



## **Risico Inventarisatie & Evaluatie**

**Stichting Laurentius Ziekenhuis te Roermond**

Dit document is opgesteld en gereviewed door:

Naam	Functie / Afdeling	Handtekening	Datum
██████████	Algemeen Coördinerend Stralingsdeskundige	██████████	30 Sep 2024
██████████	Coördinerend Stralingsdeskundige	██████████	30 Sep 2024

Dit document is goedgekeurd door:

Naam	Functie / Afdeling	Handtekening	Datum
██████████	Coördinerend Stralingsdeskundige		

Document geschiedenis:

Revisie nr.	Date	Reden voor revisie
1.0	30 september 2024	Finale versie

## INHOUD

<b>INHOUD</b>	<b>3</b>
<b>0 Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Methodes</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Medewerkers</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Radiologische Ruimten</b>	<b>6</b>
<b>2 Nucleaire Geneeskunde</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Methode 1 NCS Excel medewerkers dosis</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Methode 2 RIVM</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Methode 3 TLD</b>	<b>18</b>
<b>2.4 Conclusie Nucleaire Geneeskunde</b>	<b>19</b>
2.4.1 Medewerkers	19
2.4.2 Ruimtes	19
<b>3 Radiologie + kaak + urologie + OK</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Methode 1 NCS Excel medewerkers dosis</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Methode 2 RIVM</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Methode 3 TLD</b>	<b>30</b>
<b>3.4 Eindconclusie</b>	<b>31</b>
3.4.1 Medewerkers	31
3.4.2 Ruimtes	31
<b>Bijlage A Berekeningen NCS Nucleaire geneeskunde</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage B Berekeningen van radiologie</b>	<b>43</b>

## 0 Samenvatting

De Stichting Laurentius Ziekenhuis (LZR) in Roermond heeft een vergunning voor het gebruik van stralingsbronnen en apparatuur onder de Kernenergiewet. Om een veilige werkomgeving te waarborgen, heeft het LZR een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) opgesteld voor de blootstelling aan ioniserende straling. Deze RI&E is uitgevoerd onder toezicht van een stralingsbeschermingsdeskundige en omvat alle mogelijke risico's binnen de afdelingen Nucleaire Geneeskunde en Radiologie.

Er worden drie methoden gebruikt om de stralingsdoses te beoordelen; **NCS-rekenmodel, RIVM-leidraad en Persoonsdosimetrie (TLDs)**. Deze combinaties van methoden zorgen voor een bredere dekking van de risico's, zowel op individueel niveau als op ruimteniveau, zodat de veiligheid van medewerkers gewaarborgd blijft.

[mSv/jaar per persoon]	RI&E					TLD			Classificatie
	Externe dosis			Inwendige besmetting	Inhalatie/ingestie	Effectieve dosis 2023	Effectieve dosis 2022	Effectieve dosis 2021	
Functie	Effectieve dosis	Extremiteit Huid dosis	Oogdosis	Effectieve dosis	Effectieve dosis				
Nucleaire geneeskundig medewerker [8]	5,93	54,14	3,58	1,24*10 <sup>-2</sup>	1,82*10 <sup>-3</sup>	1,49	1,61	1,66	Categorie B
Nucleair geneeskundige [2]	4,68*10 <sup>-2</sup>	1,5		0,95	2,26*10 <sup>-2</sup>	0	0	0	Categorie B

Functie	NCS 2024 (mSv)	Totaal RIAS 2024 (mSv)	Badge uitslag 2016-2020	Classificatie
Interventieradioloog	11.9	18.45	8.5	Categorie A
Angiografielaborant	5.47	5.25	2.31	Categorie B
Cardioloog	6.6	9.8	7.58	Categorie A
Vaatchirurg	0.8	1.0	0.01	Categorie B
OK assistent (vaat)	0.26	0.36		Categorie B
Radioloog	0.3	1	0.01	Categorie B
MBB'er conventioneel	0.15	0.34		Categorie B
Pijnbestrijder	2.8	3.3	4.9	Categorie B
Pijnverpleegkundige	0.76	0.72		Categorie B
Uroloog	0.8	0.71	0.01	Categorie B
Urologisch VPK (poli.)	0.04	0.06		Categorie B
MDL arts	1.4	1.85	0.13	Categorie B
Funcielaborant (MDL)	0.24	0.3		Categorie B
Gynaecoloog	1.2	2.05		Categorie B
Echolaborant	0.18	0.33		Categorie B
Orthopeed	0.4	0.2		Categorie B
Chirurg	0.3	0.3		Categorie B
OK assistent (alg)	0.19	0.44		Categorie B

Functie	NCS 2024 (mSv)	Totaal RIAS 2024 (mSv)	Badge uitslag 2016-2020	Classificatie
CT/MRI laborant	0.13	0.99		Categorie B
Longarts	0.1	0.1		Categorie B
Mammog. laborant	0.18	0.33		Categorie B

Kamer	Kamer indeling
Nucleaire geneeskundig	
Alle inspuitkamers, bergplaatsen en modaliteitruimtes	
Radiologie + kaak + urologie + OK	
Kamer 6	Gecontroleerd
Kamer 5	Gecontroleerd
OK	Bewaakt
Alle rontgenkamers	Bewaakt
Pijnbehandeling	Bewaakt
Kamer urologie	Bewaakt
CT	Bewaakt

## 1 Inleiding

Stichting Laurentius Ziekenhuis (LZR), 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.

Voor een veilige en gezonde werkomgeving voor alle medewerkers worden over risico's nagedacht. Met het opstellen van deze risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) wordt zo veel als mogelijk voorkomen dat arbeidsrisico's over het hoofd worden gezien. Deze risico-inventarisatie en -evaluatie beschouwt alle mogelijke, bekende risico's en Voorziene Onbedoelde Gebeurtenissen met betrekking tot mogelijke risico's van blootstelling aan ioniserende straling.

Deze risico-inventarisatie en -evaluatie voor stralingstoepassingen is onder toezicht van en door een stralingsbeschermingsdeskundige opgesteld waarmee de verplichting op de beoordeling van de risico-inventarisatie en -evaluatie door een stralingsbeschermingsdeskundige is geborgd.

Deze risico-inventarisatie en -evaluatie voor stralingstoepassingen is opgezet voor alle mogelijke risico's van blootstelling aan ioniserende straling binnen Stichting Laurentius Ziekenhuis bestaand uit de afdeling Nucleaire Geneeskunde en Radiologie (inclusies kaak, urologie en OK).

### 1.1 Methodes

In het LZR wordt op verschillende manieren naar stralingsdoses gekeken. In principe worden drie methoden gebruikt;

De eerste gebruikte methode is het **rekenmodel van de NCS**. Deze richt zich vooral op risicoanalyse van personen en is meer kwantitatief van aard. Deze methode is prospectief, zodat risico's van handelingen bepaald kunnen worden voordat deze plaatsvinden.

De tweede gebruikte methode is uit de "**RIVM leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen**". Deze methode legt vooral de nadruk op risicoanalyse van kamers waar gebruik wordt gemaakt van straling en is vooral kwalitatief van aard (aan te vullen met cijfers).

Verder is de RI&E nagelopen met de laatste NPR-5662 Richtlijn stralingsbescherming binnen de risico-inventarisatie en -evaluatie uit maart 2024.

Tenslotte is er de check met de werkelijkheid door **persoonsdosimetrie met behulp van TLDs**. Deze methode is strikt retrospectief en dient meer als check op de RI&E om tijdig de RI&E bij te kunnen sturen als nodig.

De belangrijkste reden om deze methodes te combineren is dat medewerkers op verschillende kamers kunnen werken. De totale RI&E inventariseert op 2 niveaus de risico m.b.t. straling:

- Individuele medewerkers
- Radiologische Ruimten; Kamers op de afdeling beeldvormende technieken.

## 1.2 Medewerkers

In het gebouw waar Stichting Laurentius Ziekenhuis werken de volgende medewerkers per afdeling:

### Nucleaire Geneeskunde

- Nucleair geneeskundig medewerkers
- Nucleair geneeskundige

### Radiologie + kaak + urologie + OK

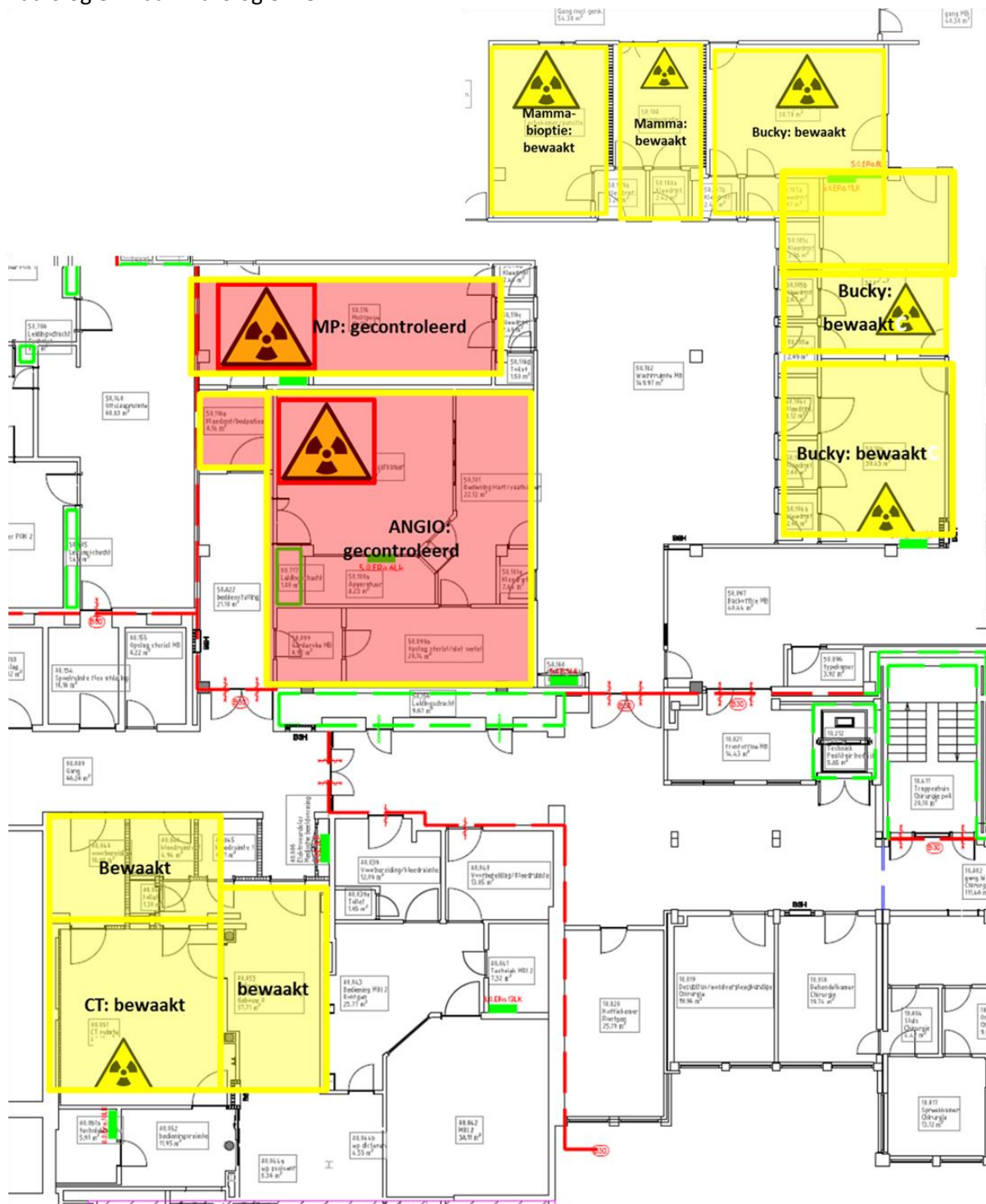
- Interventieradioloog
- Angiografielaborant
- Cardioloog
- Vaatchirurg
- OK assistent (vaat)
- Radioloog
- MBB'er conventioneel
- Pijnbestrijder
- Pijnverpleegkundige
- Uroloog
- Urologisch VPK (polikl.)
- MDL arts
- Functielaborant (MDL)
- Gynaecoloog
- Echolaborant
- Orthopeed
- Chirurg
- OK assistent (alg)
- CT/MRI laborant
- Longarts
- Mammografie laborant

## 1.3 Radiologische Ruimten

In het gebouw waar Stichting Laurentius Ziekenhuis haar radiologische handelingen uitvoert, wordt onderscheid gemaakt tussen radiologische zones en een kantoorgedeelte. Het ziekenhuis beschikt over een radionuclidenlaboratorium op C-niveau, verschillende nevenruimtes zoals de PET scan ruimte en een 2 bergplaatsen voor radioactieve stoffen. De radiologische zones zijn onderverdeeld in gecontroleerde zones en bewaakte zones. In de gecontroleerde zones, zoals de angiokamer 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 waarschuwborden. 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.

Radiologie + kaak + urologie + OK





## 2 Nucleaire Geneeskunde

Er is een RI&E uitgevoerd volgens de richtlijnen van de Nederlandse commissie voor stralingsdosimetrie (NCS). Er zijn hiervoor Excel files gebruikt van de NCS. Deze Excel files zijn aangepast aan de situatie van het LZR, waarbij rekening is gehouden met het gebruik van F-18 voor onder andere Fluoro-2-Deoxyglucose (F-18 FDG) onderzoek.

In het eerste kwartaal van 2017 is er een PET-CT in het Laurentius Ziekenhuis geïnstalleerd.

In 2024/2025 zal er cardioPET plaats gaan vinden met betrekking tot SR/Rb generatoren.

### 2.1 Methode 1 NCS Excel medewerkers dosis

Er wordt jaarlijks een RI&E uitgevoerd van de NCS rekenmodel. Dit is erg eenvoudig bij te werken door de getallen en eventueel gewijzigde bezigheden te verwerken.

De RI&E met betrekking tot SR/Rb generatoren zijn los berekend en vervolgens daarna samengevoegd.

De resultaten van de RI&E incl. de SR/Rb generator waarvan de berekeningen in Bijlage A zijn terug te vinden.

Totaal nucleair geneeskundig medewerker:

- Effectieve dosis =  $5,93 + 1,24 \cdot 10^{-2} + 1,82 \cdot 10^{-3} = 5,94$  mSv/jaar/persoon
- Oog dosis = 3,58 mSv/jaar/persoon
- Huid dosis = 54,15 mSv/jaar/persoon

Effectieve dosis, huiddosis en oogdosis **vallen binnen de gestelde limieten** van respectievelijk 20mSv/jaar, 500mSv/jaar, 20mSv/jaar.

De hoge effectieve dosis wordt voornamelijk veroorzaakt door elutie en toediening van Rb-82 welke hoog lijken ingeschaald. De effectieve dosis zonder Rb-82 zou 1,66mSv/jaar/persoon zijn.

Totaal nucleair geneeskundige:

- Effectieve dosis =  $4,68 \cdot 10^{-2} + 0,95 + 2,26 \cdot 10^{-2} = 1.0194$  mSv/jaar/persoon.
- Huiddosis = 1,5mSv/jaar/persoon

Effectieve dosis en huiddosis **vallen binnen de gestelde limieten** van respectievelijk 20mSv/jaar en 500mSv/jaar.

Hierbij komt 0,95 mSv per jaar door beta straling incidenten en dit dus niet op de TLD badge te verwachten is. De verwachte badge dosis is =  $6,9 \cdot 10^{-2}$  mSv/jaar/NG.

Oogdosis zal voor de nucleair geneeskundige zal, naar verwachting door de werkzaamheden niet wezenlijk anders zijn dan de effectieve dosis.

## 2.2 Methode 2 RIVM

### *Inleiding*

In het kader van het Besluit Stralingsbescherming dient een risicoanalyse gemaakt te worden bij stralingstoepassingen. De RIVM uitgegeven document “leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen”. Deze leidraad is gebaseerd op ISO norm 31000. Bij de afdeling Nucleaire Geneeskunde worden verschillende nucliden gebruikt op verschillende kamers.

### *Stappenplan*

De risicoanalyse vindt in 3 stappen plaats, eerst een risico-identificatie, gevolgd door een risicoberekening en als laatste een risico-evaluatie. Binnen deze 3 stappen zal weer onderverdeeld worden in diverse sub onderwerpen, zoals hieronder beschreven.

### Stap 1. Risico-identificatie

#### **a. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?**

Met behulp van een radioactieve stoffen worden beelden gegenereerd of wordt er therapie toegepast.

#### **b. Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?**

Er zijn enkele diagnostische en therapeutische doeleinden. Dit is afhankelijk van het desbetreffende radioactieve stof.

#### **c. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

In de NCS Excels zijn enkele voorziene onbedoelde gebeurtenissen beschreven.

Hieronder verstaat men:

- Prikincident
- Besmetting
- Opruimen besmetting
- Vallen van een spuit
- GE geleverde spuiten nameten, door mogelijke verdenking
- Langer een ingespoten patiënt bijstaan doordat patiënt ondersteuning nodig heeft

#### **d. Wat zijn de eigenschappen van de bron of toestel waarmee de handeling wordt uitgevoerd?**

Het betreft verschillende radioactieve stoffen. In de Excel NCS is met alle verschillende stoffen rekening gehouden.

#### **e. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?**

Dit verschilt per radioactieve stof en per soort onderzoek. Dit overzicht is in de Excel NCS meegenomen bij de berekening van de mogelijke dosis, zonder de incidenten meegenomen.

Van GE worden alle radioactieve stoffen ontvangen.

- Er zijn ongeveer 1200 PET-CT's te verwachten ieder jaar.
- Ongeveer 20 capsules I-131 therapie
- Therapie Sr-89 of Sm-153 is maar enkel keren per jaar te verwachten.

Onderstaande radioactieve stoffen worden geleverd door GE, maar worden in het C-lab worden uitgepakt en in eigen loodkistjes geplaatst

- Tc99 wordt in verschillende activiteiten voor verschillende doeleinden toegediend.
- I-123 wordt in verschillende activiteiten voor verschillende doeleinden toegediend.

- In-111 zijn er maar enkele per jaar

Radiofarmacon	gem. activiteit (MBq)	aantal handelingen per jaar (#/jaar)
Tc-99m-HSA	500	409
Tc-99m-fosfonaat	500	1685
Tc-99m-pertechnetaat	180	137
Tc-99m-tetrofosmine	400	2411
Tc-99m-Macrosalb	150	76
Tc-99m-exametazime	350	2
Tc-99m-sestamibi	500	21
Tc-99m-DMSA	100	26
Tc-99m-MAG3	60	146
Tc-99m-nanocolloid	100	355
In-111 pentetrotide	200	3
I-123-natriumjodide	20	71
I-123-Jofupaan	180	67
I-123-MIBG	300	2

- Kwaliteit controles met niet open bronnen, zoals Co-57 flood source, Ge-68 bronnen.
- Na goedkeuring Rb82 vergunning, zal er in 2024/2025 onderzoeken met Rb82 plaatsvinden op de PET-CT. Hiervoor zal een Sr/Rb generator worden geleverd en zullen ter plaatse eluaties worden uitgevoerd net voor de toediening. De eluaties zijn ongeveer 2000 keer per jaar.

#### f. Welke personen kunnen bij de handeling blootgesteld worden?

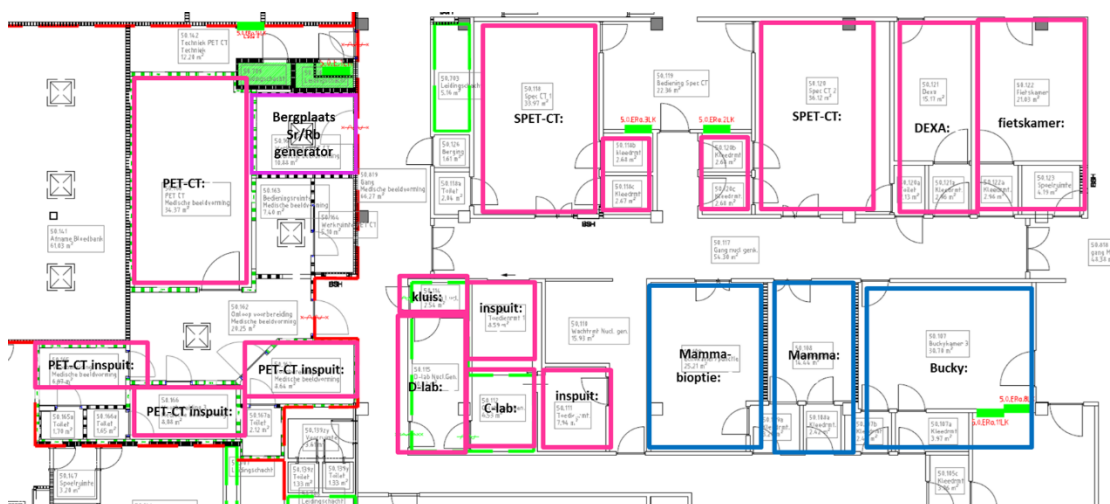
De direct betrokken werknemers zijn:

- Nucleair geneeskundig medewerkers
- Nucleair geneeskundige

#### g. Waar vindt de handeling plaats?

De handelingen vinden plaats in verschillende kamers:

- Laboratorium C-D en kluis
- Insuïtkamers
- SPECT-CT (2x)
- PET-CT (incl Rb)
- Fietskamer
- DEXA
- Bergplaats Sr/Rb



#### h. Wat zijn de getroffen maatregelen?

De medewerkers in de verschillende kamer werken m.b.v. protocollen. In deze protocollen is het volgende beschreven:

## *Laboratorium:*

- Er worden handschoenen aangetrokken om besmetting te voorkomen
- Uitpakken gebeurt achter loodglas.

## *Andere ruimtes algemeen:*

- Beperk zoveel mogelijk de tijd die je bent blootgesteld aan radioactieve straling.
- Houd de afstand tussen jou en de bron zo groot mogelijk (gebruik zo mogelijk een werktang).
- Maak bij het werken met radionucliden zoveel mogelijk gebruik van afscherming.
- Draag altijd handschoenen bij het werken met radionucliden.
- Gebruik bij het toedienen van injecties altijd een loodhuls.
- Draag altijd de op naam gestelde TLD-batches, deze worden iedere maand vervangen.
- Eten, drinken en roken is strikt verboden in de genoemde ruimtes.
- Behandel materiaal afkomstig van de patiënt als radioactief materiaal: zorg voor handschoenen, voorkom besmetting en zorg zo nodig voor afscherming.

## *Sr/Rb:*

- Aandacht in training en procedure vereist

## Toedienen niet-veilige naalden:

Het ziekenhuis heeft een beleid waarin altijd gewerkt moet worden met veilige naalden.

Er is wegens een vergrote kans op besmettingen in een RI&E aangetoond dat het risico van prikincidenten opweegt tegen de zeer vergrote kans op besmettingen met radioactief materiaal.

Vanwege deze niet-veilige naalden, is er een vergrote kans op prikincidenten. De maatregel die hiervoor getroffen is dat er een beleid is dat re-cappen met 1 hand moet plaatsvinden.

Er zijn in de afgelopen 10 jaar geen prikincidenten geweest.

## Stap 2. Risicoberekening

### **a. Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld aan ioniserende straling?**

Ze worden blootgesteld aan de ioniserende straling bij klaarmaken, toedienen en bij assistentie/uitleg van de patiënt.

### **b. Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van de handeling in reguliere omstandigheden?**

Bij reguliere handelingen zal de dosis de 1 mSv (per jaar) grens met grote waarschijnlijkheid overschreden worden. De 6 mSv (per jaar) grens zal niet overschreden worden in de reguliere omstandigheden. Zie tabel 1.

### **c. Wat zijn de doses door blootstelling ten gevolge van en de kansen op voorkomen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

De doses die te verwachten zijn bij bovengenoemde voorziene onbedoelde gebeurtenissen zullen klein zijn per voorkomen. De belangrijkste en waarschijnlijk meest voorkomende is dat er extra assistentie nodig is bij een patiënt die net de radioactieve stof heeft toegediend gekregen.

Bij de nucleair geneeskundige heeft het mogelijke incident van een prikincident met een radioactieve stof die beta straling uitzendt de grootste impact. Dit is een zeer onwaarschijnlijke gebeurtenis en is nog nooit voorgekomen in het Laurentius Ziekenhuis. Deze gebeurtenis is echter wel een voorzien onbedoelde gebeurtenis. Echter is deze dosis niet meetbaar op de TLD badge, dus kan er geen vergelijking plaatsvinden met de TLD-badge uitslag.

Hetzelfde geldt voor de bron uit de afscherming bij de Sr/Rb generator ook. Hierbij is geen extra afscherming. Echter het omhulsel van de bron zal de beta straling vrijwel gehaal tegenhouden. In de VOG berekeningen is deze afscherming niet meegenomen.

De totale resultaten zijn zichtbaar in tabel 1.  
In de bijlage staan de berekeningen

**d. Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis?**

Alle betrokken medewerkers zullen de referentiedosis van 6mSv niet overschrijden.  
De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

**e. Wat zijn de risico's van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

In de RI&E Excels van de NG.

**Nucleair geneeskundig medewerker**

Prikincident:

- Een prikincident kan voor een nucleair medewerker plaatsvinden bij diagnostische beeldvorming.
- De effectieve dosis is maximaal 0,04 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is in de afgelopen jaren ooit 1 medewerker 1 keer voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 0,5 * 1 = 1,5$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Besmetting:

- Een besmetting kan voor een nucleair medewerker plaatsvinden bij bereiding of bij injecteren.
- De huiddosisdosis is maximaal 3,2 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit gebeurt wel eens, dit is echter minder dan jaarlijks gebeurd de afgelopen jaren.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is ongewoon dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 1 * 3 = 9$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

## Opruimen besmetting:

- Een besmetting opruimen kan plaatsvinden op elke plek waar een besmetting heeft plaatsgevonden.
- De huiddosisdosis is maximaal 50 mSv per gebeurtenis (enkel bij therapeutische nuclide zo hoog, bij diagnostische nuclide een factor 10 lager) kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit gebeurt wel eens, dit is echter minder dan jaarlijks gebeurd de afgelopen jaren.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 1 = 7$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

## Vallen van een I-131 spuit:

- I-131 capsule zou kunnen vallen.
- De huiddosisdosis is maximaal <1 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 1 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit gebeurd.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar zou kunnen voorkomen

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 1 * 1 * 1 = 1$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

## GE geleverde spuitnamen meten, door mogelijke verdenking:

- De GE spuitnamen zijn medicamenten en moeten volgens strenge regels worden gemaakt. De kans dat de activiteit niet klopt is zeer klein, maar indien men een mogelijke reden heeft de activiteit niet te vertrouwen zal er incidenteel gemeten worden.
- De effectieve dosis is maximaal 0,6 mSv per gebeurtenis (10 spuitjes meten) kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van een te verwachten mogelijk jaarlijks voorkomen. Dit gebeurt nu bij Tc99 nooit, maar bij FDG weten we dit nog niet.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de activiteit echt niet correct is, maar zeker bij de start van de PET-CT is het wel denkbaar dat er een twijfel ontstaat of een extra zekerheid gewenst is.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 3 = 21$$

Het risicogetal is net boven de 20, waardoor dit punt extra aandacht vereist. Er zijn voorzorgsmaatregelen besteld. Er zal in de LAF-kast extra loodvoorziening geplaatst worden, waardoor de dosisbelasting drastisch afneemt.

#### Langer een ingespoten patiënt bijstaan:

- Patiënten hebben wat uitleg nodig op moment dat ze op de PET-CT tafel gaan liggen. Sommige patiënten zullen meer tijd vragen van de laborant of zullen door angst enige tijd mentaal ondersteunt moeten worden max 1 uur.
- De effectieve dosis is maximaal 0,017 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van een te verwachten mogelijk jaarlijks voorkomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de ondersteuning 1 uur extra gaat zijn.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 1 * 3 = 9$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk. Er zijn wel voorzorgsmaatregelen besteld. Omdat 1 uur ondersteuning erg weinig zal voorkomen, maar de ondersteuning die iets langer is dan de standaard 3 min is wel groter. Er is om die reden een loodschermbestel die gebruikt kan worden in de PET-CT ruimte.

#### **Nucleair geneeskundige**

##### Prikincident:

- Een prikincident kan voor een nucleair geneeskundige plaatsvinden bij diagnostische beeldvorming.
- De effectieve dosis is maximaal 0,9 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 0,5 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is niet uit te sluiten.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 0,5 * 0,5 = 1,75$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

##### Besmetting:

- Een besmetting kan voor een nucleair geneeskundige plaatsvinden bij het injecteren van therapeutische nucliden.
- De huiddosisdosis is maximaal 277 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 40 worden toegekend.

- De belastingfactor (B) bedraagt 0,5 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Dit is nog nooit voorgekomen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 0,5 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is niet uit te sluiten.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 40 * 0,5 * 0,5 = 10$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

## Sr/Rb generator

Voor de Sr/Rb generator is een aparte Excel gemaakt met de risicogetallen en de te treffen maatregelen. Zie hieronder.

Rb-82														
RISICO EVALUATION														
Scenario	Toelichting	Handelingen	B	B	B	E	W	W	Risicogetal	Risico groep	Interventie	Mittigerende actie	Risico	
													Frequentie	Effect
A. Elutie	Eluieren van Rb-82	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten	0,5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	0,5	60
A. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
A. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
A. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
A. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	7	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,7	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,7	0,7
A. VOG5 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (bv	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
A. VOG6 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (dc	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
A. VOG7 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
A. VOG8 Emersie	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
A. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
B. Toediening	Toedienen van Rb-82	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten	0,5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	0,5	60
B. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
B. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
B. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
B. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	7	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,7	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,7	0,7
B. VOG5 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (bv	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
B. VOG6 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (dc	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
B. VOG7 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
B. VOG8 Emersie	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
B. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
C. QC	QCwerkzaamheden	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten	0,5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	0,5	60
C. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
C. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
C. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
C. VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	1	Jaarlijks	1	5	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
C. VOG5 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (bv	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
C. VOG6 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk (dc	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
C. VOG7 Inwendige besmetting doo	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,1	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,1	0,1
C. VOG8 Emersie	Niet reel	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
C. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	1	Jaarlijks	1	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,5	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,5	0,5
D. PET Scan	Scannen van Patient	2000	Dagelijks	6	1	10	Te verwachten	0,5	60	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	0,5	60
D. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
D. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
D. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
D. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
D. VOG5 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
D. VOG6 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
D. VOG7 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
D. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
D. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
E. Verwerking van radioactieve	Verwerking van afval (pri	52	Wekelijks	3	1	10	Te verwachten	0,5	30	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven	0,5	30
E. VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
E. VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
E. VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
E. VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
E. VOG5 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
E. VOG6 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
E. VOG7 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar	10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,05	0,05
E. VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25
E. VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar	10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeer beperkt	Geen actie nodig	0,25	0,25

RISICO EVALUATION												
Rb-82		B	B	B	E	W	W	Risicog	Risico	Interventie	Mitigerende	
		Handelin	Toelichting	Frequent	Effect	hijn-	Toelichting	tal	groep		acte	
Scenario		Toelichting				lijkheid						
F.	Onderhoud/Schoonmaak	In principe geen activiteit	52	Wekelijks	3	1	10	Te verwachten 0,5	30	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven
F.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG5 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG6 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG7 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG8 Emerisie	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
F.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
G.	Becontladen generator	Becontladen generator	9	Maandelijks	2	1	10	Te verwachten 0,5	20	Mogelijk risico	Aandacht vereist	Aandacht in training en procedure geven
E.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG5 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG6 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG7 Inwendige besmetting doo	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,1	jna niet denkbaar10-6	0,05	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG8 Emerisie	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
E.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0	< 1 keer per jaar	0,5	1	0,5	Denkbaar10-4	0,25	Laag risico (aanvaardbaar)	Zeep beperkt	Geen actie nodig
TOTAAL REGULIER		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL VOORZIENEN ONI		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAAL		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Stap 3. Risico-evaluatie

#### a. Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?

Hieronder zijn de resultaten van de NCS berekeningen.

[mSv/jaar per persoon]	Externe dosis			Inwendige besmetting	Inhalatie/ingestie
Functie	Effectieve dosis	Extremiteten/Huid dosis	Oogdosis	Effectieve dosis	Effectieve dosis
Nucleaire geneeskundig medewerker [8]	5,93	54,14	3,58	1,24*10 <sup>-2</sup>	1,82*10 <sup>-3</sup>
Nucleair geneeskundige [2]	4,68*10 <sup>-2</sup>	1,5		0,95	2,26*10 <sup>-2</sup>

Tabel 1a NCS berekeningen ten behoeve persoonsdosis.

#### b. Wat is op basis van de jaardosis voor individuele werknemers de juiste indeling blootgestelde werknemers en zone?

##### Medewerkers

Direct betrokken medewerkers dienen ingedeeld te worden als "niet-blootgestelde", categorie A of B medewerker. Dit gebeurt aan de hand van de jaarlijkse RI&E Excel berekening plus voorzien onbedoeld d.m.v. de RIAS methode.

Functie	Totaal RIAS effectieve dosis (mSv)	Indeling medewerker
Nucleaire geneeskundig medewerker [8]	5,93	Categorie B
Nucleair geneeskundige [2]	0,95	Categorie B

Tabel 1b NCS berekeningen ten behoeve indeling medewerkers.

### Zone

De ruimte dient als een bewaakte zone te worden ingedeeld als er categorie B medewerkers werken. De ruimte dient als een gecontroleerde zone te worden ingedeeld als er categorie A medewerkers werken.

Kamer	Totaal RIAS effectieve dosis (mSv)	Indeling kamer
Nucleaire geneeskundig Alle inspuitkamers, bergplaatsen en modaliteitruimtes	5,93	bewaakt

Tabel 1c NCS berekeningen ten behoeve Indeling kamers.

### c. Is voldaan aan ALARA?

De risico's en de doses die daarbij horen (zowel de daadwerkelijk gemeten als theoretisch berekende) zijn zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. Dus er is voldaan aan ALARA.

Er zijn enkele voorzorgsmaatregelen genomen, die afgewogen zijn volgens het ALARA principe en waarbij de straling beschermende werking opwoog tegen de financiële aspecten, zoals bv het extra verrijdbare loodscherm in de PET-CT ruimte.

### d. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?

De theoretische, berekende waarden blijven onder de dosislimieten van 6mSV (voor B) 20mSv (voor A) blootgestelde medewerkers. De daadwerkelijke, gemeten waarden blijven ook onder deze limiet, op het moment van publicatie van dit document.

Er is door het Laurentius ziekenhuis een maandelijkse alarmgrens bij NRG gesteld van 1mSv voor alle medewerkers. Indien er iemand boven deze grens komt, krijgt de toezichthoudend stralingsdeskundige van de radiologie een bericht. Op deze manier wordt tussentijds de dosis in de gaten gehouden.

De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

## 2.3 Methode 3 TLD

Van de afgelopen 3 jaar zijn de badge uitslagen bekeken. Van zowel full time NG-medewerkers als ook CT-NG medewerkers.

De badge dosis van de nucleair geneeskundig laborant komt overeen met de RI&E zonder Rb-82. ( $1,48 + 0,1834 = 1,6634$ ).

[mSv/jaar per persoon]	TLD			Classificatie
	Effectieve dosis 2023	Effectieve dosis 2022	Effectieve dosis 2021	
Functie				
Nucleaire geneeskundig medewerker [8]	1,49	1,61	1,66	Categorie B
Nucleair geneeskundige [2]	0	0	0	Categorie B

Tabel 2: badge uitslagen van de afgelopen 3 jaar

Na gebruik van de Sr/Rb generator zal worden bekeken of de Sr/Rb RI&E overeenkomt met de badge uitslagen.

## 2.4 Conclusie Nucleaire Geneeskunde

### 2.4.1 Medewerkers

De gemeten dosis die medewerkers ontvangen hebben lijkt nergens de RI&E methode te overschrijden. De verandering van de komst van de Sr/Rb generator zal een stijging in dosis laten zien zoals nu bepaald met de 3 bovengenoemde methoden. Dit zal de komende jaren goed gemonitord worden.

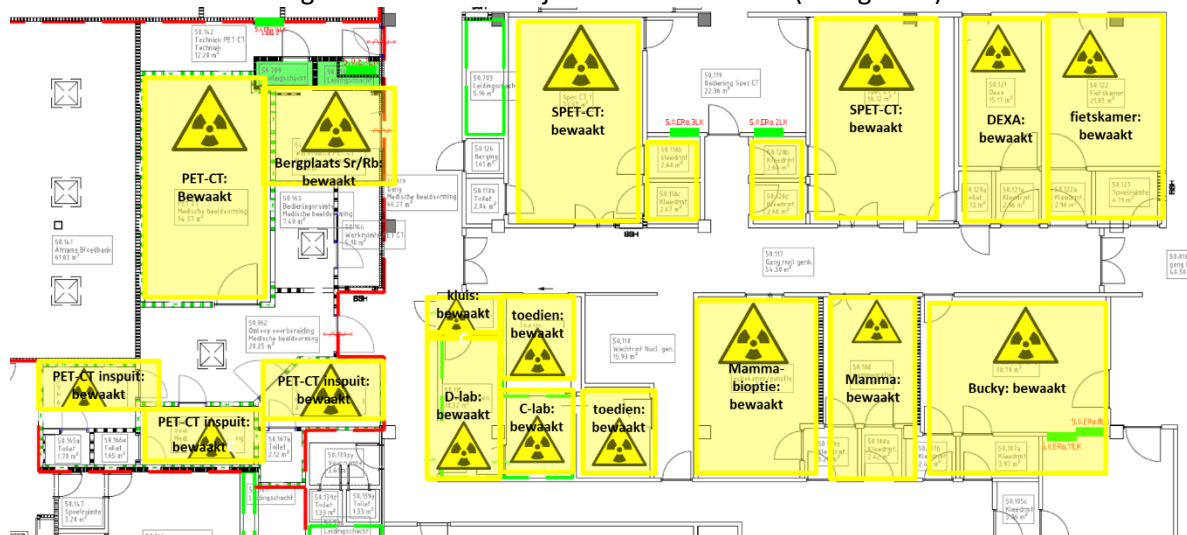
De dosis zal groter zijn dan 1 mSv en kleiner dan 6mSV

Alle medewerkers zijn blootgestelde medewerkers categorie B.

### 2.4.2 Ruimtes

In geen enkele ruimte zal de medeweker meer dan 6mSv ontvangen.

Alle ruimtes waar straling te verwachten is zijn bewaakte ruimtes (zie figuur 1).



Figuur 1: Ruimte indeling afdeling Nucleaire geneeskunde, bergplaats benoemen.

## 3 Radiologie + kaak + urologie + OK

Op verschillende afdelingen worden röntgentoestellen gebruikt. Alle afdelingen en de medewerkers waar deze röntgentoestellen worden gebruikt zijn meegenomen in deze RI&E.

### 3.1 Methode 1 NCS Excel medewerkers dosis

In de berekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen bediening van verschillende apparatuur. Bucky apparatuur, kaakopnameapparatuur en CT vinden altijd achter een loodschot plaats (telecom). Bij mobiele apparatuur wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor mobiele opname en mobiele doorlichting (BV), welke bediend worden terwijl men zich in de desbetreffende ruimte bevindt. Bij Cardiologie, interventie en doorlichting wordt uitgegaan van drie mogelijke situaties; ofwel men bedient de apparatuur van achter een loodschot (telecom), of een werknemer assisteert de uitvoerend specialist en bevindt zich in de ruimte, of een werknemer doet de omloop, waarbij hij/zij zich afwisselend achter het loodschot en in de ruimte bevindt.

Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn in de berekeningen buiten beschouwing gelaten sinds de NCS 2017. In de tabel 3 is ook de berekening met persoonsbescherming zichtbaar.

Enkele opmerkingen:

- De NCS is uitgevoerd per werknemer op basis van een fulltime medewerker.
- Alle Excels hiervan zijn terug te vinden in het KEW dossier op de U:/schijf
- Het aantal procedures is aangepast naar de productiecijfers van 2020.

Functie	RIE 2024 (mSv) -PBM	RIE 2024 (mSv) +PBM	RIE 2020 (mSv) -PBM	RIE 2020 (mSv) +PBM	RIE 2017 (mSv) -PBM	RIE 2017 (mSv) +PBM
Interventieradioloog	11.9	2.4	11.9	2.4	16.9	3.4
Angiografielaborant	5.47	1.14	5.47	1.14	4.45	0.89
Cardioloog	6.6	1.3	6.6	1.3	8.5	1.7
Vaatchirurg	0.8	0.2	0.8	0.2	2.1	0.4
OK assistent (vaat)	0.26	0.05	0.26	0.05	0.31	0.06
Radioloog	0.3	0.1	0.3	0.1	0.9	0.2
MBB'er conventioneel	0.15	0.09	0.15	0.09	0.19	0.03
Pijnbestrijder	2.8	0.6	2.8	0.6	2.6	0.5
Pijnverpleegkundige	0.76	0.15	0.76	0.15	0.57	0.11
Uroloog	0.8	0.2	0.8	0.2	0.6	0.1
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01
MDL arts	1.4	0.3	1.4	0.3	1	0.2
Functielaborant (MDL)	0.24	0.05	0.24	0.05	0.1	0.02
Gynaecoloog	1.2	0.2	1.2	0.2	1.2	0.2
Echolaborant	0.18	0.01	0.18	0.01	0.18	0.01
Orthooped	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2	0.04
Chirurg	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1

Functie	RIE 2024	RIE 2024	RIE 2020	RIE 2020	RIE 2017	RIE 2017
	(mSv) -PBM	(mSv) +PBM	(mSv) -PBM	(mSv) +PBM	(mSv) -PBM	(mSv) +PBM
OK assistent (alg)	0.19	0.04	0.19	0.04	0.19	0.04
CT/MRI laborant	0.13	0.09	0.13	0.09	0.13	0.09
Longarts	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.03
Mammografie laborant	0.18	0.04	0.18	0.04	0.18	0.04

Tabel 3: NCS gegevens uit 2020 vergeleken met NCS berekeningen van 2017 met en zonder persoonlijke beschermingsmaatregelen.

## 3.2 Methode 2 RIVM

In het kader van het Besluit Stralingsbescherming dient een risicoanalyse gemaakt te worden bij stralingstoepassingen. De Arbeidsinspectie adviseert om hierbij gebruik te maken van de door het RIVM uitgegeven document “leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen”. Deze leidraad is gebaseerd op ISO norm 31000.

### *Stappenplan*

De risicoanalyse vindt in 3 stappen plaats, eerst een risico-identificatie, gevolgd door een risicoberekening en als laatste een risico-evaluatie. Binnen deze 3 stappen is een onderverdeling in diverse sub onderwerpen.

In deze RIVM methode zullen alle medewerkers, die met röntgentoestellen werken, worden meegenomen.

### ***Alle medewerkers, die met röntgentoestellen werken***

#### Stap 1. Risico-identificatie

#### **i. Welke handeling met straling wordt uitgevoerd?**

Er worden opnames, doorlichting, interventies, CT en mobiel opnames en doorlichting.

#### **j. Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?**

De deelhandelingen verschilt bij ieder specialisme/medewerker.

Zie tabel 4.

#### **k. Wat zijn de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

Menselijke fouten die mogelijk gemaakt kunnen worden zijn; werknemers die zonder loodjas de kamer betreden waarin op dat moment doorlicht wordt of medewerkers die per ongeluk op het doorlichtvoetpedaal gaan staan terwijl er iemand zich in de kamer bevindt. Er is ook een mogelijkheid dat het systeem faalt, waarbij men kan denken aan een doorlichtsysteem dat blijft stralen nadat de doorlichtknop/voetpedaal is losgelaten.

Hieronder enkele voorbeelden:

1. Patiënt onwel/reanimatie; laborant loopt zonder loodjas de ruimte binnen terwijl er doorlicht wordt (of foto's/CT gemaakt).
2. Een (relatief zwaar) object valt op het voetpedaal, het apparaat blijft stralen. Hiervan niet op de hoogte loopt iemand onbeschermd de ruimte binnen.
3. Doorlichtaanduiding (knipperlicht) defect, waardoor iemand (onbeschermd) de ruimte binnenloopt terwijl er doorlicht (of foto's gemaakt) wordt.

4. Loodafscherming aan plafond of aan de tafel wordt niet gebruikt.
5. Scheur in lood van een loodjas (deel afgebrokkeld), ondanks jaarlijkse controle; werkzaamheden gaan door, waardoor dosis.
6. Verkeerde instelling wordt gebruikt bij doorlichting, opname maken.

Deze voorzien onbedoelde gebeurtenissen kunnen in 2 categorieën worden ingedeeld.

- Geen loodafscherming tijdens gebruik ioniserende straling. Nr 1,2,3,4,5. Hiervan is nr 4 minder ernstig dan helemaal geen loodafscherming, want er zal te allen tijde een loodjas gedragen worden. Deze voorziene onbedoelde gebeurtenis zal hierdoor overschat worden.
- Andere instelling (nr 6)

Voor enkele voorziene onbedoelde gebeurtenissen zal deze omschrijving een overschatting geven.

### I. Wat zijn de eigenschappen van de bron of toestel waarmee de handeling wordt uitgevoerd?

Het betreft verschillende röntgentoestellen. Alle systemen hebben een maximale buisspanning van 150 kV.

Kamer	Röntgentoestel	Wordt gebruikt op
Kamer 6 (Angio)	Angiokamer	
Kamer 5 (MP)	Multipurpose	
	C-boog	OK, pijnpoli en poli Urologie
Bucky kamers (n=3)	Bucky	
Poli kamer urologie	Uroscoop	Vervallen in 2020. Lees: C boog

Tabel 5: Gegevens over toestellen en gebruik

### m. Hoe vaak wordt de handeling uitgevoerd?

Dit is wisselend per specialisme/medewerker, zie NCS sheets.

Hieronder in de tabel een overzicht van medewerker specialisme, de toestellen die ze gebruiken, de handelingen die worden uitgevoerd, maximale DOP en aantallen per jaar of per medewerker.

Functie	Toestel	uitvoering	DOP (mGycm2)	aantallen
Interventieradioloog	Bucky, mammo, CT, Multipurpose en Angiokamer	naast onderzoeken van radioloog ook Interventies op de Angiokamer	maximaal 30.000 voor interventies	700-800 interventies per 3 interventie radiologen
Angiografielaborant	Angiokamer, bucky, C-boog	Alle interventies van de interventieradioloog en de onderzoeken van de cardioloog op de angiokamer	maximaal 25.000/30.000	assisteren bij cardio (750) en bij interventies (700-800)
Cardioloog	Angiokamer	Pacemakers en CAG	10.000, 25.000	150 ICD, 600 CAG
Vaatchirurg	C-boog	EVAR	50.000	20 EVAR's per jaar per chirurg
OK assistent (vaat)	C-boog	orthopedische en chirurgische procedures op de OK incl EVAR	50.000	8 EVAR's per jaar per assistent
Radioloog	Bucky, mammo, CT, Multipurpose	diagnostische onderzoeken arthro en enkele Interventies arthrogram, cholangiografie via T-drain, traanbuis opspuitingen. Telecom: Oesophagus, Defaecografie, ERCP, HSG, colon, rectuminloop	Maximaal 15.000	per radioloog ongeveer 40 doorlichting, 40 CT's

Functie	Toestel	uitvoering	DOP (mGycm2)	aantallen
MBBer conventioneel	bucky, C-boog	bucky opnames en C-boog OK	1000 bij bucky, 20.000 bij doorlichting	10.000 bucky opnames - 200 doorlichting
Pijnbestrijder (anesthesist)	C-boog	pijnbestrijding procedures.	1.000	1.200
Pijnverpleegkundige	C-boog	pijnbestrijding procedures.	1.000	1.200
Uroloog	uroscop, C-boog	URS, mictiecystogram en aanprikken nier	10.000 op poli, 7.500 URS OK	30 op poli/ 50 URS
Urologisch VPK (polikl.)	uroscop	mictiecystogram en aanprikken nier	10.000 op poli	30 op poli
MDL arts	Multipurpose	ERCP	maximaal 30.000	200 ERCP's
Functioneel laborant (MDL)	Multipurpose	ERCP	maximaal 30.000	200 ERCP's
Gynaecoloog	Multipurpose	HSG	maximaal 30.000	30 HSG's
Echolaborant	bucky, C-boog	klein gedeelte Bucky en C-boog OK onderzoeken	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames
Orthopeed	C-boog	orthopedische ingrepen	maximaal 1.000	100-120 per orthopeed
Chirurg	C-boog	chirurgische ingrepen zoals aanbrengen port-a-cath. Geen EVAR	maximaal 20.000	20-30 per chirurg
OK assistent (alg.)	C-boog	orthopedische en chirurgische procedures op de OK (behalve EVAR)	maximaal 20.000	80 per assistent
CT/MRI laborant	bucky, C-boog, CT	CT-MRI opnames en ook een klein gedeelte Bucky en C-boog OK onderzoeken	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames
Longarts	Multipurpose	sniff test	maximaal 30.000	10-15 per jaar
Mammografie laborant	Mammografie	mammografie opnames	1.000 bij bucky	2.000 bucky opnames

Tabel 6: Gegevens over werknemer en gebruik van welke apparatuur bij welke onderzoeken. De aantallen van de procedures per medewerker of per jaar en de gemiddelde DOP.

#### n. Welke personen kunnen bij de handeling blootgesteld worden?

De direct betrokken werknemers zijn:

- Interventieradioloog
- Angiografielaborant
- Cardioloog
- Vaatchirurg
- OK assistent (vaat)
- Radioloog
- MBBer conventioneel
- Pijnbestrijder (anesthesist)
- Pijnverpleegkundige
- Uroloog
- Urologisch VPK (polikl.)
- MDL arts
- Functioneel laborant (MDL)
- Gynaecoloog
- Echolaborant
- Orthopeed

- Chirurg
- OK assistent (alg.)
- CT/MRI laborant
- Longarts
- Mammografie laborant

Deze medewerkers zijn ingedeeld als blootgestelde medewerkers, categorie A of B of niet blootgestelde werknemers.

**o. Waar vindt de handeling plaats?**

De handelingen vinden plaats in röntgenkamers, op de pijnbehandeling op de poli urologie en op de operatiekamers. Zie tabel 5.

**p. Wat zijn de getroffen maatregelen?**

De medewerkers in bv de angiokamer werken m.b.v. protocollen. In deze protocollen is het volgende beschreven (Zie verder bijlage voor een voorbeeld van een daadwerkelijk werkprotocol van de angiokamer):

Enkele standaard ALARA aspecten vermeld in veel protocollen:

- medewerkers zullen de doorlichttijd zoveel mogelijk beperken.
- medewerkers zullen zoveel mogelijk de veldgrootte beperken.
- centrering van het röntgenbeeld is zonder doorlichting mogelijk
- alle medewerkers binnen de behandelruimte dragen loodjassen.
- alleen indien strikt noodzakelijk bevinden medewerkers zich in de ruimte bij de patiënt en houden dan zoveel mogelijk afstand.

Enkele specifiek Angiokamer of MP:

- medewerkers gebruiken het opslaan van doorlichtbeeldjes of het gebruik van “overlay-ref” functie als alternatief voor single shot opnames of road map.
- medewerkers zullen voor zover mogelijk het kV maximaliseren en het mA minimaliseren.
- men werkt met “low dose” doorlichting met een gering aantal doorlichtpulsen per seconde.
- omloop medewerkers bevinden zich tijdens doorlichting achter het loodschot
- de loodflappen die bevestigd zijn aan de behandeltafel worden te allen tijde gebruikt.
- het verplaatsbaar loodscherm dat zich aan het plafond bevindt wordt gebruikt indien dit niet de voortgang van het onderzoek belemmert.

*Radiologische laboranten (angio, CT, MRI en bucky):*

Het is de taak van de medewerkers om een goed optimum te vinden tussen beeldkwaliteit en stralingshygiëne. Hierbij wordt het ALARA principe gehandhaafd. De medewerkers hebben onderwijs ontvangen om deze optimalisering uit te voeren. Bij twijfel kan de toezichthoudend of coördinerende stralingsdeskundige om advies gevraagd worden.

## Stap 2. Risicoberekening

**a. Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld aan ioniserende straling?**

Het blootstellingspad zal in zijn geheel lopen in de vorm van externe fotonenstraling. Stroostraling van de patiënt is de grootste factor.

**b. Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van de handeling in reguliere omstandigheden?**

De RI&E Excel die is uitgevoerd voor alle medewerkers geeft een berekening van de dosis bij reguliere handelingen. Hierbij zijn vaak al overschattingen gebruikt.

**c. Wat zijn de doses door blootstelling ten gevolge van en de kansen op voorkomen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

De doses die te verwachten zijn bij bovengenoemde voorziene onbedoelde gebeurtenissen zullen klein zijn per voorkomen. Per gebeurtenis is dit kleiner dan 0,3 mSv, (uitzondering is een heel onderzoek bij de CT assisteren, zie onderstaande tabel)

De belangrijkste en waarschijnlijk meest voorkomende is een voorziene onbedoelde gebeurtenis uit de categorie "Geen loodafscherming tijdens gebruik ioniserende straling".

Alle voorziene onbedoelde gebeurtenissen zijn berekend aan de hand van de NCS Excel. En voor iedere berekening zijn de gegevens aangepast voor de betreffende werknemer qua afstand, DOP, gebruikte toestel en duur van de gebeurtenis. In bijlage 4.1 is een voorbeeld te zien van een van de berekende voorziene onbedoelde gebeurtenis.

<b>Voorziene onbedoelde gebeurtenissen</b>			
<b>Verkeerde instelling gebruikt</b>	<b>mSv</b>	<b>Ruimte binnenlopen, zonder loodjas</b>	<b>mSv</b>
<b>Laborant</b>			
Tijdens bucky werkzaamheden	0,00	Tijdens bucky werkzaamheden	0,03
Tijdens CT	0,00	Tijdens CT (heel onderzoek vasthouden)	0,86
Tijdens mobiele opname	0,00	Tijdens mobiele opname	0,02
Tijdens mobiele doorlichting	0,02	Tijdens mobiele doorlichting	0,01
Tijdens Cardiologie assisteren	0,03	Tijdens Cardiologie assisteren	0,02
Tijdens Cardiologie omloop	0,01	Tijdens Cardiologie omloop	0,01
Tijdens interventie assisteren	0,04	Tijdens interventie assisteren	0,02
Tijdens interventie omloop	0,02	Tijdens interventie omloop	0,01
Tijdens doorlichting (MP)	0,02	Tijdens doorlichting (MP)	0,02
<b>Specialist</b>			
Tijdens CT	0,01	Tijdens CT (binnenlopen)	0,01
Operatie, extremiteiten	0,00	Operatie, extremiteiten	0
Operatie, bekken/buik	0,07	Operatie, bekken/buik	0,04
Operatie, EVAR	0,22	Operatie, EVAR	0,11
Tijdens doorlichting	0,11	Tijdens doorlichting	0,03
Uitvoeren CAG	0,13	Uitvoeren CAG	0,07
Uitvoeren PM	0,04	Uitvoeren PM	0,02
Interventie, abdomen	0,11	Interventie, abdomen	0,06

Tabel 7: Berekeningen van stralingsdosis van voorziene onbedoelde gebeurtenissen. Per incident zijn deze berekend.

**d. Wat zijn de risico's van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?**

Om het risico van voorziene onbedoelde gebeurtenissen te kwantificeren wordt gebruik gemaakt van de Fine-Kinney methode.

De bovenstaande gebeurtenissen worden in 4 categorieën verdeeld.

1. Tijdens Bucky werkzaamheden
2. Tijdens CT werkzaamheden

3. Tijdens doorlichtprocedures Angiokamer/Multipurpose

4. Tijdens doorlichting op de OK

Van ieder van de 4 categorieën is de gebeurtenis waarbij de hoogste stralingsbelasting is berekend, meegenomen om een risico-inschatting te maken.

#### Categorie 1:

- Tijdens bucky werkzaamheden.
- Gezien de lage effectieve dosis kan een effectfactor (Eff) van 3 worden toegekend. (maximale dosis per gebeurtenis is 0,03mSv)
- De belastingfactor (B) bedraagt 2 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Maar omdat dit toch 5 keer per jaar zal zijn is voor maandelijks gekozen.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is mogelijk en aangezien we verwachten dat het maximaal 5 x per jaar voorkomt is het dus ongewoon.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 3 * 2 * 3 = 18$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

#### Categorie 2:

- Tijdens CT werkzaamheden
- Gezien de effectieve dosis van bijna 1 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 7 worden toegekend.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de zeer lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 7 * 1 * 1 = 7$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

#### Categorie 3:

- Tijdens doorlicht werkzaamheden
- De dosis is maximaal 0,13 mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 5 worden toegekend. Dit komt enkel voor bij de cardioloog bij een verkeerde instelling.
- De belastingfactor (B) bedraagt 2 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. Maar omdat dit toch 5 keer per jaar zal zijn is voor maandelijks gekozen
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 1 toegekend. Het is zeer onwaarschijnlijk dat dit gebeurt, maar het is zeker denkbaar.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 5 * 2 * 1 = 5$$

Gezien het lage risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

#### Categorie 4:

- Tijdens doorlicht werkzaamheden op de OK
- De dosis is maximaal 0,22mSv per gebeurtenis kan een effectfactor (Eff) van 5 worden toegekend. Dit komt enkel voor bij de vaatchirurg bij een verkeerde instelling.
- De belastingfactor (B) bedraagt 1 als gevolg van de lage te verwachten frequentie van de gebeurtenis. De EVAR procedures zijn er <50 per jaar.
- De waarschijnlijkheidsfactor (W) wordt een waarde van 3 toegekend. Het is zeer ongewoon dat dit gebeurt.

Resultierend wordt het risicogetal (R) dan;

$$R = \text{Eff} * B * W = 5 * 1 * 3 = 15$$

Gezien het risicogetal is geen (onmiddellijke) actie noodzakelijk.

Alle risicogetallen komen niet boven de 20.

Er zijn geen directe acties noodzakelijk. Eventuele additionele maatregelen zouden zich moeten richten op de gebeurtenissen van categorie 1 en 4.

#### Stap 3. Risico-evaluatie

##### **a. Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?**

*De voorziene onbedoelde gebeurtenis: geen persoonsbescherming aan:*

Waarschijnlijk komt deze voorziene onbedoelde gebeurtenis maximaal 1 keer per jaar voor, maar dit kan vaker voorkomen, dus is rekening gehouden met 5 x per werknemer.

*De voorziene onbedoelde gebeurtenis: foute instelling:*

Deze gebeurtenis zal minder dan 1 keer per jaar voorkomen, ook dit is bij de berekening 5 maal meegerekend. Uitzondering is Urologie, omdat er maar zo weinig onderzoeken zijn, dat er maar 1 maal gerekend wordt. Ook bij CT het assisteren van geheel CT onderzoek bij de patiënt is zo zeldzaam, dat het 1 keer per jaar is meegerekend.

Opmerking: De RI&E Excel is al een berekening zonder persoonsbescherming.

De voorziene onbedoelde gebeurtenissen, die betrekking hebben op het niet dragen van persoonsbeschermingsmiddelen zoals een loodjas, zitten dus eigenlijk al opgenomen in de RIE. We hebben de losse voorziene onbedoelde gebeurtenissen, waarbij geen persoonsbescherming wordt gedragen toch meegenomen in de berekening van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen.

Functie	NCS 2024 (mSv)	Totaal RIAS 2024 (mSv)	NCS 2020 (mSv)	Totaal RIAS 2020 (mSv)
Interventieradioloog	11.9	18.45	11.9	18.45
Angiografielaborant	5.47	5.25	5.47	5.25
Cardioloog	6.6	9.8	6.6	9.8
Vaatchirurg	0.8	1.0	0.8	1.0
OK assistent (vaat)	0.26	0.36	0.26	0.36
Radioloog	0.3	1	0.3	1
MBB'er conventioneel	0.15	0.34	0.15	0.34
Pijnbestrijder	2.8	3.3	2.8	3.3
Pijnverpleegkundige	0.76	0.72	0.76	0.72

Functie	NCS 2024 (mSv)	Totaal RIAS 2024 (mSv)	NCS 2020 (mSv)	Totaal RIAS 2020 (mSv)
Uroloog	0.8	0.71	0.8	0.71
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.06	0.04	0.06
MDL arts	1.4	1.85	1.4	1.85
Functioneel laborant (MDL)	0.24	0.3	0.24	0.3
Gynaecoloog	1.2	2.05	1.2	2.05
Echolaborant	0.18	0.33	0.18	0.33
Orthopeed	0.4	0.2	0.4	0.2
Chirurg	0.3	0.3	0.3	0.3
OK assistent (alg)	0.19	0.44	0.19	0.44
CT/MRI laborant	0.13	0.99	0.13	0.99
Longarts	0.1	0.1	0.1	0.1
Mammografie laborant	0.18	0.33	0.18	0.33

Tabel 8: NCS in vergelijking met RIAS (is NCS + voorzien onbedoeld)

## Wat is op basis van de jaardosis voor individuele werknemers de juiste indeling blootgestelde werknemers en zone?

### Medewerkers

Direct betrokken medewerkers dienen ingedeeld te worden als “niet-blootgestelde”, categorie A of B medewerker. Dit gebeurt aan de hand van de jaarlijkse RI&E Excel berekening plus voorzien onbedoeld d.m.v. de RIAS methode.

Er is voor gekozen om de indeling van de medewerker op rol- of functieniveau te doen. Hierbij kan het zo zijn dat medewerkers die niet fulltime deze rol vervullen (bijvoorbeeld door parttime werken of het vervullen van managementfuncties) zwaarder ingedeeld worden dan dat strikt noodzakelijk is.

### Beleid Laurentius Ziekenhuis

Werknemers zullen in de categorie “niet-blootgestelde werknemer” worden ingedeeld wanneer kan worden aangetoond, met een Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) en met historische badge uitslagen, dat de **jaardosis lager is dan 0,5mSv** (i.p.v. de wettelijke 1mSv).

	Categorie		
	A	B	Niet-blootgestelde werknemer
- effectieve dosis > 6 mSv/jaar, of - equivalente orgaandosis > 150 mSv/jaar, of - equivalente ooglensdosis > 45 mSv/jaar.	X		
- effectieve dosis > 0,5 mSv/jaar en ≤ 6 mSv/jaar, of - equivalente dosis > 50 mSv/jaar en ≤ 150 mSv/jaar, of - equivalente ooglensdosis > 15 mSv/jaar en ≤ 45 mSv/jaar.		X	
- effectieve dosis ≤ 0,5 mSv/jaar, en - effectieve dosis ≤ 0,2 mSv /kwartaal			X

### Zone

De ruimte dient als een bewaakte zone te worden ingedeeld als een medewerker in deze ruimte meer dan 1 mSv kan oplopen. De ruimte dient als een gecontroleerde zone te worden ingedeeld als een medewerker in deze ruimte meer dan 6 mSv kan oplopen.

Uitzondering is de Multipurpose kamer (kamer 5). In deze ruimte kan een werknemer volgens de berekeningen niet meer dan 6mSV oplopen. Echter is kamer 5 ook de reserve angiokamer en dan

zouden er wel medewerkers zijn die in die kamer meer dan 6mSv ontvangen. Kamer 5 wordt daarom ook als gecontroleerde kamer geclassificeerd.

Zie tabel 9 en figuur 2 voor de indeling van de kamer.

Functie	totaal RIAS (mSv)	indeling medewerker
Interventieradioloog	18,45	Categorie A
Angiografielaborant	5,25	Categorie B
Cardioloog	9,8	Categorie A
Vaatchirurg	2,43	Categorie B
OK assistent (vaat)	0,36	
Radioloog	1	Categorie B
MBBer conventioneel	0,34	
Pijnbestrijder (anesthesist)	3,3	Categorie B
Pijnverpleegkundige	0,72	Categorie B
Uroloog	0,71	Categorie B
Urologisch VPK (polikl.)	0,06	
MDL arts	1,85	Categorie B
Functielaborant (MDL)	0,3	
Gynaecoloog	2,05	Categorie B
Echolaborant	0,33	
Orthopeed	0,2	
Chirurg	0,3	
OK assistent (alg.)	0,44	
CT/MRI laborant	0,99	Categorie B
Longarts	0,1	
Mammografie laborant	0,33	

Tabel 9a: Gegevens over werknemer, RIAS en medewerker indeling

kamer	kamer indeling
kamer 6	gecontroleerd
kamer 5	gecontroleerd
OK	bewaakt
alle rontgenkamers	bewaakt
Pijnbehandeling	bewaakt
Kamer urologie	bewaakt
CT	bewaakt

Tabel 9b: Gegevens over kamer en kamer indeling

## b. Is voldaan aan ALARA?

De risico's en de doses die daarbij horen (zowel de daadwerkelijk gemeten als theoretisch berekende) zijn zo laag als redelijkerwijs mogelijk is. Dus er is voldaan aan ALARA.

**c. Blijven alle berekende persoonsdosiswaarden beneden de dosislimieten?**

De theoretische, berekende, waarden blijven onder de 20mSv blootgestelde medewerkers. De daadwerkelijke, gemeten, waarden blijven ook onder deze limiet, op het moment van publicatie van dit document.

De badge uitslagen laten dit ook zien, zie methode 3.

### 3.3 Methode 3 TLD

#### TLD uitslagen

Het daadwerkelijk ontvangen dosis, kan via een de TLD-badges worden bekeken. De TLD badge uitslagen worden jaarlijks vergeleken met de RIAS rekenmodel.

De gemiddelde TLD badge uitslagen van 2016-2020 zijn er naast gezet. Er is gemiddeld over alle medewerkers met dezelfde functie en dit over alle jaren.

Een jaarlijkse check van NCS/RIAS rekenmodel en badge uitslagen zorgt voor een optimaal beeld van gebruik van röntgen en de stralingsbelasting voor de werknemers. En is met name bedoeld om te zien of er geen zeer afwijkende waarde gemeten worden.

Uit de vergelijking van de afgelopen 3 jaar en de uitgevoerde RIE/ RIAS van 2020 zijn geen extreme verschillen te zien. En de TLD waarde zijn nooit hoger dan de RIE.

Functie	NCS 2024 (mSv)	Totaal RIAS 2024 (mSv)	NCS 2021 (mSv)	Totaal RIAS 2021 (mSv)	Badge uitslag 2016-2020	Badge uitslag 2021-2023
Interventieradioloog	11.9	18.45	11.9	18.45	8.5	2,8
Angiografielaborant	5.47	5.25	5.47	5.25	2.31	1,6
Cardioloog	6.6	9.8	6.6	9.8	7.58	5,9
Vaatchirurg	0.8	2.43	0.8	2.43	0.01	0,0
OK assistent (vaat)	0.26	0.36	0.26	0.36		
Radioloog	0.3	1	0.3	1	0.01	0,7
MBB'er conventioneel	0.15	0.34	0.15	0.34		0,0
Pijnbestrijder	2.8	3.3	2.8	3.3	4.9	7,2
Pijnverpleegkundige	0.76	0.72	0.76	0.72		
Uroloog	0.8	0.71	0.8	0.71	0.01	0,0
Urologisch VPK (polikl.)	0.04	0.06	0.04	0.06		
MDL arts	1.4	1.85	1.4	1.85	0.13	0,3
Functioneel laborant (MDL)	0.24	0.3	0.24	0.3		
Gynaecoloog	1.2	2.05	1.2	2.05		
Echolaborant	0.18	0.33	0.18	0.33		
Orthopeed	0.4	0.2	0.4	0.2		
Chirurg	0.3	0.3	0.3	0.3		
OK assistent (alg)	0.19	0.44	0.19	0.44		
PET/CT/MRI laborant	0.13	0.99	0.13	0.99		0,1
Longarts	0.1	0.1	0.1	0.1		
Mammografie laborant	0.18	0.33	0.18	0.33		

Tabel 10: Gegevens NCS en RIAS 2020 versus gemiddelde TLD-badge per medewerker over de afgelopen 3 jaar

## **Discussie**

Methode 3 wordt altijd gebruikt om te zien of de risico-inventarisatie en de berekening van voorziene onbedoelde gebeurtenissen kloppen met de werkelijkheid. Dit gebeurt om te voorkomen dat we grote aspecten over het hoofd hebben gezien in de RIAS.

De RIAS berekening is in alle gevallen hoger dan de gemeten dosis. Dit geeft in ieder geval aan dat er in de RIAS geen onderschatting is gemaakt.

Bij enkele medewerkers komt de RIAS niet heel goed overeen met TLD-badge uitslag. Er zijn meerdere redenen die dit verschil veroorzaken.

De redenen waarom de echte badge dosis lager is, kunnen verschillende zijn:

- De RIAS houdt rekening met een gemiddelde DOP, maar deze is altijd naar boven afgerond of soms zelfs de maximale DOP. Dit levert dus een overschatting op
- Bij medewerkers die een variatie van procedures uitvoeren is de hoogste DOP genomen.
- De afstand van medewerker tot aan het toestel is onderschat. De afstand die minimaal kan voorkomen wordt meegenomen. Alle medewerkers zijn er bewust van de ALARA principes en zullen afstand nemen zodra ze dit kunnen.
- De voorziene onbedoelde gebeurtenis: zonder persoonsbeschermingsmiddelen de ruimte betreden is in sommige gevallen al meegenomen in de standaard RIE, omdat in de RI&E geen berekening van persoonsbeschermingsmiddelen mag worden meegenomen.
- De RIAS is voor 1fte. De badge uitslagen zijn gemiddeld van alle personen, ook de parttimers.

Ondanks dat er verschillen in TLD en RIAS zijn is het toch van belang om de TLD-badge uitslagen worden vergeleken met de RIAS als een extra check.

De gemiddeld TLD-badge uitslagen komen, met bovengenoemde punten in ogenschouw nemend, goed overeen met de RIAS.

## **3.4 Eindconclusie**

### **3.4.1 Medewerkers**

De dosis die medewerkers ontvangen is vooral het gevolg van bedoelde werkzaamheden en onbedoelde, voorziene gebeurtenissen. Door zich te houden aan de beschreven protocollen kan veilig gewerkt worden. Door een veelvoud aan maatregelen wordt voldaan aan de 3 pijlers van stralingshygiëne;

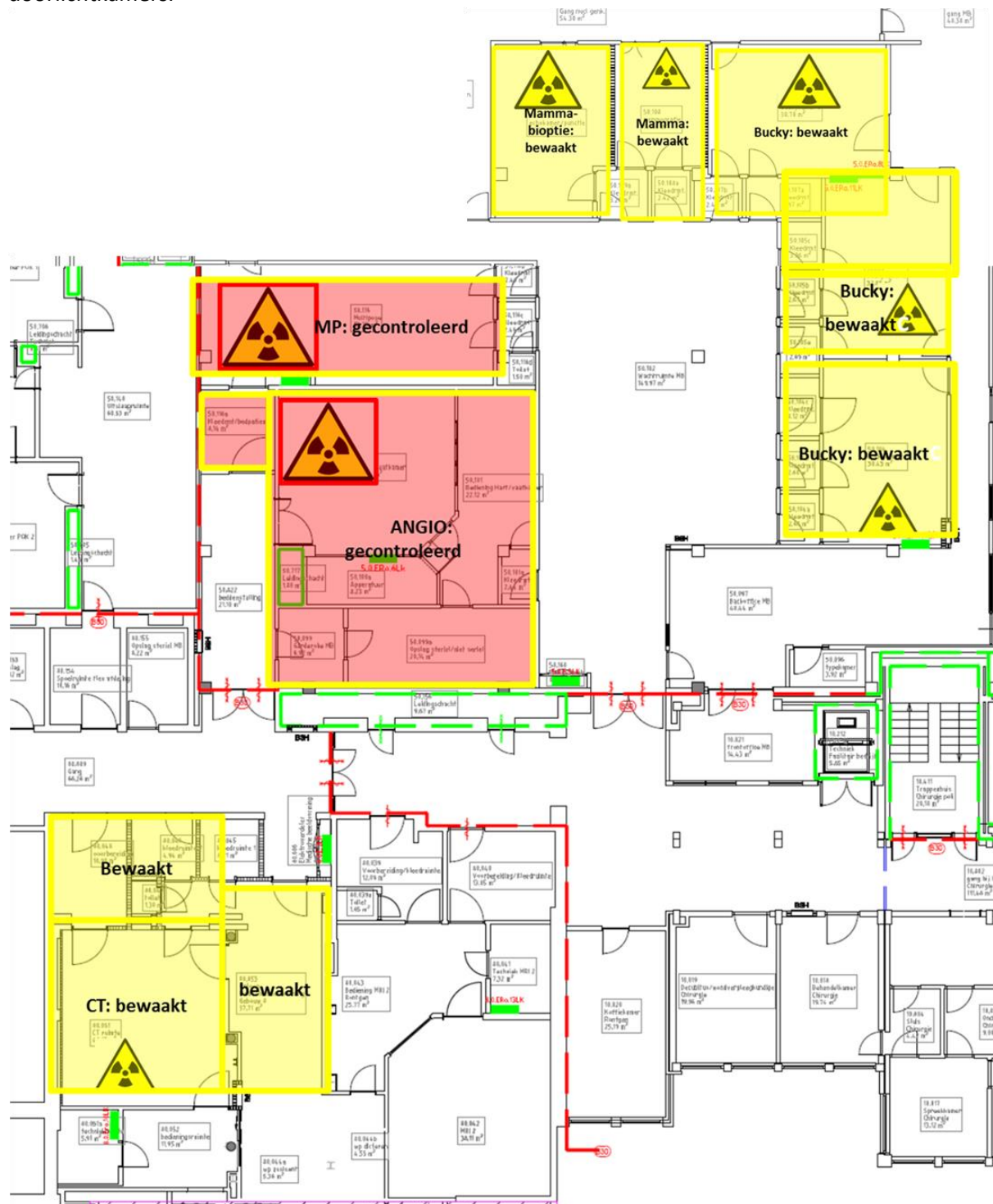
- het rechtvaardigingsprincipe
- het ALARA principe
- dosislimieten.

Alle medewerkers zijn ingedeeld aan de hand van de RIAS (zie tabel 9).

### **3.4.2 Ruimtes**

Alle ruimtes zijn ingedeeld m.b.v. de RIAS. In Tabel 9 is de indeling te zien.

Er zijn 2 gecontroleerde ruimtes. Dit betreft de Angiokamer en de Multipurpose. Dit zijn beide doorlichtkamers.



Figuur 2: Ruimte indeling afdeling radiologie

## Bijlage A Berekeningen NCS Nucleaire geneeskunde

### Berekeningen Dosis (zonder Sr/Rb)

- Regulier Externe Dosis = **11,836 mSv/jaar**, waarvan 9,563 mSv veroorzaakt wordt door het F-18 FDG en **31,5µSv/jaar** voor toediening therapie.
- Regulier inhalatie + incident inhalatie/ingestie =  
Medewerker standaard=  $4,8 \cdot 10^{-3} + 4,7 \cdot 10^{-7} + 5,7 \cdot 10^{-8} = 4,8 \cdot 10^{-3}$  incident  $3,4 \cdot 10^{-3} + 6,4 \cdot 10^{-3} + 3,4 \cdot 10^{-7} + 5,93 \cdot 10^{-7} = 9,8 \cdot 10^{-3}$  mSv/jaar.  
NG  $1,1 \cdot 10^{-3} + \text{incident } 3,46 \cdot 10^{-2} + 9,58 \cdot 10^{-3} = 4,418 \cdot 10^{-2}$
- Incident Externe Dosis (NG + NG-medewerker) = **0,979 mSv/jaar** (0,917 + 0,062 mSv voor NG)
- Incidenteel bij prikken (NG + NG-medewerker) = **1,962 mSv/jaar** (0,062 + 1,9 mSv voor NG)
- Incident huiddosis bij opruimen van besmetting = **74,4 mSv/jaar**
- Incident huiddosis bij toedienen (NG + NG-medewerker) = **306,6 mSv/jaar** (6,6 + 300 mSv voor NG)

### Nucleair geneeskundig medewerkers

Deze resultaten zijn de jaardosis en huiddosis en inhalatiedosis voor alle radionucliden (excl Sr/Rb). Deze dosis moet verdeeld worden over alle nucleair geneeskundig medewerkers.

De individuele dosis bestaat uit een reguliere component en een incidentencomponent.

In totaal kan een nucleair geneeskundig medewerker een externe dosis (A) + incidenten externe dosis (B) + Incidenten prikincidenten (C) + inhalatie (D) + incidenten huiddosis (E) ontvangen.

- Externe dosis =  $11,836/8 = 1,48$  mSv/jaar/medewerker
- In totaal kan een nucleair geneeskundig medewerker aan incidenten een externe dosis van =  $0,917/5 = 0,1834$  mSv/jaar/medewerker ontvangen.
- Inwendige besmetting door prikincidenten van 1,962 mSv/jaar wordt voor het grootste gedeelte door de nucleair geneeskundige ontvangen: 1,9mSv. De andere 0,062 wordt door nucleair geneeskundig medewerkers ontvangen:  $0,062/5 = 0,0124$  mSv/jaar/medewerker
- Inhalatie bij standaard werk =  $4,8 \cdot 10^{-3} / 8 = 6 \cdot 10^{-4}$  en bij incidenten is voor de nucleair geneeskundig medewerker =  $9,8 \cdot 10^{-3} / 8 = 1,22 \cdot 10^{-3}$  mSv/jaar/medewerker
- Incidenten huiddosis door huidbesmetting, van de 300 mSv huiddosis wordt het grootste gedeelte door de nucleair geneeskundige ontvangen, omdat zij diegene zijn die de therapeutische radionucliden toedienen. 9,8 mSv nucleair geneeskundig medewerker. De huiddosis door besmettingen opruimen is 74,4. De huiddosis\* weefactor 0.01 is de equivalente dosis. In totaal =  $(74,4+9,8) \cdot 0,01 = 0,84/8 = 0,105$  mSv/jaar/medewerker.

In totaal zijn dit 7 medewerkers alleen voor NG. Ook is er een pool van 6 CT laboranten die meedraait in de PET-CT. In berekeningen is conservatief gerekend met een totaal van 8.

Nucleair geneeskundige

De individuele dosis bestaat uit een reguliere component en een incidentencomponent.

In totaal kan een nucleair geneeskundige een externe dosis (A) + incidenten externe dosis (B) + Incidenten prikincidenten (C) + inhalatie (D) + incidenten huiddosis (E) ontvangen.

Er zijn 2 nucleair geneeskundige.

- A. De reguliere externe dosis bij toedienen van therapeutische radiofarmaca  $31,5/2 = 15,75$   **$\mu\text{Sv/jaar}$**
- B. In totaal kan een nucleair geneeskundige aan incidenten een externe dosis van  $0,062/2 = 0,031$   **$\text{mSv/jaar/NG}$**  ontvangen.
- C. Inwendige besmetting met prikincidenten voor nucleair geneeskundige =  $1,9/2 = 0,95$   **$\text{mSv/jaar/NG}$**
- D. Inhalatie bij standaard werk en bij incidenten is voor de nucleair geneeskundige =  $1.1 \cdot 10^{-3}/2 = 5,5 \cdot 10^{-4}$  incident  $4,418 \cdot 10^{-2} / 2 = 0,022$   **$\text{mSv/jaar/medewerker}$**
- E. De incidentele huiddosis door inwendige besmetting zorgt voor een incidentele effectieve dosis van  $(300 \cdot 0,01 \text{ weegfactor}) 3 \text{ mSv/jaar}$ . Is een totale effectieve dosis van  $3/2 = 1,5$   **$\text{mSv/jaar/NG}$** .

## RIE Excel 2024 (zonder Sr/Rb)

Regulier Externe Dosis = 0,544 + 1,729 + 9,563 = 11,836 mSv/jaar + 31µSv/jaar (NG)

Externe doses bij regulier gebruik van ingekapselde bronnen voor ijk- en of calibratiedoeleinden														
Handeling: regulier gebruik van ingekapselde bronnen voor ijkdoeleinden														
referentiedosis 1	10 (µSv/h) gedurende de handeling													
referentiedosis 2	1000 (µSv/jaar) voor alle handelingen													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiofarmacon	gem. activiteit	fractie van de activiteit	bronconstante h(10)	tijdsduur handeling	aantal handelingen per jaar	dikte Pb afscherming bron	halveringsdikte in Pb	afstand tot bron	aantal HVL-dikten Pb	transmissie T	dosis-tempo H*(10)	Index dosis-tempo (dosis-tempo / ref_dosis 1)	jaardosis per handeling	Index jaardosis (jaardosis / ref_dosis 2)
	(MBq)		(µSv/h per MBq op 1m)	(min)	(#/jaar)	[mm]	[mm]	[m]	[# HVL-dikten]		(µSv/h)		(µSv/jaar)	
Co-57 flood source	370	1	0,023	2	52	0	0,5	0,5	0,0	1,00	34,0	3,4	59,0	0,1
Co-57 SPECT-CT	1,85	1	0,023	2	50	2	6	2	0,3	0,79	0,0	0,0	0,0	0,0
Gd-153 SPECT-CT	370	1	0,0032	2	50	2	6	2	0,3	0,79	0,2	0,0	0,4	0,0
Ge-68/ Ga-68 cilinder fantoom	100	1	0,16	2	225	0	6	0,5	0,0	1,00	64,0	6,4	480,0	0,5
Ge-68/Ga-68 pin fantoom	45	1	0,16	2	5	0	6	0,5	0,0	1,00	28,8	2,9	4,8	0,0
													544,2	

Externe doses bij regulier scanonderzoek voor diagnostiek														
Handeling: begeleiding en positionering van de patiënt														
referentiedosis 1	10 (µSv/h) gedurende de handeling													
referentiedosis 2	1000 (µSv/jaar) voor alle handelingen													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Radiofarmacon	gem. activiteit	fractie van de activiteit	bronconstante h(10)	tijdsduur handeling	aantal handelingen per jaar	dikte Pb afscherming bron	halveringsdikte in Pb	afstand tot bron	aantal HVL-dikten Pb	transmissie T	dosis-tempo H*(10)	Index dosis-tempo (dosis-tempo / ref_dosis 1)	jaardosis per handeling	Index jaardosis (jaardosis / ref_dosis 2)
	(MBq)		(µSv/h per MBq op 1m)	(min)	(#/jaar)	[mm]	[mm]	[m]	[# HVL-dikten]		(µSv/h)		(µSv/jaar)	
Tc-99m-HSA	500	1	0,008	5	90	0	0,7	0,7	0,0	1,00	8,2	0,8	61,2	0,1
Tc-99m-fosfonaat	500	1	0,008	5	900	0	0,7	0,7	0,0	1,00	8,2	0,8	612,2	0,6
Tc-99m-pertechnetaat	180	1	0,008	5	50	0	0,7	0,7	0,0	1,00	2,9	0,3	12,2	0,0
Tc-99m-tetrofosmine	400	1	0,008	5	1600	0	0,7	0,7	0,0	1,00	6,5	0,7	870,7	0,9
Tc-99m-Macrosalb	100	1	0,008	5	180	0	0,7	0,7	0,0	1,00	1,6	0,2	24,5	0,0
Tc-99m-exametazime	350	1	0,008	5	5	0	0,7	0,7	0,0	1,00	5,7	0,6	2,4	0,0
Tc-99m-sestambi	500	1	0,008	5	50	0	0,7	0,7	0,0	1,00	8,2	0,8	34,0	0,0
Tc-99m-DMSA	100	1	0,008	5	26	0	0,7	0,7	0,0	1,00	1,6	0,2	3,5	0,0
Tc-99m-MAG3	60	1	0,008	5	110	0	0,7	0,7	0,0	1,00	1,0	0,1	9,0	0,0
Tc-99m-nanocolloid	60	1	0,008	5	800	0	0,7	0,7	0,0	1,00	1,0	0,1	65,3	0,1
I-123-natriumjodide	20	1	0,014	5	71	0	1	0,7	0,0	1,00	0,6	0,1	3,4	0,0
I-123-Ioflupaan	180	1	0,014	5	67	0	1	0,7	0,0	1,00	5,1	0,5	28,7	0,0
I-123-MBG	300	1	0,014	5	2	0	1	0,7	0,0	1,00	8,6	0,9	1,4	0,0
activiteit 2024													1728,7 uSv	
													1,728693878 mSv	

Externe doses bij reguliere toediening van radiofarmaca voor therapie.													
Handeling: intraveneuze injectie / orale toediening capsule													
referentiedosis 1	10 (µSv/h) gedurende de handeling												
referentiedosis 2	1000 (µSv/jaar) voor alle handelingen												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Radiofarmacon	gem. activiteit	bronconstante h(10)	tijdsduur handeling	aantal handelingen per jaar	dikte Pb afscherming bron	halveringsdikte in Pb	afstand tot bron	aantal HVL-dikten Pb	transmissie T	dosis-tempo H*(10)	Index dosis-tempo (dosis-tempo / ref_dosis 1)	jaardosis per handeling	Index jaardosis (jaardosis / ref_dosis 2)
	(MBq)	(µSv/h per MBq op 1m)	(min)	(#/jaar)	[mm]	[mm]	[m]	[# HVL-dikten]		(µSv/h)		(µSv/jaar)	
I-131-jodide poliklinisch	296	0,066	1	20	0	3	0,5	0,0	1,00	78,1	7,8	26,0	0,0
Sr-89-chloride	185	0,01	1	5	0	3	0,5	0,0	1,00	7,4	0,7	0,6	0,0
Sm-153-EDTMP	3000	0,012	1	2	0	1	0,5	0,0	1,00	144,0	14,4	4,8	0,0
Ra-223-dichloride	4,4	0,024	1	120	6	1	0,5	6,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
												31,5	

## EXTERNE STRALINGSBELASTING HANDELINGEN F-18 FDG ONDERZOEK

Handeling: deelhandeling F-18 FDG onderzoek														
referentiedosis 1		10		(µSv/h) gedurende de handeling										
referentiedosis 2		1000		(µSv/jaar) voor alle handelingen										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
handelingen	ruimte	beschrijving afscherming	gem. activiteit [MBq]	fractie van de activiteit	tijdsduur [min]	handelingen per jaar [# / jaar]	dikte afscherming bron [mm]	halveringsdikte d1/2 [mm]	afstand tot bron [m]	aantal HVL-dikten [# HVL-dikten]	transmissie T	bronconstante h(10) (µSv/h per MBq op 1m)	dosis-tempo per handeling (µSv/h)	jaardosis [µSv/jaar]
vervoer van tab naar de toedienruimte	gangen	PET-kar + van Gahlen systeem	2,50E+02	1	5	1200	40	6	1	6,7	9,8E-03	0,166	4,1E-01	40,8
injectie F-18 (spuifafscherming)	toedienruimte PET	van Gahlen systeem	2,50E+02	1	1	1200	20	6	0,5	3,3	9,8E-02	0,166	1,6E+01	329,4
injectie F-18 (afscherming door de patient)	toedienruimte PET	geen afscherming	2,50E+02	1	1	1200	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,092	9,2E+01	1840,0
infuus verwijderen	toedienruimte PET	geen afscherming	2,50E+02	1	1	1200	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,092	9,2E+01	1840,0
positionering patient op scandebed (p.i.1 uur) (met mobiel loodschermb)	scannerruimte	mobiel loodschermb	1,55E+02	1	3	1200	3	6	0,5	0,5	7,1E-01	0,092	4,0E+01	2420,0
patient van het scandebed en ontslag	scannerruimte	geen afscherming	1,43E+02	1	2	1200	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,092	5,3E+01	2106,0
afsluiverwerking	toedienruimte PET	geen afscherming	2,50E+02	0,001	1	1200	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,166	1,7E-01	3,3
kwantiteitscontrole Ge-68 uniformiteit	scannerruimte	geen afscherming	9,00E+01	1	2	454	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,16	5,8E+01	871,7
kwantiteitscontrole Ge-68 stafje	scannerruimte	geen afscherming	4,50E+01	1	2	10	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,16	2,9E+01	9,6
nameten achterblijfsel spuit	LAF-kast	loodgas	2,00E+01	1	0,5	96	5	6	0,2	0,8	5,6E-01	0,166	4,7E+01	37,3
nameten achterblijfsel spuit	LAF-kast	bodem	2,00E+01	1	0,5	96	0	6	0,2	0,0	1,0E+00	0,166	8,3E+01	66,4
Calibrate SUV, Positionering fantoom en verwijderen fantoom	scan ruimte	geen afscherming	5,50E+02	1	10	4	0	6	0,2	0,0	1,0E+00	0,166	2,3E+03	1521,7
Totale collectieve jaardosis													9563	

## Regulier inhalatie = 0,0059 mSv

### JAARDOSIS BIJ REGULIERE INWENDIGE BESMETTING T.G.V. INHALATIE VOOR HET TOEDIENEN VAN RADIOFARMACA BIJ DIAGNOSTISCHE EN THERAPEUTISCHE ONDERZOEKEN IN DE NUCLEAIRE GENEESKUNDE.

DIAGNOSTIEK									
REGULIER BRONLEKKAGE 0,01%									
TFW_inhalatie per dag (= 5uur):		5,40E-09		(mSv/jaar) voor alle handelingen					
referentiedosis		1							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INHALATIE									
							DOSIS	JAARDOSIS	INDEX
							per dag	(250 dagen)	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	gem.activiteit per handeling (MBq)	Handelingen per dag	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	( mSv)	(DOSIS/ REF_DOSIS) ≤ 1
Schildklier-scintigrafie	I-123	jodide	20	1	F	1,1E-01	1,2E-08	3,0E-06	3,0E-06
DATscan	I-123	FP-CIT	185	1	F	1,1E-01	1,1E-07	2,7E-05	2,7E-05
MIBG scintigrafie	I-123	MIBG	300	1	F	1,1E+01	1,8E-05	4,5E-03	4,5E-03
Botscintigrafie	Tc-99m	medronaat	500	8	F	2,0E-02	4,3E-07	1,1E-04	1,1E-04
Leukocyten-scintigrafie	Tc-99m	leukocyten	350	1	M	2,9E-02	5,5E-08	1,4E-05	1,4E-05
Longperfusiescintigrafie	Tc-99m	MAA	150	1	M	2,9E-02	2,3E-08	5,9E-06	5,9E-06
Myocardscintigrafie	Tc-99m	tetrofosmine	400	9	F	2,0E-02	3,9E-07	9,7E-05	9,7E-05
Lymfeklier-scintigrafie	Tc-99m	nanocolloid	100	2	M	2,9E-02	3,1E-08	7,8E-06	7,8E-06
Renografie	Tc-99m	MAG3	60	1	F	2,0E-02	6,5E-09	1,6E-06	1,6E-06
FDG PET scintigrafie	F-18	FDG	250	2	F	5,5E-02	1,5E-07	3,7E-05	3,7E-05
Totale jaardosis (= collectieve jaardosis voor al deze handelingen)								4,8E-03	
INDEX (collectieve jaardosis/referentiedosis) : ≤ 1								4,8E-03	

### THERAPIE

#### REGULIER BRONLEKKAGE 0,01%

TFW\_inhalatie per dag (= 5uur):

5,40E-09

referentiedosis

1

(mSv/jaar) voor alle handelingen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INHALATIE									
							DOSIS	JAARDOSIS	INDEX
							per dag	(250 dagen)	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	gem.activiteit per handeling (MBq)	Handelingen per dag	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	( mSv)	(DOSIS/ REF_DOSIS) ≤ 1
I-131 poliklinisch	I-131	NaJ	370	0,20	F	1,10E+01	4,4E-06	1,1E-03	1,1E-03
Sm-153 Quadramet	Sm-153	Quadramet	2700	0,01	M	6,80E-01	9,9E-08	2,5E-05	2,5E-05
Sr-89	Sr-89		150	0,01	F	5,60E+00	4,5E-08	1,1E-05	1,1E-05
Totale jaardosis (= collectieve jaardosis voor al deze handelingen)								1,1E-03	
INDEX (collectieve jaardosis/referentiedosis) : ≤ 1								1,1E-03	

JAARDOSIS BIJ REGULIERE INWENDIGE BESMETTING T.G.V. INHALATIE BIJ HET BEREIDEN EN VOOR HET TOEDIEN GEREED MAKEN (VTGM) VAN RADIOFARMACA IN EEN LAF-KAST IN HET B-LABORATORIUM .									
<b>DIAGNOSTIEK</b>									
REGULIER BRONLEKKAGE 0,01%									
TFW_inhalatie per dag (= 5uur) :		5,40E-13							
referentiedosis		1		(mSv/jaar) voor alle handelingen					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INHALATIE									
							DOSIS	JAARDOSIS	INDEX
							per dag	(250 dagen)	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	gem.activiteit per handeling (MBq)	Handelingen per dag	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	( mSv)	(DOSIS/ REF_DOSIS) ≤ 1
Schildklier-scintigrafie	I-123	jodide	20	1	F	1,1E-01	1,2E-12	3,0E-10	2,97E-10
DATscan	I-123	FP-CIT	185	1	F	1,1E-01	1,1E-11	2,7E-09	2,75E-09
MIBG scintigrafie	I-123	MIBG	300	1	F	1,1E+01	1,8E-09	4,5E-07	4,46E-07
Botsintigrafie	Tc-99m	medronaat	500	8	F	2,0E-02	4,3E-11	1,1E-08	1,08E-08
Leukocytsintigrafie	Tc-99m	leukocyten	500	1	M	2,9E-02	7,8E-12	2,0E-09	1,96E-09
Longperfusiesintigrafie	Tc-99m	MAA	150	1	M	2,9E-02	2,3E-12	5,9E-10	5,87E-10
Myocardsintigrafie	Tc-99m	tetrofosmine	400	9	F	2,0E-02	3,9E-11	9,7E-09	9,72E-09
Lymfekliersintigrafie	Tc-99m	nanocolloid	100	2	M	2,9E-02	3,1E-12	7,8E-10	7,83E-10
Renografie	Tc-99m	MAG3	60	1	F	2,0E-02	6,5E-13	1,6E-10	1,62E-10
<b>Totale jaardosis (= collectieve jaardosis voor al deze handelingen)</b>								<b>4,7E-07</b>	
<b>INDEX (collectieve jaardosis/referentiedosis) : ≤ 1</b>								<b>4,7E-07</b>	
<b>THERAPIE</b>									
REGULIER BRONLEKKAGE 0,01%									
TFW_inhalatie per dag (= 5uur) :		5,40E-13							
referentiedosis		1		(mSv/jaar) voor alle handelingen					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INHALATIE									
							DOSIS	JAARDOSIS	INDEX
							per dag	(250 dagen)	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	gem.activiteit per handeling (MBq)	Handelingen per dag	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	( mSv)	(DOSIS/ REF_DOSIS) ≤ 1
I-131 poliklinisch	I-131	NaJ	370	0,10	F	1,10E+01	2,2E-10	5,5E-08	5,49E-08
Sm-153 Quadramet	Sm-153	Quadramet	2700	0,01	M	6,80E-01	9,9E-12	2,5E-09	2,48E-09
Sr-89	Sr-89		150	0,01	F	5,60E+00	4,5E-12	1,1E-09	1,13E-09
<b>Totale jaardosis (= collectieve jaardosis voor al deze handelingen)</b>								<b>5,7E-08</b>	
<b>INDEX (collectieve jaardosis/referentiedosis) : ≤ 1</b>								<b>5,7E-08</b>	

Incident Inhalatie preparatie + Incident inhalatie toediening =  $9,33 \cdot 10^{-7} + 3,8 \cdot 10^{-3}$  (zie incident inwendig) =  $3,8 \cdot 10^{-3}$

**RISICOBEOORDELING VOOR HET BEREIDEN EN VOOR HET TOEDIEN GEREED MAKEN (VTGM) VAN RADIOFARMACA IN EEN LAF-KAST BIJ INWENDIGE BESMETTING T.G.V. INHALATIE.**

**DIAGNOSTIEK**

incident 10% vrijkomen in de laf-KAST, TFW-werker voor 1 uur

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>INHALATIE</b>							
REF_DOSIS (mSv)						1,00E-01	
TFW berekend						1,00E-10	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	Activiteit (MBq)	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	INDEX (DOSIS/REF_DOSIS) ≤ 1
Schildklierscintigrafie VTGM	I-123	jodide	20	F	1,1E-01	2,2E-10	2,2E-09
DATscan VTGM	I-123	FP-CIT	185	F	1,1E-01	2,0E-09	2,0E-08
MIBG scintigrafie VTGM	I-123	MIBG	300	F	1,1E+01	3,3E-07	3,3E-06
Botscintigrafie VTGM	Tc-99m	medronaat	500	F	2,0E-02	1,0E-09	1,0E-08
Leukocytsintigrafie VTGM	Tc-99m	leukocyten	350	M	2,9E-02	1,0E-09	1,0E-08
Longperfusiescintigrafie VTGM	Tc-99m	MAA	150	M	2,9E-02	4,4E-10	4,4E-09
Myocardscintigrafie VTGM	Tc-99m	tetrofosmin	400	F	2,0E-02	8,0E-10	8,0E-09
Lymfeklierscintigrafie VTGM	Tc-99m	nanocolloid	100	M	2,9E-02	2,9E-10	2,9E-09
Renografie VTGM	Tc-99m	MAG3	60	F	2,0E-02	1,2E-10	1,2E-09

3,4E-07

**THERAPIE**

incident 10% vrijkomen in de laf-KAST, TFW-werker voor 1 uur

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>INHALATIE</b>							
REF_DOSIS (mSv)						1,00E-01	
TFW berekend						1,00E-10	
Toepassing	Nuclide	Farmacon	Activiteit (MBq)	type inh-klasse	e(g) 5µm-inhalatie (mSv/MBq)	DOSIS E_inh (mSv)	INDEX (DOSIS/REF_DOSIS) ≤ 1
I-131 poliklinisch capsule VTGM	I-131	NaJ	296	F	1,10E+01	3,26E-07	3,3E-06
Sm-153 Quadramet VTGM	Sm-153	Quadramet	2700	M	6,80E-01	1,84E-07	1,8E-06
Sr-89	Sr-89		150	F	5,60E+00	8,40E-08	8,4E-07

5,93E-07

**Incident huiddosis +uitwendig = 74,4mSv**

Uitwendige blootstelling van de extremiteiten (handen) bij incidenteel vrijkomen van 10% van de radioactiviteit t.g.v. het opruimen van de besmetting. Dit zou kunnen gebeuren bij het toediengereedmaken van de radioactiviteit in de LAF-kast of het toedienen van het radiofarmacon aan de patiënt.

Handeling: opruimen van 10% van oorspronkelijke activiteit

Fractie van de vrijgekomen activiteit: 0,1  
referentiedosis 1: 2,5 mSv gedurende de handeling

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Radiofarmacon	gem. activiteit (MBq)	bronconstante h(0,07) (µSv/h per MBq op 10 cm)	tijdsduur handeling (min)	dikte Pb afscherming bron [mm]	halveringsdikte in Pb [mm]	afstand tot bron [cm]	aantal HVL-dikten Pb [# HVL-dikten]	transmissie T	equivalente huiddosis H(0,07) (mSv)	Index (huiddosis/ref_dosis 1)
I-131-jodide poliklinisch (capsule)	296	1000	10	0	3	10	0,0	1,00	4,93E+00	2,0
Sr-89-Chloride	185	800	10	0	3	10	0,0	1,00	2,47E+00	1,0
Sm-153-EDTMP	3000	1000	10	0	1	10	0,0	1,00	5,00E+01	20,0
Ra-223-dichloride	4,4	600	10	0	1	10	0,0	1,00	4,40E-02	0,0

Toelichting: 5,74E+01

Uitwendige blootstelling van de extremiteiten (handen) bij incidenteel vrijkomen van 10% van de radioactiviteit t.g.v. het opruimen van de besmetting. Dit zou kunnen gebeuren bij het toediengereedmaken van de radioactiviteit in de LAF-kast of het toedienen van het radiofarmacon aan de patiënt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Handeling: opruimen van 10% van oorspronkelijke activiteit										
Fractie van de vrijgekomen activiteit:		0,1								
referentiedosis 1		2,5	mSv gedurende de handeling							
Radiofarmacon	gem. activiteit (MBq)	bronconstante h(0,07) (µSv/h per MBq op 10 cm)	tijdsduur handeling (min)	dikte Pb afscherming bron [mm]	halveringsdikte in Pb [mm]	afstand tot bron [cm]	aantal HVL-dikten Pb [# HVL-dikten]	transmissie T	equivalente huiddosis (mSv)	Index (huiddosis/ref_dosis 1)
F-18-FDG	250	300	10	15	0,7	10	0,0	1,00	1,25E+00	0,5
Tc-99m-HSA	500	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	2,50E+00	1,0
Tc-99m-fosfonaat	500	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	2,50E+00	1,0
Tc-99m-pertechnetaat	180	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	9,00E-01	0,4
Tc-99m-tetrofosmine	400	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	2,00E+00	0,8
Tc-99m-macrosalb	100	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	5,00E-01	0,2
Tc-99m-exametazime	350	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	1,75E+00	0,7
Tc-99m-sestambi	500	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	2,50E+00	1,0
Tc-99m-DMSA	100	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	5,00E-01	0,2
Tc-99m-MAG3	60	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	3,00E-01	0,1
Tc-99m-nanocolloid	60	300	10	0	0,7	10	0,0	1,00	3,00E-01	0,1
I-123 natriumjodide	20	400	10	0	1	10	0,0	1,00	1,33E-01	0,1
I-123-Joflupaan	180	400	10	0	1	10	0,0	1,00	1,20E+00	0,5
I-123-MIBG	300	400	10	0	1	10	0,0	1,00	2,00E+00	0,8
									17	

**Incident Externe Dosis = 0,062 + 0,042 + 0,003 + 0,872 = 0,979mSv**

Beschrijving voorzienen onbedoelde gebeurtenissen voor de ontvangen externe dosis bij laboratorium handelingen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
referentiedosis (mSv)		0,1									
Incidentbeschrijving	radionuclide	gem. activiteit (MBq)	bronconstante h(10) (µSv/h per MBq op 1m)	tijdsduur (uren)	dikte Pb afscherming bron [mm]	halveringsdikte d1/2 Pb (mm)	afstand tot bron (m)	aantal HVL-dikten Pb [# HVL-dikten]	transmissie T	dosis (mSv)	Index (dosis/ref_dosis)
Lekkende spuit , 10%	Tc-99m	100	0,023	1/6	0	0,7	0,5	0,0	1,00	0,00	0,02
vallen I-131 capsule, geen breuk	I-131 capsule	296	0,066	1/60	0	3	1,0	0,0	1,00	0,00	0,00
vallen I-131 capsule, lekkage 10%	I-131 capsule	30	0,066	1/6	0	3	1,0	0,0	1,00	0,00	0,00
lekkende spuit, 10% buiten LAF-kast meten FDG spuit bij verdenking op andere activiteit	F-18 FDG	30	0,166	1/6	0	6	1,0	0,0	1,00	0,00	0,01
	F-18 FDG	250	0,166	1/60	5	6	0,5	0,8	0,56	0,00	0,02
										3,0 µSv	

## Beschrijving van twee voorziene onbedoelde scenarios voor de ontvangen externe dosis bij frequent voorkomend diagnostisch nucleair geneeskundig onderzoek.

Incidentscenario 1: MNW'er staat gemiddeld op 1 meter van de ingespoten patient gedurende 1 uur (bijv claustrofobische of zeer hulpbehoevende patiënt ) vanaf tijdstip injectie.

Incidentscenario 2: reanimatieteam staat gemiddeld op 1 meter van de ingespoten patient gedurende 1 uur vanaf tijdstip injectie.

referentiedosis (mSv) **0,1**

1	2	3	4	5	6	7
Radiofarmacon	gem. activiteit per handeling (MBq)	bronconstante h(10) (µSv/h per MBq op 1m)	tijdsduur (vanaf t=0 tot t =1 uur) (uren)	afstand tot de bron (m)	dosis vanaf t= 0 tot t =1 uur (mSv)	Index (dosis/ ref_dosis)
I-123 natriumjodide	20	0,014	1	1	0,000	0,00
I-131-jodide **	296	0,034	1	1	0,010	0,10
Tc-99m erythrocyten	350	0,008	1	1	0,003	0,03
Tc-99m-fosfonaat	500	0,008	1	1	0,004	0,04
Tc-99m-pertechnetaat	180	0,008	1	1	0,001	0,01
F-18-FDG	250	0,092	1	1	0,023	0,23
					0,042	

### Incidenten FDG

referentiedosis 1	10	(µSv/h) gedurende de handeling															
referentiedosis 2	1000	(µSv/jaar) voor alle handelingen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
handelingen	ruimte	beschrijving afscherming	gem. activiteit [MBq]	fractie van de activiteit	tijdsduur [min]	handelingen per jaar [# / jaar]	dikte afscherming bron [mm]	halveringsdikte d1/2 [mm]	afstand tot bron [m]	aantal HVL-dikten [# HVL-dikten]	transmissie T	bronconstante h(10) (µSv/h per MBq op 1m)	dosis-tempo per handeling (µSv/h)	jaardosis (µSv/jaar)			
Patient plast 10% naast het toilet	toilet	geen	2,50E+01	1	5	2	0	6	2	0,0	1,0E+00	0,166	1,0E+00	0,2			
Patient plast op bed	toedienruimte PET	geen	2,50E+01	1	5	2	0	6	2	0,0	1,0E+00	0,166	1,0E+00	0,2			
Het bijstaan van een hulpbehoevende patiënt, waarbij het FDG reeds is toegediend.	toedienkamer	geen	2,50E+01	1	60	20	0	6	0,5	0,0	1,0E+00	0,166	1,7E+01	332,0			
nameten bij verdenking activiteit sputen	LAF-kast	loodglas	2,50E+02	1	2	10	5	6	0,2	0,8	5,6E-01	0,166	5,8E+02	194,1			
nameten bij verdenking activiteit sputen	LAF-kast	bodem	2,50E+02	1	2	10	0	6	0,2	0,0	1,0E+00	0,166	1,0E+03	345,8			
														872			



Rb-82			Persoonsdosis Externe bestraling			Ingestie	Inhalatie
			effectieve dosis	equivalente dosis oogtens	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]
▼	▼ Scenario	▼ Toelichting	▼	▼	▼	▼	▼
A.	Elutie	Elueren van Rb-82	8,571E-01	7,083E-01	2,143E+01	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	2,332E-05	1,928E-05	5,831E-04	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	9,329E-01	7,710E-01	2,332E+01	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (bv	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (dc	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG8 Emersie	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
A.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	Toediening	Toedienen van Rb-82	8,571E-01	7,083E-01	8,571E-01	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	4,665E-03	3,855E-03	4,665E-03	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	9,329E-01	7,710E-01	9,329E-01	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (bv	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (dc	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG8 Emersie	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
B.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	QC	QC werkzaamheden	2,143E-01	1,943E-01	3,428E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Mogelijk	1,166E-03	1,058E-03	1,866E-02	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG4 Bron uit afscherming	Mogelijk	2,332E-01	2,115E-01	3,732E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (bv	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk (dc	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG8 Emersie	Niet reel	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
C.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Theoretisch mogelijk	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	PET Scan	Scannen van Patient	2,143E-01	1,943E-01	2,143E-01	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	Opslag	Opslag eindproducten ei	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
D.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	Verwerking van radioactie	Verwerking van afval (pr	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	Onderhoud/Schoonmaak	In principe geen activiteit	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
F.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
G.	Be&ontladen generator	Be&ontladen generator	1,543E-02	1,071E-02	9,642E-02	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG1 Besmetting/spill 100%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG2 Besmetting/spill 50%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG3 Besmetting/spill 0,5%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG4 Bron uit afscherming	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG5 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG6 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG7 Inwendige besmetting doc	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG8 Emersie	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
E.	VOG9 Huidbesmetting 0,01%	Niet reel (gezien de korte	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
<b>TOTAAL REGULIER</b>			<b>2,158E+00</b>	<b>1,816E+00</b>	<b>2,602E+01</b>	<b>0,000E+00</b>	<b>0,000E+00</b>
<b>TOTAAL VOORZIENEN ONI</b>			<b>2,105E+00</b>	<b>1,759E+00</b>	<b>2,801E+01</b>	<b>0,000E+00</b>	<b>0,000E+00</b>
<b>TOTAAL</b>			<b>4,263E+00</b>	<b>3,575E+00</b>	<b>5,403E+01</b>	<b>0,000E+00</b>	<b>0,000E+00</b>
			Eis < 20 mSv/	Eis < 20 mSv/	Eis < 500 mSv/	Eis < 20 mSv/	Eis < 20 mSv/
			DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK	DOSIS OK

## **Bijlage B Berekeningen van radiologie**

### **Berekeningen voor angiolaborant**

#### **50% Cardiologie**

50% assisteren

*25000 mGycm<sup>2</sup>, 300 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand*

Resulteert in:  $1.5 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 311 mAs))

25% omloop

*10000 mGycm<sup>2</sup>, 300 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand*

Resulteert in:  $1.5 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 311 mAs))

25% telecommando

*10000 mGycm<sup>2</sup>, 300 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand*

Resulteert in:  $1.5 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 311 mAs))

Correctie voor afstand (4m) en Pb (2mm)

600 CAG pj, geen PCI

#### **40% Interventie**

50% assisteren

*10000 mGycm<sup>2</sup>, 600 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand*

Resulteert in:  $4.82 * 10^{-2}$  mGy (op 1m (bij 307 mAs))

25% omloop

*30000 mGycm<sup>2</sup>, 600 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand*

Resulteert in:  $1.45 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 921 mAs))

25% telecommando

*30000 mGycm<sup>2</sup>, 600 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 4.0m afstand*

Resulteert in:  $1.45 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 921 mAs))

Correctie voor afstand (4m) en Pb (2mm)

Alleen abdomen, geen neuro, 1000 DSA/interventie pj

#### **5% mobiele doorlichting (OK)**

1/3 extremiteiten

*600 mGycm<sup>2</sup>, 100 cm<sup>2</sup> FOV, 70 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand*

Resulteert in:  $2.58 * 10^{-3}$  mGy (op 1m (bij 1 mAs))

1/3 bekken/buik

*20000 mGycm<sup>2</sup>, 800 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand*

Resulteert in:  $9.56 * 10^{-2}$  mGy (op 1m (bij 2 mAs))

1/3 EVAR

*60000 mGycm<sup>2</sup>, 400 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 3.0m afstand*

Resulteert in:  $2.87 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 12 mAs))

5% doorlichting (MP)

95% hiervan telecommando

*10000 mGycm<sup>2</sup>, 600 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand*

Resulteert in:  $4.82 * 10^{-2}$  mGy (op 1m (bij 307 mAs))

Correctie voor afstand (2m) en Pb (2mm)

5% interventie

*30000 mGycm<sup>2</sup>, 600 cm<sup>2</sup> FOV, 100 kV, 3.3 mA, 2.0m afstand*

Resulteert in:  $1.45 * 10^{-1}$  mGy (op 1m (bij 921 mAs))