E+00
SOMMATIE			<b>62,7</b>			

Tabel; Gegevens over het eluaat

	Maximaal MBq per eluaat	Maximaal in MBq per jaar (2000 eluaten)	Maximaal RE op enig tijdstip	REMARKS	E <sub>inh</sub> (1um) for workers (Annex A/B ICRP 119)	E <sub>inh</sub> (5um) for workers (Annex A/B ICRP 119)
Rbr-82 (waterige eluaat oplossing)	2,22E+03	4,44E+06	0,00E+00	Maximaal te elueren hoeveelheid. In de praktijk veel lager	0,000E+00	0,000E+00
Sr-85 (waterige eluaat oplossing)	1,20E-01	2,40E+02	9,24E-05		7,700E-10	6,400E-10
Sr-82 (waterige eluaat oplossing)	1,20E-02	2,40E+01	1,20E-04		1,000E-08	7,700E-09
SOMMATIE			<b>1,12E-4</b>			

### 2.2.4.3.1 Vergunningaanvraag: generatoren

Middels deze aanvraag wordt om vergunning gevraagd voor:

Het voorhanden hebben van ten hoogste twee (2) Sr-82/Rb-82-generatoren en het toepassen van deze generatoren ten behoeve van medische diagnostiek, waarbij de maximale activiteit van het Rb-82 in de (maximaal 2) generatoren op enig moment ten hoogste 6 gigabecquerel (GBq) bedraagt.

De gezamenlijke activiteit van het Sr-82 op enig moment ten hoogste 12 gigabecquerel (GBq) bedraagt.

De gezamenlijke activiteit van het Sr-85 op enig moment ten hoogste 7 gigabecquerel (GBq) bedraagt.

De gezamenlijke activiteit van het Rb-82 op enig moment ten hoogste 12 gigabecquerel (GBq) bedraagt.

### 2.2.4.3 Belastingsfactoren van de werkruimten

De belastingsfactoren van de werkruimten van het ziekenhuis zijn berekend volgens het voorschrift van de brochure *Bijlage radionucliden-laboratorium*. In de berekeningen zijn de volgende gegevens meegenomen: de maximale activiteit van de radioactieve stoffen bij de handelingen, het risico van verspreiding (parameter p), de beschermende omgeving (parameter q) en de kwaliteit van de plaatselijke afzuiging (parameter r). De activiteit is met behulp van de dosisconversiecoëfficiënt voor inhalatie door werknemers (AMAD= 5 µm) omgerekend naar radiotoxiciteitsequivalenten. Zie ook bijlage 10.

De ruimte waar de handelingen met open radioactieve stoffen plaatsvinden zijn geclassificeerd als een nevenruimten/bergplaats radioactieve stoffen. Met een standaard beschermingsparameter q=0. De handelingen worden verricht in de geventileerde ruimte zonder extra voorzieningen r=0. De aard van de handelingen zijn het be-, en ontladen van generatoren in het infusiesysteem waaraan de handelingen een verspreidingsrisico-parameter p toegekend kan worden van p=-1 (kortdurend zeer eenvoudig nat werk). Ook vindt opslag van radioactieve (afval)stoffen plaats in werkruimten (p=-1) en in speciale bergplaatsen (p=0).

In bijlage 9 zijn de berekeningen van de belastingsfactor (Bw) voor de handeling uitgewerkt en vervolgens gesommeerd. Hier is terug te vinden dat de belastingsfactor totaal boven de 1 komen. Daarnaast is ook een HARAS-berekening uitgevoerd. Daarin blijkt dat het veilig is om de handeling van be,- en ontladen van de generator na 42 dagen veilig is uit te voeren in de PET-scan ruimte of de bergplaats radioactieve stoffen.

## 2.2.5 Handelingen bronnen van derden

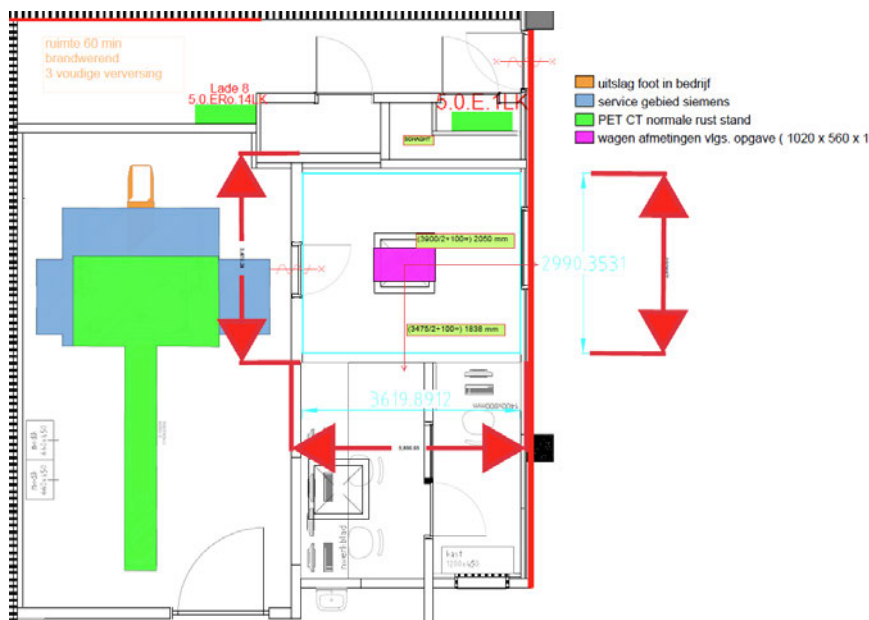
Niet van toepassing. Stichting Laurentius ziekenhuis zijn geen bronnen van derden aanwezig. Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## 2.2.6 Handelingen met splijtstoffen

Niet van toepassing. Stichting Laurentius ziekenhuis beschikt niet over splijtstoffen. Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## 2.2.7 Opslag van open radioactieve stoffen

Open radioactieve stoffen worden - evenals ingekapselde bronnen - opgeslagen in daarvoor bestemde en ingerichte bergplaatsen. Specifiek voor het bewaren van generatoren tijdens hun gebruiksperiode zijn in het ziekenhuis speciale opslagvoorzieningen aangebracht zoals 60 minuten brandwerendheid en een maximaal dosis tempo op 10cm afstand van  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Andere radionucliden worden besteld indien nodig, zodat de hoeveelheid radioactieve stoffen in opslag beperkt blijft. De bergplaatsen zijn ingetekend in de plattegrond van bijlage 3.



### **Opslag van Sr-82/Rb-82-generatoren**

In het ziekenhuis zijn speciale opslagvoorzieningen voor Sr-82/Rb-82-generatoren aanwezig. Hierin bevinden zich typisch 1 en totaal maximaal voor korte tijd 2 generatoren die een activiteit hebben van maximaal 6 GBq Sr-82. Wanneer een generator - vanwege de afname van de activiteit door fysisch verval - niet langer bruikbaar is, wordt deze tijdelijk bewaard achter een extra afscherming in

de ruimte *vervalruimte* totdat de generator weer wordt teruggenomen naar de leverancier voor verder opwerking.

De bergplaats dien verder te voldoen aan de eisen die met name gesteld worden in artikel 4.8, lid 1 van de Verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.  
In de onderstaande uiteenzetting zijn de verschillende paragrafen uit de wetgeving en de radionuclide richtlijn genoemd en toegelicht.

*Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*

*Artikel 4.6. (bergplaats radioactieve stoffen)*

*1De ondernemer zorgt ervoor dat wanneer open en ingekapselde bronnen niet worden gebruikt, deze worden opgeborgen in een daartoe geschikte bergplaats.*

*beheer van radioactieve afvalstoffen: alle handelingen die te maken hebben met het hanteren, de voorbehandeling, de behandeling, het conditioneren, de opslag of de eindberging van radioactieve afvalstoffen, met uitzondering van het vervoer buiten het terrein van de inrichting;*

*bergplaats: ruimte die uitsluitend wordt gebruikt voor de opslag van radioactieve stoffen;*

De bergplaatsen van Laurentius Ziekenhuis zijn separate ruimtes welke uitsluitend gebruikt wordt voor de opslag, het beheer van radioactieve reststoffen, van radioactieve stoffen.

*ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming*

*Artikel 1.1. (begripsomschrijvingen)*

*In deze verordening wordt verstaan onder:*

*afgescheiden deel van de locatie: deel van de locatie, uitsluitend bedoeld als bergplaats voor de opslag van materialen of objecten met van nature voorkomende radionucliden;*

De bergplaatsen van Laurentius Ziekenhuis zijn separate ruimtes welke uitsluitend gebruikt wordt voor de opslag, het beheer van radioactieve reststoffen, van radioactieve stoffen.

*§ 4.3.1. Bergplaats*

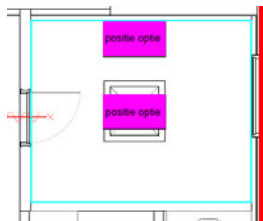
*Artikel 4.8. (bergplaats)*

*1Ten aanzien van de bergplaats voor radioactieve stoffen zorgt de ondernemer ervoor dat:*

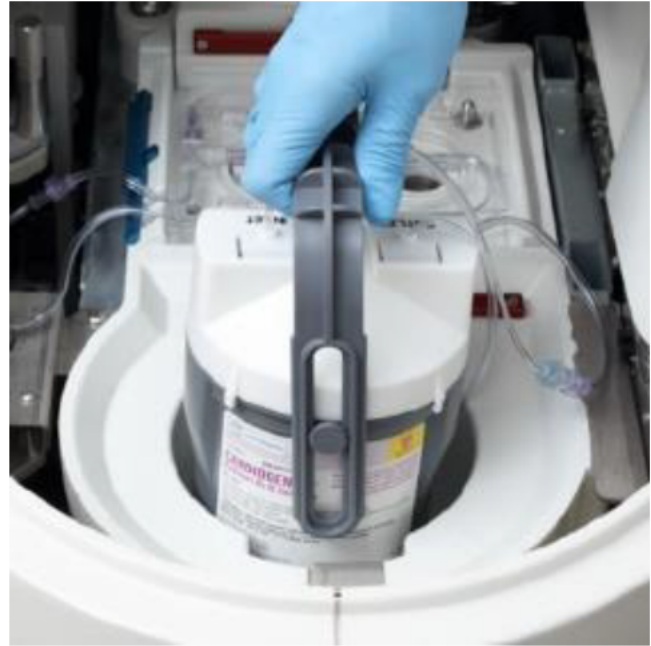
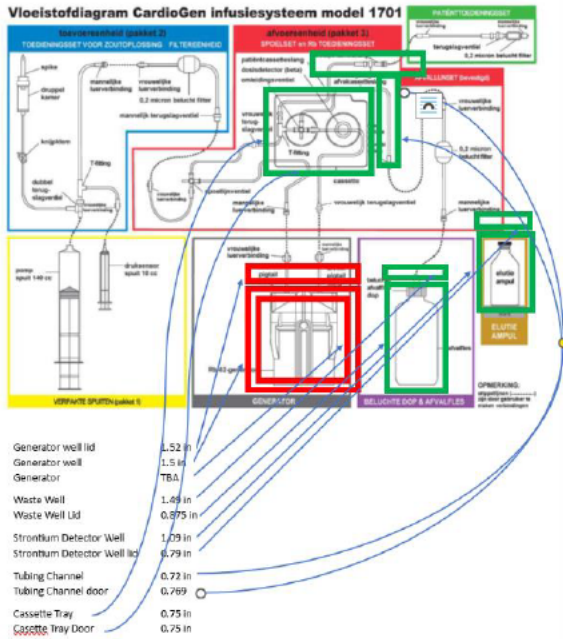
*a.het omgevingsdosisequivalenttempo aan de buitenzijde van de bergplaats zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. In ieder geval wordt op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van de bereikbare delen van het oppervlak van de bergplaats een omgevingsdosisequivalenttempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur;*

De bergplaatsen van Laurentius Ziekenhuis zijn separate ruimtes welke uitsluitend gebruikt wordt voor de opslag, het beheer van radioactieve reststoffen, van radioactieve stoffen.

Rekening houdend met de reeds aanwezig zijnde afscherming in het infuus systeem van 1,52 inch (38,6 mm) en de afscherming van de primaire lood container van 50mm is het mogelijk het infuussysteem in het midden dan wel tegen de wand van de bergplaats te plaatsen zonder extra lood afscherming;



Mogelijke plaatsingsopties



Rekening houdend met 1,838 m afstand van de wand, levert dit zonder extra loodafscherming:

	Maximaal in MBq op enig tijdstip	Maximaal in MBq per jaar	OTTO	OTTO	HVL	QVL	TVL	CVL	MVL	Afscherming	Transmissie-fit	Afstand tot terrein grens	$\mu\text{Sv/h} @ \text{Xm}$
			$\mu\text{Sv/h per GBq @1m}$ (gamma)	$\mu\text{Sv/h per GBq @1m}$ (gamma&beta)	2	5	10	100	1000	[mm Pb]	[-]	[m]	$\mu\text{Sv/h} @ \text{Xm}$
Sr-82	6,00E+03	4,80E+04	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	1,838	1,95E-99
Sr-85	3,52E+03	2,81E+04	9,50E+01	9,50E+01	4,9300	9,4700	15,2000	29,1000	42,8000	88,6	6,15E-07	1,838	6,08E-05
Sr-82	1,20E-02	9,60E-02	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	1,838	3,91E-105
Rb-82	6,00E+03	4,80E+04	1,87E+02	6,94E+02	5,3000	10,2000	16,8000	35,5000	61,5000	88,6	4,76E-05	1,838	1,58E-02
<b>TOTAAL GENERATOREN</b>													9,27E-02

Rekening houdend met 2,050 m afstand van de wand, levert dit zonder extra loodafscherming

	Maximaal in MBq op enig tijdstip	Maximaal in MBq per jaar	OTTO	OTTO	HVL	QVL	TVL	CVL	MVL	Afscherming	Transmissie-fit	Afstand tot terrein grens	$\mu\text{Sv/h} @ \text{Xm}$
			$\mu\text{Sv/h per GBq @1m}$ (gamma)	$\mu\text{Sv/h per GBq @1m}$ (gamma&beta)	2	5	10	100	1000	[mm Pb]	[-]	[m]	$\mu\text{Sv/h} @ \text{Xm}$
Sr-82	6,00E+03	4,80E+04	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	2,05	1,57E-99
Sr-85	3,52E+03	2,81E+04	9,50E+01	9,50E+01	4,9300	9,4700	15,2000	29,1000	42,8000	88,6	6,15E-07	2,05	4,89E-05
Sr-82	1,20E-02	9,60E-02	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	2,05	3,14E-105
Rb-82	6,00E+03	4,80E+04	1,87E+02	6,94E+02	5,3000	10,2000	16,8000	35,5000	61,5000	88,6	4,76E-05	2,05	1,27E-02
<b>TOTAAL GENERATOREN</b>													8,96E-02

Een andere optie is het infuussysteem tegen de wand te plaatsen. Rekening houdend met 0,40 m afstand van de wand, levert dit zonder extra loodafscherming:

	Maximaal in MBq op enig tijdstip	Maximaal in MBq per jaar	OTTO μSv/h per GBq @1m (gamma)	OTTO μSv/h per GBq @1m (gamma&beta)	HVL	QVL	TVL	CVL	MVL	Afscherming [mm Pb]	Transmissie-fit [-]	Afstand tot terrein grens [m]	μSv/h @Xm
Sr-82	6,00E+03	4,80E+04	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	0,4	4,13E-98
Sr-85	3,52E+03	2,81E+04	9,50E+01	9,50E+01	4,9300	9,4700	15,2000	29,1000	42,8000	88,6	6,15E-07	0,4	1,28E-03
Sr-82	1,20E-02	9,60E-02	1,10E+01	1,10E+01	0,0063	0,0125	0,0207	0,0412	0,0617	88,6	1,00E-100	0,4	8,25E-104
Rb-82	6,00E+03	4,80E+04	1,87E+02	6,94E+02	5,3000	10,2000	16,8000	35,5000	61,5000	88,6	4,76E-05	0,4	3,34E-01
TOTAAL GENERATOREN													4,12E-01

Rekening houdend met

- de reeds aanwezig zijnde afscherming in het infuus systeem
  - de reeds aanwezig zijnde afscherming van de generator
  - dat het infuussysteem in het midden dan wel tegen de wand van de bergplaats geplaatst kan worden
  - er door de afscherming geplaatst voldaan wordt aan de 1 microsievert per uur eis.
- Voldoet deze opzet van de bergplaats radioactieve stoffen.

*b. de buitenzijde van de bergplaats is voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOFFEN' en van een duidelijk zichtbaar waarschuwingsteken;*

De buitenzijde van de bergplaatsen worden voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOFFEN' en van een duidelijk zichtbaar waarschuwingsteken.

*c. de bergplaats deugdelijk is afgesloten en uitsluitend geopend kan worden door de ondernemer of door personen die daartoe van hem de bevoegdheid hebben gekregen;*

De bergplaatsen worden afgesloten en kunnen uitsluitend geopend worden door de ondernemer of door personen die daartoe van hem de bevoegdheid hebben gekregen.

*d. de constructie van de bergplaats, al dan niet deel uitmakend van een gebouw, voldoet aan de eis dat de brandwerendheid niet lager is dan 60 minuten;*

De constructie van de bergplaatsen voldoen aan de eis dat de brandwerendheid niet lager is dan 60 minuten. Zie hieronder een uitsnede van de brandcompartimenteringen tekening en bijgevoegde de email van de veiligheidsregio met de bevestiging hiervan.

*e. de bergplaats aantoonbaar bekend is bij de veiligheidsregio;*

De bergplaatsen worden aangemeld bij de veiligheidsregio na de bouw.

*f. in een speciaal daarvoor bestemd overzicht dat zich in of nabij de bergplaats bevindt, de activiteit van de radioactieve stoffen die zich in de bergplaats bevinden wordt aangetekend, waarbij deze registratie minimaal plaatsvindt gespecificeerd naar radionuclide en activiteit. In geval van een ingekapselde bron dient daarnaast elke uitgifte of ontvangst van die ingekapselde bron uit of in de bergplaats zo spoedig mogelijk in dit overzicht te worden aangetekend, waarbij bij uitgifte bovendien de bestemming dient te worden aangetekend;*

Er zal gebruik gemaakt worden van een radioactieve reststoffen register er welke zich in de bergplaatsen bevinden waarop de activiteit van de radioactieve stoffen gespecificeerd naar radionuclide en activiteit.

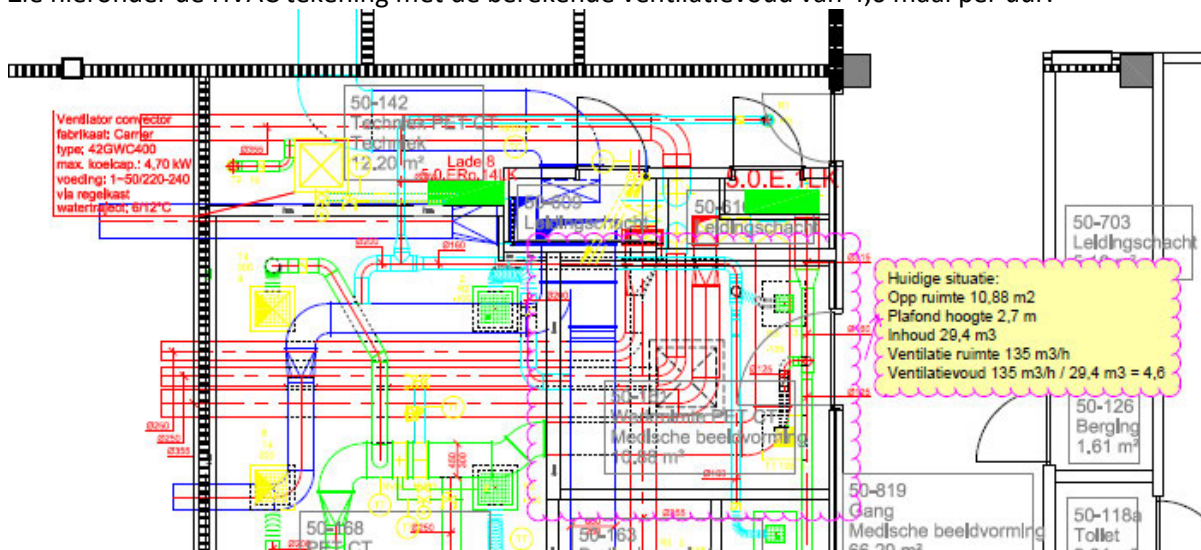
*g. wanneer de bergplaats eenvoudig te verplaatsen is, ze wordt geplaatst in een afsluitbare ruimte of kast, die deugdelijk is afgesloten en uitsluitend geopend kan worden door de ondernemer of door personen die daartoe van hem de bevoegdheid hebben gekregen;*

Dit is niet van toepassing.

*h. in geval van opslag van open bronnen de bergplaats decontamineerbaar is en bovendien geventileerd wordt met een ventilatievoud van ten minste driemaal per uur, en*

De bergplaatsen zijn goed decontamineerbaar en wordt met een ventilatievoud van ten minste driemaal per uur geventileerd.

Zie hieronder de HVAC tekening met de berekende ventilatievoud van 4,6 maal per uur.



*i. opslag van vloeistoffen uitsluitend plaatsvindt in deugdelijke containers en boven een adequate voorziening voor gelekte vloeistoffen.*

De opslag van vloeistoffen geschiedt in deugdelijke containers welke in lekbakken zullen staan.

*2In geval van opslag van materialen of objecten die van nature voorkomende radionucliden bevatten, en die vanwege de afmetingen, respectievelijk de hoeveelheid ervan, redelijkerwijs niet in een bergplaats als bedoeld in het eerste lid opgeslagen kunnen worden, zorgt de ondernemer ervoor dat, in afwijking van het eerste lid, de bedoelde radioactieve stoffen of radioactieve materialen op een afgescheiden deel van de locatie worden opgeslagen, en dat:*

- a. het omgevingsdosisequivalenttempo aan de afscheiding van de locatie zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. In ieder geval wordt op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van het oppervlak van de afscheiding een omgevingsdosisequivalenttempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur;*
- b. de buitenzijde van het afgescheiden deel van de locatie is voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOFFEN' en van een duidelijk zichtbaar waarschuwingsteken;*
- c. het afgescheiden deel van de locatie deugdelijk is afgezet met een hekwerk of op een andere doelmatige wijze is gemarkeerd;*
- d. het afgescheiden deel van de locatie zo is ingericht dat verspreiding van radioactieve stoffen wordt voorkomen;*
- e. het afgescheiden deel van de locatie aantoonbaar bekend is bij de veiligheidsregio;*
- f. de opslag van vloeistoffen uitsluitend plaatsvindt in deugdelijke containers en boven een adequate voorziening voor gelekte vloeistoffen, en*
- g. in een speciaal daarvoor bestemd overzicht, dat zich in of nabij het afgescheiden deel van de locatie bevindt, de hoeveelheid radioactiviteit die zich in het afgescheiden deel van de locatie bevindt wordt aangetekend, waarbij deze registratie minimaal plaatsvindt gespecificeerd naar radionuclide en activiteit.*

Dit is niet van toepassing.

*3Op verzoek van de ondernemer die, vanwege de aard van de radioactieve stoffen, redelijkerwijs niet kan voldoen aan het eerste dan wel het tweede lid, kan de Autoriteit ontheffing van deze voorschriften verlenen. Aan de ontheffing kunnen voorschriften worden verbonden.*

Dit is niet van toepassing.

*Artikel 4.9. (eisen aan ingekapselde bronnen)*

*De ondernemer zorgt ervoor dat:*

*c. wanneer een zending met een ingekapselde bron buiten werktijd wordt afgeleverd, de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming hierover onmiddellijk wordt geïnformeerd en de bron direct wordt opgeslagen in een bergplaats;*

Bronnen worden door aanwezige medewerkers ontvangen; ook wel 'warme overdracht' genoemd.

*Artikel 4.10. (veiligheidseisen voor ingekapselde bronnen)*

*De ondernemer zorgt ervoor dat:*

*e. een ingekapselde bron na gebruik in een bergplaats wordt opgeborgen;*

Ingekapselde bronnen worden na gebruik in een bergplaats opgeborgen.

*Artikel 4.11. (controle ingekapselde bronnen)*

*3 Een ondernemer zorgt ervoor dat wanneer de ingekapselde bron, bedoeld in het eerste lid, definitief niet meer wordt gebruikt, er bij deze, in aanvulling op het eerste lid, onderdeel b, voordat ze wordt opgeslagen in de bergplaats of wordt overgedragen, volgens een schriftelijk vastgelegde procedure een lektest wordt uitgevoerd.*

Ingekapselde bronnen worden na gebruik in een bergplaats opgeborgen.

Als deze niet meer bruikbaar zijn, worden deze, na een mogelijke betij periode, als radioactief afval afgevoerd naar de COVRA.

*Bijlage radionucliden-laboratorium*

*1.3 Benodigde ruimtes*

*In een radionucliden-laboratorium vinden in beginsel alleen handelingen plaats met radioactieve stoffen of handelingen die direct daarmee verband houden. Voor het uitvoeren van metingen en voor de bergplaats zullen veelal aparte ruimtes worden ingericht.*

De bergplaatsen radioactieve stoffen zijn separate ruimten.

*Met bergplaats wordt de ruimte bedoeld waar de radioactieve stoffen worden opgeborgen. In de praktijk wordt onderscheid gemaakt tussen de voorraadruimte en de afvalruimte.*

*Wanneer radioactieve stoffen niet worden toegepast, moeten deze zo worden opgeslagen dat de stoffen geen gevaar opleveren voor personen of voor de omgeving. De maatregelen die moeten worden getroffen, betreffen bescherming tegen ioniserende straling, brandbeveiliging en fysieke beveiliging.*

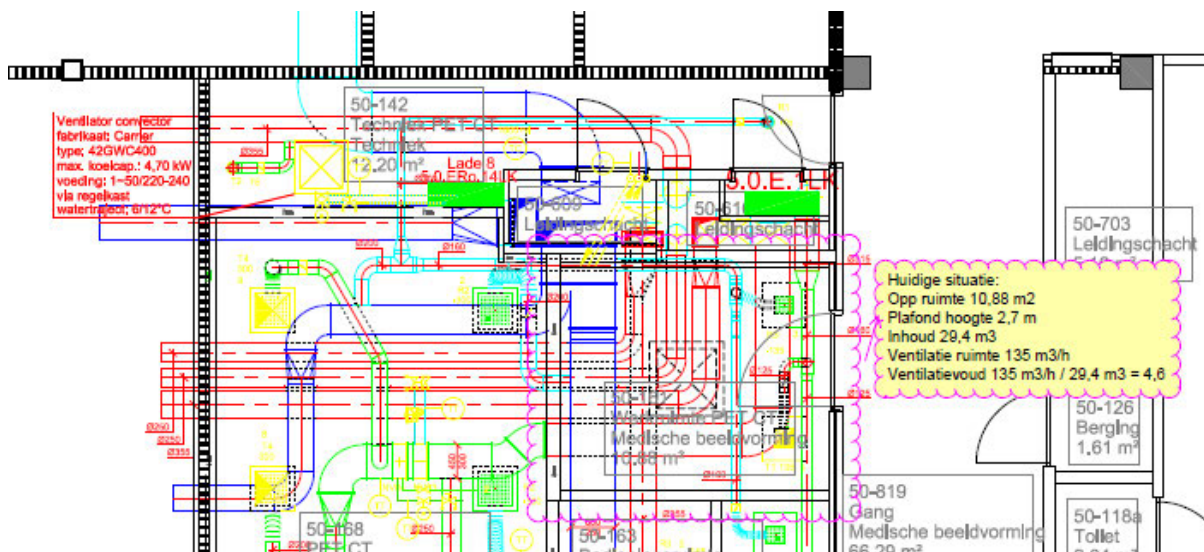
De bergplaatsen radioactieve stoffen zijn separate ruimten waarin mogelijk korte termijn voorraad separaat opgeslagen wordt van (langdurig edoch maximaal 2 jaar lang) opslag van reststoffen.

*1.5 Ventilatie*

*De vereiste luchtverversing mag niet door gehele of gedeeltelijke recirculatie van de in de werkruimte aanwezige lucht worden verkregen. In de meeste gevallen zal de afzuiging via de zuurkast(en) plaatsvinden. De afzuig ventilatoren moeten zo hoog mogelijk in het gebouw worden opgesteld, om een drukopbouw aan de perszijde van de ventilatoren te voorkomen. Geforceerde toevoer van verse lucht mag alleen mogelijk zijn bij een in werking zijnde afzuiginstallatie. De afgezogen lucht van een radionucliden-laboratorium en van een bergplaats mag niet worden gerecirculeerd.*

De bergplaatsen zijn goed decontamineerbaar en wordt met een ventilatievoud van ten minste driemaal per uur geventileerd.

Zie hieronder de HVAC tekening met de berekende ventilatievoud van 4,6 maal per uur.



### 1.8 Afwerking

De wanden en de vloer van de werkruimte en de bergplaats moeten van goed decontamineerbaar materiaal zijn gemaakt dat bestand is tegen chemicaliën die worden toegepast. In ruimtes op C- en D-niveau en in de bergplaats moet deze wandbekleding minimaal tot 2 meter boven het vloeroppervlak zijn aangebracht, in ruimtes op B-niveau tot aan het plafond.

De wanden en de vloer van de bergplaatsen zijn goed decontamineerbaar en bestand tegen chemicaliën.

### 2.4 Bepaling van de belastingsfactor van de werkruimte

#### 2.4.1 De belastingsfactor van de werkruimte waar handelingen met radioactieve stoffen plaatsvinden

Voor opslag buiten de bergplaats in de werkruimte mag ook worden uitgegaan van 40 uur per week, omdat werknemers per week niet langer in het laboratorium zullen werken.

In bijlage 9 zijn de berekeningen van de belastingsfactor (Bw) voor de handeling uitgewerkt en vervolgens gesommeerd. Hier is terug te vinden dat de belastingfactor totaal boven de 1 komen. Daarnaast is ook een HARAS-berekening uitgevoerd, zie bijlage 12. Daarin blijkt dat het veilig is om de handeling van be-, en ontladen van de generator na 42 dagen veilig is uit te voeren in de PET-scan ruimte of de bergplaats radioactieve stoffen.

#### 2.4.2 Opslag

Het aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Reinh] dat maximaal mag worden opgeslagen in een bergplaats is tienmaal de hoeveelheid welke met formule (2.1) kan worden berekend en op enig moment in het bijbehorende laboratorium mag worden gehanteerd bij de hoogst geldende waarde van  $r$  met waarde  $p = -1$ . Hierbij moet de voorraad en het radioactief afval worden gesommeerd.

De voor opslag benodigde hoeveelheid kan voor laboratorium-complexen afwijken van de hier berekende waarde.

Afwijking van deze waarde is alleen toegestaan wanneer dit in de vergunning is geregeld. Bij de bepaling van de gewenste hoeveelheid wordt de inhalatie als belastingpad gehanteerd, omdat dat het meest beperkende pad lijkt bij een ongeval, namelijk directe inhalatie bij verspreiding in lucht bij brand.

De externe straling voor het milieu wordt in veel gevallen voldoende beperkt door de voorwaarde dat op 10 cm van de buitenzijde van de bergplaats het omgevingsdosistempo niet hoger mag zijn dan  $1 \mu\text{Sv}$  per uur.

Zie reactie bij punt § 4.3.1. Bergplaats, Artikel 4.8. (bergplaats) lid 1 a van de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

## Samenvattend:

Voor deze aanvraag wordt er een extra bergplaats radioactieve stoffen gerealiseerd in het Laurentius Ziekenhuis. In deze bergplaats wordt typisch 1 en voor korte tijd 2 generatoren opgeslagen. Daar de generatoren separaat in de vergunning aangevraagd worden, wordt de hoeveelheid voorhanden hebben en toepassen van open bronnen binnen de locatie tot een maximum op enig moment van hierdoor niet opgehoogd.

### **2.2.8 Tijdelijke bergplaats**

Niet van toepassing.

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

### **2.2.9 Handelingen met registratie plichtige of (voorheen) meldingsplichtige bronnen**

Niet van toepassing.

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

### **2.2.10 Van nature voorkomende radioactieve materialen**

Niet van toepassing.

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## **2.3 Lozing van radioactieve stoffen**

Bij de bereiding van radiofarmaca en bij andersoortige handelingen met open radioactieve stoffen kan lozing plaatsvinden van een deel van de radioactieve stoffen in de lucht en in het openbaar riool.

### **2.3.1 Lozing van kunstmatige radioactieve stoffen**

In de brochure "*Handreiking voor het indienen van een vergunningaanvraag (...)*" wordt onderscheid gemaakt tussen vier lozingsroutes. De twee lozingsroutes *lozing op het oppervlaktewater* en *lozing in de bodem* zijn niet van toepassing op deze aanvraag. Voor de twee andere lozingsroutes, te weten *lozing van radioactieve stoffen in de lucht* en *lozing in het openbare riool*, zijn in respectievelijk paragraaf 2.3.1.1 en 2.3.1.2 schattingen van de bovengrenswaarden gemaakt.

#### **2.3.1.1 Lozing in lucht**

Tijdens de bereiding van radiofarmaca en tijdens andere handelingen in een radionuclidenlaboratorium buiten de zuurkasten en veiligheidswerkkasten komen normaal gesproken geen radioactieve stoffen vrij. Slechts in uitzonderlijke situaties – zoals een spill – kunnen vloeibare radioactieve stoffen vrijkomen. Vluchtige componenten die vrijkomen worden opgevangen in de HEPA-filters van zuurkasten en veiligheidswerkkasten. Lozing van radioactieve stoffen in de lucht buiten de locatie door handelingen binnen de locatie is daardoor (nagenoeg) uitgesloten.

In bijlage 7 is aanvullende informatie verstrekt over de mogelijke lozing van radioactieve stoffen in de lucht. In die bijlage zijn conform de Rekenregels Analyse Gevolgen Ioniserende Straling (AGIS) berekeningen gemaakt ter bepaling van de mogelijke luchtlozingen.

De berekeningen laten zien dat de hoeveelheid radioactieve stoffen die vanuit het ziekenhuis geloosd kunnen worden in de lucht beperkt blijft tot ten hoogste een  $L_{\max}$  van  $4,58E-04$  extra radiotoxiciteitsequivalenten op de eerder vergunde  $1,3E-02$  voor inhalatie ( $Re_{inh}$ ) per jaar, gecorrigeerd voor de fysische halveringstijd. Hiermee is aangetoond dat de  $L_{\max}$  kleiner is dan  $L_{sn}$  van  $1 Re_{inh}$ .

#### 2.3.1.1.1 Vergunningaanvraag: lozing in lucht

Middels deze aanvraag wordt om vergunning gevraagd voor het zich ontdoen door lozing in de lucht tot een maximum van  $0,05$  radiotoxiciteitsequivalent voor inhalatie ( $Re_{inh}$ ) per jaar. In praktijk wordt vergunning gevraagd voor een luchtlozing onder het  $L_{sn}$  van  $1 Re_{inh}$ .

#### 2.3.1.2 Lozing in het openbare riool

Tijdens het bereidingsproces van radiofarmaca komen normaal gesproken geen lozingen op het openbare riool voor. Slechts in zeer uitzonderlijke situaties – zoals bij decontaminatie van een radioactief besmette persoon – zou lozing op het riool noodzakelijk kunnen zijn.

Bij verspreiding van radioactieve stoffen via het openbare riool duurt het enige tijd voordat deze stoffen direct of via de voedselketen terecht kunnen komen bij een lid van de bevolking. In het RIVM-rapport *Dosisberekeningen voor de Omgeving bij Vergunningverlening Ioniserende Straling (DOVIS), deel A: Lozingen in water en lucht*<sup>1</sup>, zijn hierover gegevens opgenomen. De kortste “transfertijd” bedraagt 7 dagen (verblijftijd in een spaarbekken); in de regel duurt het aanzienlijk langer voordat radioactieve stoffen die in het riool zijn geloosd via orale inname tot een inwendige besmetting bij de mens leidt. Door de korte fysische halveringstijd van de meeste radionucliden die in de vorm van open radioactieve stoffen worden toegepast bij het ziekenhuis is de mogelijke bijdrage van deze radionucliden aan de ingestiedosis voor een lid van de bevolking dan ook verwaarloosbaar tot zeer klein.

De berekeningen van de lozing van open radioactieve stoffen vanuit het ziekenhuis naar het riool, volgens bijlage 10 van de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, “Rekenregels Analyse Gevolgen Ioniserende Straling (AGIS)”, zijn in meer detail weergegeven in bijlage 8. Deze berekeningen Roermond tot de conclusie dat de bovengrenswaarde voor lozing van open radioactieve stoffen in het openbare riool ten hoogste gelijk is aan radiotoxiciteitsequivalenten voor ingestie ( $Re_{ing}$ ), gecorrigeerd voor de fysische halveringstijd.

De berekeningen laten zien dat de hoeveelheid radioactieve stoffen die vanuit het ziekenhuis geloosd kunnen worden in het water beperkt blijft tot ten hoogste een  $W_{\max}$  van  $2,81E-02$  extra radiotoxiciteitsequivalenten op de reeds vergunde  $2,02$  voor ingestie ( $Re_{ing}$ ) per jaar, gecorrigeerd

---

<sup>1</sup> Dat rapport is gebruikt bij de ontwikkeling van MR-AGIS, de voorloper van bijlage 10 van de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

voor de fysische halveringstijd. Hiermee is aangetoond dat de  $W_{\max}$  kleiner is dan  $W_{\text{sn}}$  van 100  $Re_{\text{ing}}$  en daarmee vergunbaar.

#### **2.3.1.2.1 Vergunningaanvraag: lozing in het openbare riool**

*Middels deze aanvraag wordt om vergunning gevraagd voor het zich ontdoen door lozing in het openbare riool tot een maximum van 3 radiotoxiciteitsequivalent voor ingestie ( $Re_{\text{ing}}$ ) per jaar. In praktijk wordt vergunning gevraagd voor een waterlozing onder het  $W_{\text{sn}}$  van 10  $Re_{\text{ing}}$ .*

#### **2.3.2 Van nature voorkomende radioactieve materialen**

Niet van toepassing.

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### **2.4 Toelichting op de gevraagde handelingen**

De handelingen met open bronnen waarvoor de wijziging van de vergunning wordt gevraagd zijn omschreven in paragraaf 2.4.1. In paragraaf 2.4.2 is een toelichting gegeven op de handelingen met ingekapselde bronnen. De opslag van radioactieve stoffen is beschreven in paragraaf 2.4.3. Deze toelichting sluit af met een omschrijving van de handelingen die betrekking hebben op radioactief afval (paragraaf 2.4.4). Voorbeelden van werkvoorschriften, procedures en instructies zijn opgenomen in de bijlage 17.

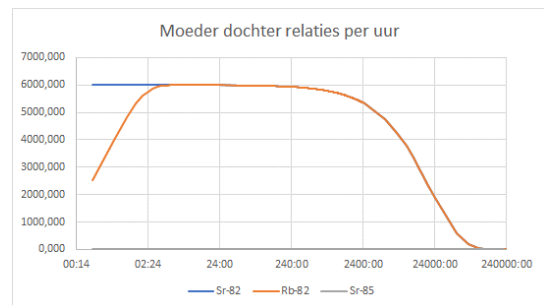
##### **2.4.1 Handelingen met generatoren in het ziekenhuis**

###### ***Ontvangst en opslag van de Sr-82/Rb-82-generatoren:***

De Sr-82/Rb-82-generatoren worden aangeleverd in transportverpakkingen. Ontvangst en controle vinden plaats in de Pets scan ruimte en of bergplaats radioactieve stoffen. Gekwalificeerde medewerkers van het ziekenhuis verrichten een aantal standaardcontroles op de verpakking. Bij deze controles wordt nagegaan of het juiste product is ontvangen en er worden veegtesten uitgevoerd op buitenzijde van de transportverpakking en de generator zelf. Bij afwijkingen wordt de coördinerend stralingsdeskundige ingelicht. Indien de resultaten van alle controles conform de eisen zijn, wordt de generator uit de omverpakking gehaald en doormiddel van een belading van de met lood afgeschermd generator in het infuussysteem gezet. De radionuclide Sr-82 heeft een halveringstijd van 25,55 dagen, de generatoren expireren doorgaans 42 dagen na binnenkomst. De gebruiksduur van een generator is daarmee 42 dagen. Het ziekenhuis ontvangt na 42 dagen een nieuwe generatoren. Indien de generator in gebruik is, staat deze of in de PET scan ruimte of in de daarvoor geschikte bergplaats. Indien de generator niet wordt gebruikt, wordt deze tijdelijk bewaard in de bergplaats radioactieve stoffen, waarna deze retour wordt gezonden naar de leverancier voor hergebruik van de generator. Er vindt een formele overdracht van de gebruikte generator met restactiviteit plaats welke bij de leverancier wordt verwerkt tot een her te gebruiken generator.

###### ***Elutie van de Sr-82/Rb-82-generatoren en bereidingen van Rb-82-radiofarmaca***

Voor de elutie en bereidingen wordt gebruik gemaakt van loden afschermingsmiddelen. Tevens wordt bij alle handelingen een tang gebruikt om de afstand tussen bron en lichaam te vergroten. Bij het elueren van de Sr-82/Rb-82-generatoren wordt een hoeveelheid Rb-82 verkregen. Deze activiteit kan vervolgens worden gebruikt voor de bereiding van het radiofarmacon.



Binnen één uur is ongeveer 75% van de Rb-82 weer ingegroeid.

### **Optrekken van Rb-82-patiëntdoses en kwaliteitsmonster**

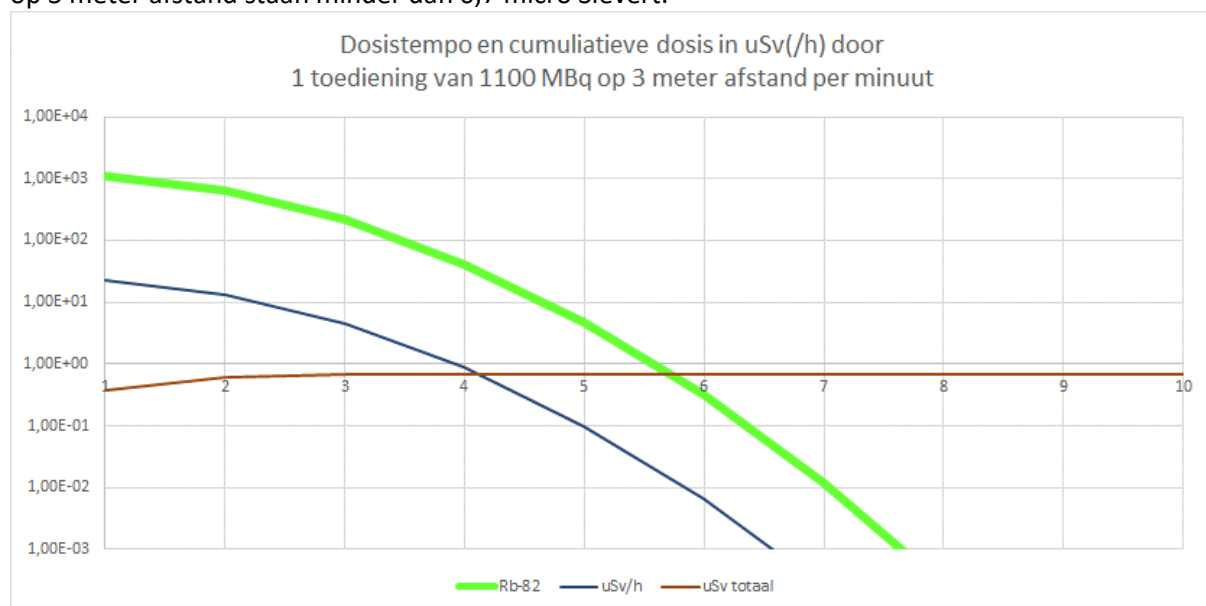
Van het verkregen Rb-82-radiofarmacon uit het eluaat worden kwaliteitsmonsters en een patiëntdosis opgetrokken. Voor elke patiënt wordt een specifieke dosering opgetrokken, zoals gespecificeerd op een recept.

### **Kwaliteitscontrole van Rb-82-radiofarmaca**

Ten behoeve van de kwaliteitscontrole wordt een kleine hoeveelheid monster genomen voor kwaliteitscontrole.

### **Toedienen van Rb-82-radiofarmaca**

Bij het toedienen van Rb-82 is de cumulatieve dosis per toediening van 1100MBq voor mensen die op 3 meter afstand staan minder dan 0,7 micro Sievert.



### **Verwerking van Rb-82-radioactieve reststoffen**

Gezien de zeer korte halveringstijd van de 1,273 minuten is het Rb-82 snel genoeg vervallen om geen radioactieve reststof te zijn. Echter het potentieel aanwezig Sr-85 met een halfwaardetijd van 64,84 dagen en Sr-82 met een halfwaardetijd van 25,55 dagen zal potentieel besmet materiaal als radioactieve reststof behandeld worden en opgeslagen worden in de bergplaats radioactieve stoffen. De verwerking van radioactieve reststoffen is beschreven in paragraaf 2.4.5.

#### **2.4.2 Handelingen met andere open radioactieve stoffen**

Zie het vorige hoofdstuk.

#### **2.4.3 Handelingen met ingekapselde bronnen**

Ingekapselde bronnen worden voorafgaand en na gebruik opgeslagen in de bergplaats. Deze bergplaats voldoet aan de gestelde eisen.

- De effectieve dosis aan de buitenzijde is zo laag als redelijkerwijze mogelijk is. In ieder geval wordt er op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van het oppervlak van de bergplaats een dosisequivalent tempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur. Dit wordt bereikt door deze bergplaats uit te rusten met adequate afscherming.
- De buitenzijde van de bergplaats is voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOFFEN' en van een duidelijk waarschuwingsteken.
- De bergplaats is uitsluitend toegankelijk voor de ondernemer of personen die daartoe de bevoegdheid hebben gekregen.
- De constructie van de bergplaats waarborgt een brandwerendheid van ten minste 60 minuten.
- De bergplaats wordt bekend gemaakt bij de brandweer wanneer deze is gebouwd.

#### **2.4.4 Opslag van radioactieve stoffen**

##### **Opslag van de generatoren**

De Sr-82/Rb-82-generatoren zijn tijdens hun gebruikperiode opgeslagen in bergplaatsen. Deze bergplaatsen voldoen aan de gestelde eisen.

- De effectieve dosis aan de buitenzijde is zo laag als redelijkerwijze mogelijk is. In ieder geval wordt er op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van het oppervlak van de bergplaats een dosisequivalent tempo gemeten van meer dan 1 microsievert per uur. Dit wordt bereikt door deze bergplaats te voorzien van een adequate afscherming.
- De buitenzijde van de bergplaats is voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift 'RADIOACTIEVE STOFFEN' en van een duidelijk waarschuwingsteken.
- De bergplaats is uitsluitend toegankelijk voor de ondernemer of personen die daartoe de bevoegdheid hebben gekregen.
- De constructie van de bergplaats waarborgt een brandwerendheid van ten minste 60 minuten
- De bergplaats is bekend gemaakt bij de brandweer.

#### **2.4.5 Radioactieve reststoffen**

Voor zover als redelijkerwijs mogelijk worden radioactieve afvalstoffen gescheiden opgeslagen naar activiteit en naar halveringstijd. De radioactieve afvalstoffen worden als zodanig herkenbaar op een deugdelijke wijze opgeslagen in daarvoor bestemde ruimten die voldoen aan de eisen die gesteld worden aan een bergplaats. In het ziekenhuis worden diverse categorieën afval onderscheiden: huishoudelijk afval, organisch afval, medisch afval en radioactief afval.

Radioactief afval waarvan het aannemelijk is dat dit langer dan 2 jaar in het ziekenhuis zou moeten vervallen, mag niet in het ziekenhuis worden opgeslagen en dient zo spoedig mogelijk te worden, doch binnen 2 jaar, afgevoerd naar de erkende radioactieve afvalverwerker COVRA. Ingekapselde bronnen die niet meer worden gebruikt, worden ook via de erkende radioactieve afvalverwerker

COVRA afgevoerd. Voordat ingekapselde bronnen het ziekenhuis verlaten wordt het werkvoorschrift 'Besmettingsvrij verklaring' uitgevoerd.

Sr-82/Rb-82-generatoren worden na gebruik opgehaald door de leverancier van de generator.

Gezien de zeer korte halveringstijd van de 1,273 minuten is het Rb-82 snel genoeg vervallen om geen radioactieve reststof te zijn. Echter het potentieel aanwezig Sr-85 met een halfwaardetijd van 64,84 dagen en Sr-82 met een halfwaardetijd van 25,55 dagen zal potentieel besmet materiaal als radioactieve reststof behandeld worden en opgeslagen worden in de bergplaats radioactieve stoffen.

## 2.5 Rechtvaardiging

### 2.5.1 Algemene rechtvaardiging

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

### 2.5.2 Informatie ten behoeve van de rechtvaardiging

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## 2.6 Tijdsduur en ingangsdatum

**Tijdsduur:** De vergunning wordt aangevraagd voor onbepaalde tijd.

**Ingangsdatum:** Verzocht wordt, zo spoedig als mogelijk, de nieuwe vergunning in te laten gaan na goedkeuring van de wijziging van de vigerende vergunning.

Voor het ziekenhuis is al eerder een overeenkomstige vergunning voor handelingen met radioactieve stoffen met betrekking tot dezelfde plaats aan Stichting Laurentius Ziekenhuis verleend. De rechtvaardiging van de handelingen waarvoor middels de onderhavige aanvraag om vergunning wordt

gevraagd is in het kader van de eerdere vergunningprocedure al beoordeeld en positief bevonden. De typen handelingen van de uitbreiding van het ziekenhuis vallen geheel binnen deze reeds beoordeelde en gerechtvaardigd geachte handelingen.

Ook de risico-inventarisatie en -analyse stralingstoepassingen (RIAS) voor de reeds eerder vergunde toepassingen is in eerdere aanvragen beoordeeld en positief bevonden. Ook uit de in de deze aanvraag opgenomen RIAS blijkt dat in voldoende mate stralingshygiënische maatregelen worden genomen. De in de onderhavige aanvraag beschreven RIAS laat zien dat de blootstellingen van de werknemers geoptimaliseerd zijn.

## 2.6.1 Vergunningaanvraag: tijdsduur en ingangsdatum

**Tijdsduur:** De vergunning wordt aangevraagd voor onbepaalde tijd.

**Ingangsdatum:** Verzocht wordt, zo spoedig als mogelijk, de nieuwe vergunning na goedkeuring van de wijziging van de vigerende vergunning.

### **3 Gegevens over organisatie en deskundigheid**

#### **3.1 Het stelsel van deskundigen en opleidingen**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### **3.2 Deskundigheid en toezicht ten aanzien van Arbo- en milieuaspecten**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### **3.3 Organisatie van stralingsbescherming bij een verzamel vergunning**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### **3.4 Organisatie van stralingsbescherming bij een complex vergunning**

Niet van toepassing.

#### **3.5 Medische deskundigheid; verantwoordelijkheidsstructuur**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## **4 Gegevens over risico's en maatregelen**

### **4.1 Maatregelen gericht op de bescherming van werknemers**

Uitgangspunten bij de bescherming van werknemers zijn: rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimitering. Deze uitgangspunten zijn uitgewerkt in het beleidsdocument "regeling stralingshygiëne". Zie ook bijlage 13.

#### **4.1.1 Röntgentoestellen en versnellers**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### **4.1.2 Ingekapselde bronnen**

Het blootstellingspad bij ingekapselde bronnen betreft hoofdzakelijk uitwendige blootstelling. In het geval van incidenten speelt uitwendige en inwendige besmetting een rol. Uitwendige blootstelling wordt ingeperkt door de afschermbare verpakkingen waarin de bronnen zich bevinden. Het dosistempo buiten de verpakking is minimaal. Na gebruik worden de bronnen direct weer opgeborgen in de afgesloten bergplaats met loodafscherming. Van alle bronnen wordt een bronadministratie bijgehouden. Verder worden de bronnen ten minste eenmaal per jaar met behulp van een veegproef gecontroleerd op lekkage of nadat een incident met de bron zich heeft voorgedaan.

Zie ook bijlage 5 voor de lijst met ingekapselde bronnen.

#### **4.1.3 Open radioactieve stoffen met kunstmatige radionucliden**

Het blootstellingspad bij open bronnen is uitwendige bestraling, uitwendige besmetting en inwendige besmetting. Om de besmetting ten gevolge van open bronnen zoveel mogelijk te beperken is het middels werkinstructies verplicht om handschoenen te dragen tijdens het hanteren van open bronnen. Hiermee wordt een groot gedeelte van het risico op besmetting ingeperkt. Het gebruik van afschermingsspuithulzen en een loodschermbank biedt extra bescherming voor de medewerker tegen uitwendige bestraling.

Verder is er een besmettingsmonitor op de afdeling aanwezig om een eventuele besmetting te kunnen detecteren. Controle van de besmettingsmonitor vindt 1 maal per jaar plaats.

De handelingen met en de opslag van open radioactieve stoffen, ingekapselde bronnen en radioactief afval vinden plaats in speciaal daarvoor ingerichte radiologische ruimten in de radiologische zones. Die zones zijn uitsluitend toegankelijk door middel van een personeelspas. In de radiologische (neven)ruimten waar radioactieve stoffen worden toegepast heerst een ventilatievoud van minimaal 5 maal per uur dat de werknemer beschermt tegen een te hoge concentratie van radioactieve stoffen in de lucht.

Prikaccidenten met inwendige besmetting als gevolg worden voorkomen door het gebruik van een infuussysteem, dan wel een perspex houder voor het veilig kunnen recappen van een naald; een zogenaamde NERD of NEEdle Recapping Device. Bij het toedienen van radioactieve stoffen met een verhoogd stralingsrisico kan gebruik worden gemaakt van celstofmatten om eventuele besmettingen op te vangen.

De werkruimten waar bronnen worden toegepast worden aangemerkt als bewaakte zone, aangezien de mogelijk door een werknemer in de ruimte te ontvangen effectieve dosis hoger is dan 1 mSv in een kalenderjaar en lager dan 6 mSv in een kalenderjaar.

Alle wanden en vloeren in de ruimten zijn van goed decontamineerbaar materiaal gemaakt. Ook het interieur is goed decontamineerbaar. Voordat de kamers in gebruik worden genomen, worden er stralingsmetingen verricht om de stralingshygiëne te waarborgen. De toegang tot de afdeling is beperkt middels een personeelspas systeem. De handelingen met stralingsbronnen zijn uitsluitend toegestaan nadat deze zijn vergund.

De jaarlijkse effectieve lichaams- en ooglensdosis van de medewerker per 1 FTE resulteert in circa 4 mSv. De jaarlijkse extremiteiten-/huid dosis is circa 54 mSv. Dit is ten gevolge van de reguliere handelingen en voorzien onbedoelde gebeurtenissen en zonder persoonlijke beschermingsmiddelen. De medewerkers zijn binnen Stichting Laurentius Ziekenhuis als blootgestelde B-werknemers geclassificeerd.

Rb-82			Persoonsdosis				
			Externe bestraling			Ingestie	Inhalatie
Afdeling	Aantal personen [#]	Omschrijving	effectieve dosis	equivalente dosis ooglens	equivalente dosis huid/ extremiteiten	effectieve dosis	effectieve dosis
			[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]
NG	8	Reguliere handelingen	2,143	1,805	25,927	0,000	0,000
		Voorziena Onbedoelde Gebeurtenissen	2,105	1,759	28,012	0,000	0,000
		Totaal	4,248	3,564	53,939	0,000	0,000

Zie ook bijlage 4 voor de isotopen inventaris.

#### 4.1.4 Open radioactieve stoffen met van nature voorkomende radionucliden

Niet van toepassing.

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

#### 4.1.5 Categorie-indeling van blootgestelde werknemers

Gelet op de resultaten van de risicoanalyse zullen een aantal medewerkers van Stichting Laurentius Ziekenhuis in de B -categorie worden geplaatst.

#### 4.1.6 Persoonsdosimetrie

Sommige werknemers van Stichting Laurentius Ziekenhuis die ingedeeld zijn als radiologisch werknemer zullen de wettelijk voorgeschreven persoonsdosimeter dragen. Om speciale redenen kan ook een elektronische dosimeter gedragen worden afhankelijk van de werkzaamheden. Dit kan ook een lichaamsdosimeter met aanvullende extremiteitendosimeter zijn. Het betreft in het bijzonder werknemers die zwanger zijn. Deze dosimeters zijn in het bijzonder bedoeld om bij overschrijding van ingestelde grenswaarden voor de dosis en het dosistempo actie te kunnen ondernemen. Deze dosimeters worden tevens gebruikt in het kader van ALARA om aan de hand van blootstellingssituaties en gemeten dosis(tempo)niveau adequate maatregelen te kunnen nemen. Indien daartoe aanleiding bestaat, zal aanvullend aan de persoonsdosismetingen ook ruimtemonitoring worden ingevoerd.

#### 4.1.7 Beschermingsmaatregelen

##### Gedragsregels en voorwaarden

Gedragsregels voor handelingen met stralingsbronnen zijn beschreven in stralingsbeschermingsvoorschriften. Naast de gedragsregels zijn ook voorwaarden voor het gebruik van stralingsbronnen vastgelegd in stralingsbeschermingsvoorschriften. Hierna zijn een aantal voorbeelden van deze gedragsregels en voorwaarden gegeven.

##### Alle type stralingsbronnen

- Van de werknemers wordt verwacht dat zij voor aanvang van de handelingen kennis hebben genomen van de voor hen relevante informatie van de bij handeling horende risicoanalyse.
- Stralingsbronnen worden gebruikt volgens vastgestelde instructies en protocollen.
- Metingen worden uitgevoerd met geschikte en gekalibreerde meetapparatuur.
- Blootgestelde werknemers dragen de aan hen beschikbaar gestelde persoonsdosimeter.
- Werknemers worden geadviseerd – en in sommige gevallen verplicht - om nieuwe handelingen eerst te oefenen met dummy-bronnen.
- Relevante gegevens over stralingsbescherming worden geregistreerd.

##### Open stoffen

- Handelingen met open radioactieve stoffen vinden plaats in radionuclidenlaboratoria of nevenruimtes.
- Radionuclidenlaboratoria en nevenruimtes zijn voorzien van een toegangsbeveiliging.
- Handelingen zijn kwalitatief en kwantitatief beschreven in protocollen of werkinstructies.
- Werknemers controleren werkplekken regelmatig op radioactieve besmettingen tijdens de handelingen en in elk geval na afloop van de handelingen.
- Werknemers zijn verplicht gebruik te maken van de aangereikte beschermingsmiddelen.

- Ramen kunnen niet worden geopend en deuren blijven zoveel mogelijk gesloten in verband met het handhaven van de drukken.
- Werknemers eten, roken, drinken niet en dragen geen sieraden en make-up in laboratoria.
- Werknemers beschikken over passende, beschermende kleding, zoals laboratoriumjassen, veiligheidsbrillen, veiligheidsschoenen, handschoenen, enz. en gebruiken deze kleding op correcte wijze.
- Radioactief afval wordt gescheiden ingezameld van conventioneel afval.
- Radioactieve stoffen worden opgeslagen in afsluitbare goed decontamineerbare bergplaatsen.

#### Ingekapselde radioactieve bronnen

- Ingekapselde radioactieve bronnen worden volgens voorschrift periodiek op lek gecontroleerd.
- Werknemers zijn verplicht gebruik te maken van de aangereikte beschermingsmiddelen
- Ingekapselde radioactieve bronnen worden bewaard in afsluitbare, goed decontamineerbare bergplaatsen.

#### **Toegang tot de radiologische ruimten en nevenruimtes**

De toegang tot radiologische en neven ruimten is geregeld m.b.v. cijfercodes, pasjes en/of sloten.

#### ***Overzicht van andere maatregelen voor het ziekenhuis:***

- Tijdens handelingen met (mogelijk) radioactieve producten dient men altijd handschoenen te dragen.
- Handschoenen dienen regelmatig te worden gecontroleerd op radioactieve besmetting.
- Om kruisbesmetting te voorkomen dient men de handschoen uit te doen voor het aanpakken van niet radioactieve producten.
- Na afloop van de handelingen dienen de werkplek en gebruikte materialen op radioactieve besmetting te worden gecontroleerd.
- Alle personen en goederen dienen voor het verlaten van de radiologische zone te worden gecontroleerd op radioactieve besmetting.
- Besmette kleding dient zo snel mogelijk te worden verwisseld.
- Radioactieve besmettingen dienen aan de stralingsdeskundige te worden gemeld.

#### **4.1.8 Stralingsmeetapparatuur**

Stralingsmeetapparatuur in het ziekenhuis is enerzijds van essentieel belang voor de procesvoering, anderzijds ook voor de stralingsbescherming van personen. Om te zorgen dat de aanwezige apparatuur ook naar behoren functioneert, worden de meetapparaten regelmatig gecontroleerd en/of gekalibreerd.

De stralingsmeetapparatuur wordt periodiek gecontroleerd op constantheid met behulp van ijkbronnen (ingekapselde bronnen). Alle stralingsdetectoren worden een keer per jaar extern gevalideerd/gekalibreerd, losse monitoren worden over het jaar verspreid gekalibreerd door een externe partij. Vaste monitoren worden een keer per jaar op locatie gekalibreerd door een externe partij. De dosis kalibratoren worden voorafgaand aan hun eerste ingebruikname aan de hand van ijkbronnen ingesteld voor specifieke radionucliden.

#### 4.1.9 Dosismetingen voor werknemers

##### I. Blootgestelde werknemers van het ziekenhuis

Werkzaamheden met radioactieve stoffen worden uitsluitend uitgevoerd door getraind, gekwalificeerd en bevoegde medewerkers. Deze medewerkers zijn verantwoordelijk voor de ontvangst van radioactieve goederen, het bereiden van radiofarmaca, kwaliteitscontrole van radiofarmaca, het optrekken van spuiten met radiofarmaca, het klaarmaken van transport van radiofarmaca en de distributie daarvan, de (tijdelijke) opslag van radioactieve stoffen/bronnen, de registraties en de aan deze handelingen verbonden kwaliteits- en stralingsbeschermingscontroles.

Blootgestelde werknemers dragen een persoonsdosimeter. De persoonsdosimeter meet de  $H_p(10)$ , het persoonsdosisequivalent op een diepte van 10 mm in zacht weefsel. De  $H_p(10)$  kan als een goede schatter voor de effectieve dosis worden gebruikt. De blootgestelde werknemer categorie A dragen naast de persoonsdosimeter tevens extremiteiten dosimeters. De persoonsdosimeter meet de  $H_p(0,07)$ , het dosisequivalent op een diepte van  $70\mu\text{m}$  in zacht weefsel. De  $H_p(0,07)$  kan als een goede schatter voor de oppervlakte dosis worden gebruikt.

De meetresultaten worden periodiek vergeleken met de dosisschattingen.

Bij werknemers van het ziekenhuis zijn in de afgelopen jaren conform voorschrift persoonsdosismetingen uitgevoerd. In bijlage 14, 15 en 16 in de stralingsjaarverslagen staat hiervan een overzicht gegeven. Die gegevens laten zien dat de beroepsmatige blootstelling van individuele werknemers op enkele uitschieters na lager is dan 6 mSv per jaar.

##### II. Personen buiten het ziekenhuis, op het terrein van de Stichting Laurentius Ziekenhuis

Personen, waaronder niet-blootgestelde werknemers van Stichting Laurentius Ziekenhuis, werknemers en/of bezoekers kunnen zich in de directe omgeving van het ziekenhuis bevinden. Om de effectieve dosis van de personen te kunnen berekenen zijn rondom de faciliteit een aantal terreingrensmmeetpunten gedefinieerd (zie plattegrond, bijlage 3).

##### III. Externe werknemers

Externe werknemers kunnen onderhoudswerkzaamheden uitvoeren. Voor al deze werkzaamheden geldt dat de externe werknemer zich vooraf en op de dag van werkzaamheden moet melden bij het ziekenhuis. Zo kan vooraf een inschatting van de werkzaamheden en een planning worden gemaakt. Er dient een werkvergunning afgegeven te worden. Waar mogelijk worden werkzaamheden door externe werknemers zo gepland dat zij niet blootgesteld kunnen worden, en niet in aanraking kunnen komen met radioactieve stoffen.

#### 4.1.10 Risicoanalyse werknemers

Handelingen met stralingsbronnen kunnen Roermond tot blootstelling aan ioniserende straling van mensen. Om inzicht te krijgen in het stralingsrisico en om te kunnen vaststellen welke beschermingsmaatregelen nodig zijn, zijn en worden risico-inventarisaties en –evaluaties uitgevoerd (RIAS). Voor de risicoanalyse bij beroepsmatige blootstelling wordt gebruik gemaakt van de methode zoals beschreven in RIVM-rapport *Leidraad Risicoanalyse stralingstoepassingen (rapportnr. 620850001/2010)*. De uitgangspunten, berekeningen en resultaten van de RIAS zijn gegeven in

bijlage 11. In deze bijlage worden generiek berekend wat de risico's zijn. Op basis van de hoogte van de risico's worden dan ook de generieke mitigerende acties gemeld.

Op basis van deze risicoanalyses worden de medewerkers ingedeeld in categorie B. Categorie B - werknemers zijn blootgestelde werknemers conform het Besluit Stralingsbescherming. Tot de categorie B behoren de radiologische werkers, die bevoegd zijn tot het verrichten van radiologische werkzaamheden waarbij het niet nodig of billijk is dat een effectieve persoonsdosis wordt ontvangen boven de 6 millisievert (mSv). Zie ook hieronder de samenvatting van de mogelijke dosis.

Rb-82		Persoonsdosis					
		Externe bestraling			Ingestie	Inhalatie	
Afdeling	Aantal personen	Omschrijving	effectieve dosis	equivalente dosis ooglen	equivalente dosis huid/extremiteten	effectieve dosis	effectieve dosis
	[#]		[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]	[mSv per persoon per jaar]
NG	8	Reguliere handelingen	2,143	1,805	25,927	0,000	0,000
		Voorziena Onbedoelde Gebeurtenissen	2,105	1,759	28,012	0,000	0,000
		Totaal	4,248	3,564	53,939	0,000	0,000

Dit levert een risicoanalyse op met de onderstaande voorzien onbedoelde gebeurtenissen (VOGs).

RISICO EVALUATION												
Scenario	Handelingen	Toelichting	Frequentie	Effect	Waarafrij-lijkheid	Toelichting	Risicogetal	Risico groep	Interventie	Mitigerende actie	Rb-82	
											B	E
A. Elutie	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten 0.5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
A. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO03 Besmetting/spill 0.5%	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO04 Bron uit afscherming	1	Jaarlijks	1	7	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.7	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO07 Inwendige besmetting door injectie	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
A. VO09 Huidbesmetting 0.01%	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. Toeliening	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten 0.5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
B. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO03 Besmetting/spill 0.5%	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO04 Bron uit afscherming	1	Jaarlijks	1	7	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.7	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO07 Inwendige besmetting door injectie	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
B. VO09 Huidbesmetting 0.01%	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. OC	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten 0.5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
C. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO03 Besmetting/spill 0.5%	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO04 Bron uit afscherming	1	Jaarlijks	1	5	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO07 Inwendige besmetting door injectie	1	Jaarlijks	1	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
C. VO09 Huidbesmetting 0.01%	1	Jaarlijks	1	1	0.5	Denkbaar10-4	0.5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. PET Scan	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten 0.5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
D. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO03 Besmetting/spill 0.5%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO04 Bron uit afscherming	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO07 Inwendige besmetting door injectie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO09 Huidbesmetting 0.01%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. Oplag	1	Wekelijks	3	1	10	Te verwachten 0.5	30	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
D. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO03 Besmetting/spill 0.5%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO04 Bron uit afscherming	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO07 Inwendige besmetting door injectie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
D. VO09 Huidbesmetting 0.01%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. Verwerking van radioactieve reststoffen	52	Wekelijks	3	1	10	Te verwachten 0.5	30	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
E. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO03 Besmetting/spill 0.5%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO04 Bron uit afscherming	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO07 Inwendige besmetting door injectie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
E. VO09 Huidbesmetting 0.01%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. Onderhoud/Schoonmaak	52	Wekelijks	3	1	10	Te verwachten 0.5	30	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	B	E
F. VO01 Besmetting/spill 100%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO02 Besmetting/spill 50%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO03 Besmetting/spill 0.5%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO04 Bron uit afscherming	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO05 Inwendige besmetting door inhalatie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO06 Inwendige besmetting door ingestie (0.01%)	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO07 Inwendige besmetting door injectie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.1	ijna niet denkbaar10-6	0.05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO08 Emersie	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
F. VO09 Huidbesmetting 0.01%	0	< 1 keer per jaar	0.5	1	0.5	Denkbaar10-4	0.25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	B	E
TOTAAL REGULIER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL VOORZIENEN ONBEDOELDE GEBEURTENIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 4.2 Maatregelen gericht op het milieu

### 4.2.1 Beschrijving van de maatregelen

In paragraaf 4.1 zijn een groot aantal maatregelen vermeld die gericht zijn op de bescherming van werknemers. Deze maatregelen dragen – afzonderlijk dan wel in onderlinge samenhang - ook bij aan de bescherming van het milieu.

Stralingstoepassingen zijn uitsluitend toegestaan als de ruimte, de inrichting en de bij deze ruimte horende radiologische faciliteiten voldoen aan de van toepassing zijnde regelgeving, richtlijnen en handreikingen. Het betreft o.a. de brochure *Bijlage Radionucliden-laboratorium*. Radiologische ruimten en stralingsbronnen worden voorafgaand aan de ingebruikname m.b.v. inspectielijsten gecontroleerd (acceptatie-inspectie). Al dan niet in samenhang met de bescherming van werknemers zijn ter bescherming van de omgeving o.a. de volgende maatregelen genomen:

- Daar waar met radioactieve bronnen wordt gewerkt, wordt zoveel mogelijk gewerkt met bronafschermingen welke passen bij de betreffende radionuclide.
- Er zijn materialen en procedures aanwezig om een eventuele spill doeltreffend op te ruimen. De medewerkers ontvangen hiervoor training.
- Radioactieve reststoffen worden gescheiden en waar mogelijk pas na voldoende fysisch verval afgevoerd. Afgestorven afval dat voldoet aan de van toepassing zijnde voorwaarden wordt vervolgens als specifiek ziekenhuisafval in daarvoor bestemde containers afgevoerd.
- Materialen die de locatie verlaten worden vooraf nagemeten en pas na besmettingsvrij verklaring afgevoerd.
- Personen dienen zich te controleren op de afwezigheid van radioactieve besmettingen door middel van aanwezige hand-voetmonitoren alvorens zij de ruimte mogen verlaten.
- Procedures zijn aanwezig in geval van besmetting van personen.
- Er zijn calamiteitenprocedures aanwezig en er is een bedrijfsnoodplan.
- Er zijn voldoende getrainde BHV'ers.

### ***Overzicht van scheiding en verwerking van reststoffen en afval***

In paragraaf 2.4.4 & 2.4.5 is een beschrijving opgenomen van de wijze waarop binnen het ziekenhuis omgegaan wordt met radioactief afval. Aanvullend aan die beschrijving kan de behandeling van radioactief afval in de faciliteit als volgt worden omschreven:

- Rb-82-reststoffen. Deze worden een dag na productie verzameld in een afvalvat. Afvoer: als het afvalvat vol is.
- Naalden en spikes worden in kokers verzameld. Afvoer naar bergplaats radioactieve stoffen is dagelijks.
- Contactafval (afval dat mogelijk besmet is). Afvoer naar bergplaats radioactieve stoffen is dagelijks.
- Etiketten, tape en papieren waarop het klaverbladsymbool zichtbaar is worden apart ingezameld. Afvoer naar bergplaats radioactieve stoffen is dagelijks.
- Radioactieve reststoffen die binnen 2 jaar verval nog steeds boven de vrijstellingslimiet vallen zullen periodiek worden afgevoerd naar de COVRA.

- Alle stromen van reststoffen en afval worden door gekwalificeerd personeel gecontroleerd en afgevoerd naar bergplaats radioactieve stoffen, leverancier, COVRA of afvalverwerker.

## 4.2.2 Mogelijke stralingsblootstelling buiten de locatie

### 4.2.2.1 Bijlage AGIS

#### Mogelijke stralingsblootstelling buiten de locatie

De stralingsrisico's voor het milieu, inclusief leden van de bevolking, worden bepaald m.b.v. bijlage 10 van de ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming "*Rekenregels Analyse Gevolgen Ioniserende Straling*" (zie bijlage 6). Aan de hand van informatie over bronsterkte, afstanden, tussenliggende afschermingen en de tijdsduur van de stralingsemissie is voor relevante combinaties van stralingsbronnen en posities op de locatiegrens van Stichting Laurentius Ziekenhuis de bijdrage aan het omgevingsdosisequivalent,  $H^*$ , berekend. Het omgevingsdosisequivalent is gelijkgesteld aan de individuele dosis voor externe blootstelling ( $ID_{ext}$ ). De afzonderlijke bijdragen van de diverse bronpunten zijn daarna per positie gesommeerd. De posities op locatiegrens van Stichting Laurentius Ziekenhuis evenals de afstanden van de stralingsbronnen tot die posities zijn vermeld in bijlage 6. Voor de diverse posities op de locatiegrens is m.b.v. de zogenoemde ABC-factoren een berekening gemaakt van de actuele individuele dosis (AID), volgens  $AID = ABC\text{-factor} * ID_{ext}$ . Daarnaast is voor de locatiegrens, met behulp van het kenmerk "bewoning" de multifunctionele externe blootstellingsdosis,  $MID_{ext}$ , berekend, volgens:  $MID_{ext} = 0,25 * ID_{ext}$ .

De uitgevoerde berekeningen, de uitgangspunten en de resultaten zijn in meer detail beschreven in bijlage 6. Uit deze berekeningen is te concluderen dat de omgevingsdosisequivalent, welke gelijk is gesteld aan de individuele dosis voor externe blootstelling ( $ID_{ext}$ ), 0,63 micro Sievert per jaar is. Dit is wanneer alle maximale ingekochte activiteit de faciliteit de standaard stappen doorgaat (ergo een worst case situatie vanuit dosis berekening). De multifunctionele externe blootstellingsdosis,  $MID_{ext}$ , is  $ID_{ext} = 0,63$  micro Sievert per jaar, gezien het feit dat naast het ziekenhuis parkeerplaatsen gesitueerd zijn die geen extra, naast de lokale loodafscherming en de 30 cm beton, afschermingen billijken. Tenslotte is de AID uitgerekend. Hier is de ABC factor voor parkeren van 0,01 meegenomen. Hiermee wordt de AID afgerond 0,0063 micro Sievert per jaar.

Rekening houdende met een reeds vergunde ID van 22,1 micro Sievert per jaar is dit een verhoging van iets minder dan 3%. De ID wordt dan 22,7 micro Sievert per jaar. De MID wordt 22,7 micro Sievert per jaar. De AID wordt 0,231 micro Sievert per jaar.

Geconcludeerd wordt dat de genomen beschermingsmaatregelen in voldoende mate bijdrage aan het beperken van de uitwendige blootstelling van personen die verblijven buiten de locatie van Stichting Laurentius Ziekenhuis Roermond.

## Lozing in de lucht

Stichting Laurentius Ziekenhuis voert handelingen uit met open radioactieve stoffen, generatoren, ingekapselde bronnen en andere bronnen die gerekend worden tot de omhulde bronnen. Passend bij de (fysieke) kenmerken en de beheerkenmerken wordt lozing van radioactieve stoffen in de lucht uitsluitend mogelijk geacht vanuit de open bronnen. De dosisbijdrage door lozing in lucht wordt derhalve beperkt tot berekeningen voor open radioactieve stoffen. De dosisbijdrage door lozing van radioactieve stoffen in de lucht wordt berekend voor de blootstellingsweg *inhalatie*. Andere blootstellingswegen zijn niet van toepassing.

De berekening van de maximale jaarlijkse emissie,  $L_{max}$ , (uitgedrukt in het aantal  $Re_{inh}$ ) verloopt als volgt (zie AGIS):

$$L_{max} = \sum_i A_{l,i} / Re_{inh,i} = \sum_i A_{l,i} \cdot e_{inh,i}$$

waarin :

$L_{max,i}$  = maximale jaarlijkse emissie in lucht vanuit een locatie, gesommeerd over alle radionucliden  $i$  (uitgedrukt in aantal  $Re_{inh}$ )

$A_{l,i}$  = maximale (theoretisch mogelijke) lozing in een jaar in lucht van radionuclide  $i$  [Bq]

$Re_{inh,i}$  = radiotoxiciteitsequivalent voor inhalatie van radionuclide  $i$  [Bq]

$e_{inh,i}$  = inhalatiedosiscoëfficiënt voor volwassen leden van de bevolking voor radionuclide  $i$  [Sv/Bq]

De maximaal jaarlijkse lozing wordt berekend m.b.v. de volgende formule:

$$A_{L,i} = A_{inkoop,i} \cdot 10^{-pi-4-s_i} \cdot CR_{L,i}$$

waarin:

$A_{L,i}$  = maximale (theoretisch mogelijke) lozing van radionuclide  $i$  in een jaar in lucht, gecorrigeerd voor cumulatie in het milieu [Bq]

$A_{inkoop,i}$  = hoeveelheid die in één jaar wordt gekocht voor een bepaalde handeling van radionuclide  $i$  dan wel ontstaat door elutie vanuit een generator [Bq]

$p_i$  = parameter voor de verspreidingskans bij de beschouwde handeling met radionuclide  $i$

$s_i$  = effectiviteitsparameter voor het filtersysteem voor radionuclide  $i$

$CR_{L,i}$  = correctiefactor voor lozing in lucht voor de fysische halveringstijd voor radionuclide  $i$ .

Voor relevante handelingen is een schatting gemaakt van (1) de activiteit, (2) de tijdsduur, (3) de verspreidingskans en (4) de effectiviteit van luchtfilters. In bijlage 7 is een overzicht gegeven van de uitkomsten van de berekening voor de luchtlozingen vanuit het ziekenhuis.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de totale luchtlozing  $L_{max}$   $4,58E-4$  micro Sievert is. Dit is ver onder het secundair toetsingsniveau  $L_{sn}$  van 1 micro Sievert.

Rekening houdende met een reeds vergunde  $L_{max}$  van 0,14 micro Sievert per jaar is dit een verhoging van 0,33 %. De  $L_{max}$  blijft hiermee 0,14 micro Sievert per jaar.

Geconcludeerd wordt dat de genomen beschermingsmaatregelen in voldoende mate bijdragen aan het beperken van de lozing in lucht buiten de locatie van Stichting Laurentius Ziekenhuis Roermond.

## Lozing op het water

De dosisbijdrage door lozing van radioactieve stoffen in water wordt berekend voor de blootstellingsweg *ingestie*. Lozing vindt uitsluitend plaats via het openbare riool dat via een waterzuiveringsinstallatie op het oppervlaktewater loost. Stichting Laurentius Ziekenhuis voert handelingen uit met open radioactieve stoffen, generatoren en ingekapselde bronnen. Passend bij de (fysieke) kenmerken en de beheerkenmerken van de gehanteerde ingekapselde bronnen, generatoren en omhulde bronnen wordt lozing van radioactieve stoffen van die bronnen in het openbare riool uitgesloten geacht. De dosisbijdrage door lozing in water wordt derhalve beperkt tot berekeningen voor lozing in het openbare riool van open radioactieve stoffen.

Ter bepaling van de maximale jaarlijkse emissie,  $W_{max}$ , (uitgedrukt in het aantal  $Re_{ing}$ ) wordt de volgende berekening uitgevoerd (zie AGIS).

$$W_{max} = \sum_i A_{w,i} / Re_{ing,i} = A_{w,i} \cdot e_{ing,i}$$

waarin:

$W_{max}$  = maximale jaarlijkse emissie in water vanuit een locatie (uitgedrukt in aantal  $Re_{ing}$ )

$A_{w,i}$  = maximale (theoretisch mogelijke) lozing in een jaar in water van radionuclide  $i$  [Bq]

$Re_{ing,i}$  = radiotoxiciteitsequivalent voor ingestie van radionuclide  $i$  [Bq]

$e_{ing,i}$  = ingestiedosiscoëfficiënt voor volwassen leden van de bevolking voor radionuclide  $i$  [Sv/Bq]

De maximale (theoretisch mogelijke) jaarlijkse lozing van radionuclide  $i$ , gesommeerd over alle handelingen met radionuclide  $i$ , wordt berekend m.b.v. de volgende formule:

$$A_{w,i} = \sum_{handeling} A_{inkoop,i} \cdot Z \cdot V \cdot W \cdot 10^{-si} \cdot CR_w$$

waarin:

$A_{w,i}$  = maximale (theoretisch mogelijke) lozing in een jaar in water van radionuclide  $i$ , gecorrigeerd voor cumulatie in het milieu [Bq]

$A_{inkoop,i}$  = hoeveelheid van radionuclide  $i$  dat in één jaar wordt gekocht wordt dan wel via elutie verkregen wordt voor een bepaalde handeling [Bq]

$Z_i$  = correctiefactor voor radionuclide  $i$  voor uitscheiding van patiënten [1]

$V_i$  = correctiefactor voor radionuclide  $i$  voor kans op lozing op het riool

$W_i$  = correctiefactor voor radionuclide  $i$  voor uitscheiding van proefdieren

$s_i$  = effectiviteitsparameter voor het filter- of tanksysteem voor radionuclide  $i$

$CR_{w,i}$  = correctiefactor voor radionuclide  $i$  voor lozingen in water voor de fysische halveringstijd.

Evenals bij de luchtlozing wordt de lozing naar het openbare riool berekend op basis van de gegevens over de hoeveelheden radioactieve stoffen waarmee de handelingen worden uitgevoerd.

Uitscheiding door patiënten kan plaatsvinden, echter niet door proefdieren; in het ziekenhuis worden radiofarmaca toegediend enkel aan patiënten. De parameters  $Z$  en  $W$  zijn derhalve beide gelijk aan 1. Eventuele lozing in het openbare riool, indien dit al plaatsvindt, betreft uitsluitend vloeistoffen. De parameter  $V$  is mogelijk daar er een afvoer naar het openbaar riool is en daarmee gelijkgesteld aan 0,1. In het waterafvoersysteem zijn geen leidingen en/of betijltanks aangebracht,

zodat de effectiviteitsparameter voor filter- en tanksystemen gelijk is aan 0. De fysisch verval correctiefactoren  $CR_w$  zijn per radionuclide bepaald aan de hand van hun fysische halveringstijd.

Noemenswaardig is het feit dat er normaliter geen lozing voorzien is. Er kan schoongemaakt worden of er kunnen handen besmet zijn die gewassen worden. Dit alles zal een fractie zijn dan de nu meegenomen worst case situatie.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de totale waterlozing  $W_{max}$  46,8 micro Sievert is. Dit is onder het secundair toetsingsniveau  $W_{sn}$  van 100.

Rekening houdende met een reeds vergunde  $W_{max}$  van 2,81E-2 micro Sievert per jaar is dit een verhoging van minder dan 3 %. De  $W_{max}$  wordt hiermee 1,00 micro Sievert per jaar.

Geconcludeerd wordt dat de genomen beschermingsmaatregelen in voldoende mate bijdragen aan het beperken van de lozing in water buiten de locatie van Stichting Laurentius Ziekenhuis Roermond.

### 4.2.3 Toetsing

Aan de hand van de paragrafen 4.2.3.1, 4.2.3.2 en 4.2.3.3 dient hier een toetsing te worden uitgevoerd van de drie emissies afzonderlijk plus een integrale toetsing.

#### 4.2.3.1 Berekening van de externe straling ID voor de locatiegrens

- De berekende waarde voor de externe blootstelling ( $ID_{ext}$ ), als gevolg van handelingen en opslag van open radioactieve stoffen, ingekapselde bronnen, reststoffen en radioactief afval in het ziekenhuis is gelijk aan, 22,7 micro Sievert per jaar is.
- Geconcludeerd wordt dat de maximale MID groter is dan het secundair toetsingsniveau, echter dat de maximale AID op de locatiegrens door externe straling met 0,227 microsievert voldoende klein.

#### 4.2.3.2 Lozing in de lucht

- De berekende waarde voor  $L_{max}$  voor het ziekenhuis bedraagt 0,14 micro Sievert per jaar.
- Het toetsingsniveau voor lozingen in lucht is gelijk aan 1.
- Geconcludeerd wordt dat de maximale lozing van radioactieve stoffen in de lucht kleiner is dan het toetsingsniveau.

#### 4.2.3.3 Lozing op het water

- De berekende waarde voor  $W_{max}$  voor het ziekenhuis bedraagt 1,00 micro Sievert per jaar is.
- Het toetsingsniveau voor lozingen in water (in het openbare riool)  $W_{sn}$  is gelijk aan 100.
- Geconcludeerd wordt dat de maximale lozing in water  $W_{max}$ , kleiner is dan  $W_{sn}$ .
- Het vergunningsniveau voor lozingen in water (in het openbare riool)  $W_{sn}$  is gelijk aan 10.
- Geconcludeerd wordt dat de maximale lozing in water  $W_{max}$ , kleiner is dan  $W_{vergunning}$ .

#### 4.2.4 Toetsing aan de locatie limiet

Volgens het AGIS-toetsingsmodel dienen niet alleen de afzonderlijke bijdragen van de externe straling, de luchtlozing en de waterlozing vanuit het ziekenhuis van Laurentius ziekenhuis in Roermond te voldoen aan hun toetsingscriterium, maar ook de som van de relatieve bijdragen van deze blootstellingen.

Hieronder zijn de relatieve bijdragen van de diverse belastingpaden gesommeerd. Geconcludeerd wordt dat het ziekenhuis van Laurentius ziekenhuis te Roermond aan de gestelde eisen voldoet.

Locatie	Afstand tot bron	MID ( $\mu\text{Sv/j}$ )	ID ( $\mu\text{Sv/j}$ )	AID ( $\mu\text{Sv/j}$ )	SN Niveau ( $\mu\text{Sv/j}$ )	Vergunning Aanvraag	%
Terrein grens	47,5 <small>(minimale afstand PET ruimte – terreingrens)</small>	22,7	22,7	0,227	10	10	2,27%
AGIS-lucht totaal		0,14			1	1	14%
AGIS-water totaal		1,00			100	10	1%
					TOTAAL		17,27%

Tabel: Sommatie over alle radiologische ruimten van de locatiedosis, de luchtlozing en de waterlozing

#### Onderbouwing van ALARA

In de voorgaande hoofdstukken en paragrafen is informatie verstrekt over de stralingsbronnen, radiologische handelingen en de radiologische voorzieningen. Tevens zijn modelmatige beschrijvingen gegeven over de mogelijke beroepsmatige stralingsbelasting, de stralingsbelasting van personen in de omgeving en de milieurisico's. Passend bij de aard en omvang van de stralingsbelasting en stralingsrisico's zijn beschermingsmaatregelen genomen. Deze maatregelen en de effecten daarvan zijn eveneens beschreven. Deze afsluitende paragraaf geeft inzicht in de mate waarin voldaan wordt aan het ALARA-beginsel. Voor de beschrijving van de organisatiestructuur van stralingsbescherming wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

*In het kader van ALARA zijn voor het ziekenhuis de volgende maatregelen genomen:*

##### Algemeen

- Handelingen met stralingsbronnen mogen uitsluitend worden uitgevoerd conform de kernenergiewet vergunning.
- Periodiek wordt gecontroleerd of aan de voorwaarden van verleende vergunning wordt voldaan. Indien overtredingen of tekortkomingen worden geconstateerd kunnen handelingen worden beperkt of worden stilgelegd.
- Handelingen zijn omschreven in werkinstructies en standaardwerkprotocollen
- Specifiek gericht op de stralingsbescherming zijn stralingsbeschermingsvoorschriften vastgesteld.
- De maximale hoeveelheden radioactieve stoffen waarmee de handelingen worden uitgevoerd worden zo veel als redelijkerwijs mogelijk beperkt.

- Handelingen worden uitsluitend uitgevoerd door daartoe opgeleide en gekwalificeerde medewerkers.
- Medewerkers worden uitsluitend betrokken bij handelingen nadat zij daartoe zijn geautoriseerd.
- Blootgestelde medewerkers dragen tijdens de uitvoering van hun handelingen persoonsdosimeters.
- In de risicoanalyse is de effectieve dosis van blootgestelde werknemers berekend ten gevolge van alle blootstellingspaden tijdens reguliere handelingen als ook voorzien onbedoelde gebeurtenissen. In deze berekeningen zijn de effecten van beschermingsmaatregelen zichtbaar gemaakt.
- Er zijn procedures die beschrijven hoe te handelen in het geval van incidenten.
- Door middel van vastgestelde besmettingscontrolemetingen wordt de kans en de omvang van radioactieve besmettingen in de ruimten zo veel mogelijk beperkt.
- Na afloop van de handelingen met open bronnen worden medewerkers gecontroleerd op radioactieve besmetting. Hiervoor is apparatuur aanwezig. De werkwijze is vastgelegd in een procedure en de medewerkers zijn hiervoor bekwaam en deskundig.
- Incidenten worden hiermee direct gemeld aan en zijn direct inzichtelijk voor de stralingsbeschermingsdeskundige en toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming. Daar waar nodig wordt direct actie ondernomen. De incidenten worden tevens periodiek geëvalueerd, waarbij aanpassing van procedures en bijscholing en/of aanvullende instructies of training nodig kan zijn.
- Het pakket van beschermingsmaatregelen en procedures wordt periodiek middels een zelfinspectie gecontroleerd. Het betreft o.a.:
  - o Jaarlijkse controle en controle bij in dienst treden van (nieuwe) medewerkers (A-werkers).
  - o TLD- meetresultaten worden maandelijks geanalyseerd.
  - o Periodiek vinden er besmettingscontroles plaats van de werkplekken.
  - o Er worden periodiek kwaliteitscontroles uitgevoerd aan de stralingsapparatuur.

#### **4.5 Maatregelen gericht op de bescherming van patiënten**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

De extra toevoeging in radiotoxiciteitseenheden, dan wel het extra gebruik van de Sr-82/Rb-82 generator en de bijbehorende ingekapselde bronnen levert geen noodzaak op voor de wijziging van de reeds genomen maatregelen met betrekking tot het werken met PET tracers (zoals F-18).

#### **4.6 Medisch wetenschappelijk onderzoek**

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

## 5 Andere aandachtspunten

Er zijn geen wijzigingen in dit hoofdstuk naar aanleiding van de in deze wijzigingsaanvraag gevraagde wijzigingen ten opzichte van het reeds vergunde conform vergunning 2017/0910-07.

De extra toevoeging in radiotoxiciteitseenheden, dan wel het extra gebruik van de Sr-82/Rb-82 generator en de bijbehorende ingekapselde bronnen levert geen noodzaak op voor de wijziging van het bedrijfsnoodplan, een beveiligingsplan of een beëindigingsplan.

## 6 Bijlagen

Overzicht van bijlagen bij de KEW vergunning wijzigingsaanvraag van de vigerende kernenergievergunning van de Stichting Laurentius Ziekenhuis, gevestigd te Roermond. Al deze bijlagen zijn los bijgevoegd.

Bijlage 1	Vigerende kernenergievergunning
Bijlage 2	Uittreksel Handelsregister van de Kamer van Koophandel
Bijlage 3	Plattegronden
Bijlage 4	Isotopen inventaris
Bijlage 5	Ingekapselde radioactieve bronnen
Bijlage 6	Berekeningen terreingrensdosis volgens de rekenregels AGIS
Bijlage 7	Berekeningen luchtlozingen volgens de rekenregels AGIS
Bijlage 8	Berekeningen waterlozingen volgens de rekenregels AGIS
Bijlage 9	Berekeningen belastingfactor radionuclide laboratorium
Bijlage 10	Berekening maximale radiotoxiciteitsequivalenten
Bijlage 11	Risico-inventarisatie en -evaluaties
Bijlage 12	HARAS
Bijlage 13	Procedure Beleid Stralingsbescherming
Bijlage 14	Stralingsjaarverslag 2020
Bijlage 15	Stralingsjaarverslag 2021
Bijlage 16	Stralingsjaarverslag 2022
Bijlage 17	Cardiogen information