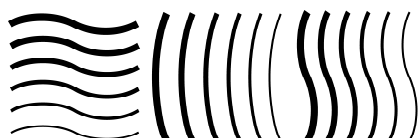


# **RIAS Samenvatting**

**NEDERLANDSE COMMISSIE VOOR STRALINGSDOSIMETRIE**

**NCS Communicatie**

**Mei 2019**



**Netherlands Commission on Radiation Dosimetry**

**RIAS Samenvatting**

**Mei 2019**

## Preface

The Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (NCS, Netherlands Commission on Radiation Dosimetry, <http://www.radiationdosimetry.org>) was officially established on 3<sup>rd</sup> September, 1982 with the aim of promoting the appropriate use of dosimetry of ionising radiation both for scientific research and for practical applications. The NCS is chaired by a board of scientists, made up via recommendations from the supporting societies, including the Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie (Dutch Society for Radiotherapy and Oncology), the Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (Dutch Society of Nuclear Medicine), the Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (Society for Medical Physics of the Netherlands), the Nederlandse Vereniging voor Radiobiologie (Netherlands Radiobiological Society), the Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (Netherlands Society for Radiological Protection), the Nederlandse Vereniging voor Medische Beeldvorming en Radiotherapie (Dutch Society for Medical Imaging and Radiotherapy), the Nederlandse Vereniging van Klinisch Fysisch Medewerkers (Dutch Society for Medical Physics Engineers), the Nederlandse Vereniging voor Radiologie (Radiological Society of the Netherlands) and the Belgische Vereniging voor Ziekenhuisfysici/Société Belge des Physiciens des Hôpitaux (Belgian Hospital Physicists Association) and expanded with a representative from the Dutch Metrology Institute VSL. To achieve its aims, the NCS carries out the following tasks: participation in dosimetry standardisation, promotion of mutual comparisons of dosimetry, drafting of dosimetry protocols and the collection and evaluation of physical data related to dosimetry. Furthermore, the commission shall establish or maintain links with national and international organisations concerned with ionising radiation and promulgate information on new developments in the field of radiation dosimetry.

### Current members of the board of the NCS

J.B. van de Kamer, Chairman  
T.W.M. Grimbergen, Vice-Chairman  
J.A. de Pooter, Secretary  
J.M.J. Hermans, Treasurer  
A. Rijnders  
N. De Graaf  
F.W. Wittkämper  
M.K. de Fluiter-Zeeman  
J.R. de Jong  
P. Sminia  
N.A.P. Franken

# RIAS Samenvatting

Auteurs:

Peter Brands

Anouk de Jong

Janneke Ansems

Leescommissie:

iSZW/SZW

NCS, Delft, The Netherlands

Meer informatie over de NCS is te vinden op <http://radiationdosimetry.org>



## Inhoud

|       |                                                                     |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2     | Introductie .....                                                   | 6  |
| 3     | Achtergrond.....                                                    | 6  |
| 4     | Deel 1: Risico-identificatie .....                                  | 6  |
| 4.1   | A: Inventarisatie bronnen .....                                     | 6  |
| 4.2   | B: Inventarisatie handelingen .....                                 | 7  |
| 4.2.1 | B1: Inventarisatie handelingen met toestellen .....                 | 7  |
| 4.2.2 | B2: Inventarisatie handelingen met ingekapselde bronnen.....        | 8  |
| 4.2.3 | B3: Inventarisatie handelingen met open bronnen.....                | 8  |
| 4.3   | <b>C: Aantal (deel)handelingen en werknemers</b> .....              | 9  |
| 4.4   | <b>D: Locatie</b> .....                                             | 9  |
| 4.5   | <b>E: Blootstellingspaden</b> .....                                 | 9  |
| 4.6   | <b>F: Voorziene onbedoelde blootstelling</b> .....                  | 10 |
| 4.6.1 | F1: Voorziene onbedoelde gebeurtenissen toestellen .....            | 10 |
| 4.6.2 | F2: Voorziene onbedoelde gebeurtenissen ingekapselde bronnen.....   | 11 |
| 4.6.3 | F3: Voorziene onbedoelde gebeurtenissen open bronnen .....          | 11 |
| 4.7   | <b>G: Technische en organisatorische maatregelen</b> .....          | 11 |
| 5     | Deel 2: Bepalen van de blootstelling .....                          | 12 |
| 5.1   | <b>Reguliere blootstelling</b> .....                                | 12 |
| 5.2   | <b>Potentiële blootstelling</b> .....                               | 14 |
| 5.3   | <b>Kans op het zich voordoen van potentiële blootstelling</b> ..... | 14 |
| 5.4   | <b>Effect van persoonlijke beschermingsmiddelen</b> .....           | 14 |
| 6     | Deel 3: Risico-evaluatie.....                                       | 15 |
| 6.1   | <b>Basisprincipes: rechtvaardiging en optimalisatie</b> .....       | 15 |
| 6.2   | <b>Dosislimieten</b> .....                                          | 15 |
| 6.3   | <b>Dosisbeperkingen</b> .....                                       | 15 |
| 6.4   | <b>Identificatie van blootgestelde werknemers</b> .....             | 15 |
| 6.5   | <b>Indeling van blootgestelde werknemers</b> .....                  | 16 |
| 6.6   | <b>Identificatie en indeling van ruimte</b> .....                   | 16 |
| 6.7   | <b>Actualiseren getroffen maatregelen</b> .....                     | 16 |
| 7     | Literatuur.....                                                     | 17 |
| I.    | Bijlage 1 .....                                                     | 18 |
| II.   | Bijlage 2 .....                                                     | 20 |
| III.  | Bijlage 3.....                                                      | 21 |
| IV.   | Bijlage 4.....                                                      | 22 |
| V.    | Bijlage 5 .....                                                     | 24 |

## 2 Introductie

Een risico inventarisatie en evaluatie (RI&E) dient te worden uitgevoerd volgens de Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018, artikel 2.1 “Nadere eisen risico-inventarisatie en -evaluatie met het oog op de risico’s van blootstelling van werknemers aan ioniserende straling” (Nederlandse Overheid, 2018a) en Bijlage A “Nadere eisen en elementen betreffende de risico-inventarisatie en -evaluatie” (Nederlandse Overheid, 2018b).

Dit document werkt het drie stappen model van Bijlage A uit en beoogt hiermee een handvat te geven aan ziekenhuizen hoe een RI&E van de beroepsmatige blootstelling uit te voeren van alle handelingen met toestellen en met open en ingekapselde radioactieve bronnen.

Doel is dat elke individuele medewerker zijn risico’s kan inschatten (reguliere en potentiële blootstelling) op basis van de gegevens zoals gepresenteerd in een RI&E.

## 3 Achtergrond

Dit document vervangt het NCS rapport “Rias Introductie + Samenvatting” dat uitgaat van blootstellingspaden en brengt de inhoud hiervan in overeenstemming met Bijlage A die uitgaat van handelingen. Individuele medewerkers kunnen op basis van hun case mix van handelen hun risico’s inschatten. Dit geldt voor medewerkers op de subspecialisaties radiologie, nucleaire geneeskunde en radiotherapie.

Per subspecialisatie is er een NCS rekenblad beschikbaar. Deze rekenbladen voorzien in de waarden welke in deze RI&E verwerkt dienen te worden.

Omdat in de RI&E de genoemde Bijlage A stapsgewijs gevolgd dient te worden en om het document leesbaar te houden zijn tabellen in een bijlage opgenomen. Alleen de tabel welke medewerkers nodig hebben om het individuele risico vast te stellen is in de hoofdtekst opgenomen.

Dit document is tot stand gekomen in nauwe samenspraak met de beleidsmedewerkers en inspecteurs van SZW.

## 4 Deel 1: Risico-identificatie

### 4.1 A: Inventarisatie bronnen

Dit onderdeel heeft als doel te laten zien dat alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen zijn geïnventariseerd. De bronnen zijn onderverdeeld in drie categorieën:

toestellen, ingekapselde bronnen en open bronnen. De volgende tekst en tabellen in bijlagen 1A tot en met 1C dienen hiervoor als voorbeeld.

In het ziekenhuis bevinden zich <XX> toestellen. Een overzicht van deze toestellen, inclusief eigenschappen (systeemidentificatie, locatie, merk, type, jaar van ingebruikname, maximale buisspanning, en aard van de toepassing) is toegevoegd in Bijlage 1A. Daarnaast worden <XX> ingekapselde bronnen toegepast (exclusief I-125 bronnen). Een overzicht van de aanwezige ingekapselde bronnen inclusief eigenschappen (bronnummer, nuclide, omschrijving, bergplaats en activiteit) is toegevoegd in Bijlage 1B. Er worden open bronnen toegepast. Een recente jaardoorzet van de open bronnen inclusief eigenschappen (nuclide, activiteit) is opgenomen in Bijlage 1C.

#### **4.2 B: Inventarisatie handelingen**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in de handelingen welke met hiervoor genoemde bronnen van ioniserende straling worden verricht. Ook onderdeel B is opgesplitst in 3 delen: handelingen met toestellen, handelingen met ingekapselde bronnen en handelingen met open bronnen. In het geval handelingen in het kader van wetenschappelijk onderzoek die niet vallen onder onderstaande handelingen, dienen deze apart te worden geïnventariseerd. Er is een voorbeeld gegeven voor handelingen en deelhandelingen zoals deze in een ziekenhuis voor kunnen komen.

##### **4.2.1 B1: Inventarisatie handelingen met toestellen**

Handelingen die worden verricht met toestellen kunnen zijn: diagnostiek, therapie en kwaliteitscontrole. De handelingen die hierin onderscheiden kunnen worden zijn de volgende (aangevuld met voorbeelden):

###### Diagnostiek

- Algemene diagnostiek / opname (bucky, mammografie en mobiele zaaltoestellen)
- Doorlichting (C-bogen vast en mobiel, interventiekamer)
- Computer tomografie (CT, CBCT en onderdeel van PET of SPECT)

###### Therapie

- Radiotherapie (versnellers)
- Interventie (C-bogen en overige doorlichting vast en mobiel)

###### Kwaliteitscontrole

- Periodieke kwaliteitscontroles aan de systemen zelf
- Doorlichten van loodschorten en overige afschermingsmaterialen

#### **4.2.2 B2: Inventarisatie handelingen met ingekapselde bronnen**

Handelingen die worden verricht met ingekapselde bronnen kunnen zijn: diagnostiek, therapie en kwaliteitscontrole. De handelingen die hierin onderscheiden kunnen worden zijn de volgende (aangevuld met voorbeelden):

##### Diagnostiek

- Lokalisatie-procedure jodiumzaadjes in tumoren en klieren
- Referentiedoeleinden (bijvoorbeeld floodsource bij sentinelnode procedure)

##### Therapie

- Brachytherapie (I-125 zaadjes, afterloader)

##### Kwaliteitscontrole

- Periodieke kwaliteitscontroles aan de toestellen
- Transmissie bepaling voor afschermingsmaterialen

#### **4.2.3 B3: Inventarisatie handelingen met open bronnen**

Handelingen die worden verricht met open bronnen kunnen zijn: bereiding, diagnostiek, therapie en kwaliteitscontrole.

De deelhandelingen die hierin onderscheiden kunnen worden zijn de volgende:

##### Bereiding

- Uitpakken
- Plaatsing in dosiskalibrator
- Elueren
- Labelen
- Optrekken
- Dosiscontrole (nameten)

##### Diagnostiek

- Vervoer naar toedienruimte
- Toedienen
- Infuus verwijderen
- Positioneren patiënt
- Scannen
- Patiënt van scanbed
- Afvalverwerking

##### Therapie

- Vervoer naar toedienruimte
- Toedienen
- Infuus verwijderen

- Positioneren patiënt
- Scannen
- Patiënt van scanbed
- Vervoer patiënt
- Verplegen
- Ontslagmetingen
- Afvalhandeling
- Schoonmaak kamer

#### Kwaliteitscontrole

- Ophalen bron
- Vullen fantoom
- Positioneren bron of fantoom
- Terugbrengen bron
- Opruimen fantoom
- Afvalverwerking

### **4.3 C: Aantal (deel)handelingen en werknemers**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in het aantal (deel)handelingen per jaar en hoeveel en welke werknemers hierbij blootgesteld worden. Het gaat hierbij om het totaal aantal werknemers dat deze handeling uitvoert, dus ongeacht deeltijdfactor. Hiervoor wordt geadviseerd een tabel op te nemen bij de RI&E, een voorbeeld is opgenomen in Bijlage 2.

### **4.4 D: Locatie**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in de locatie waar de (deel)handelingen worden verricht. Voor vaste toestellen is de locatie te vinden in bijlage 1A. Voor mobiele toestellen, ingekapselde bronnen en open bronnen wordt verwezen naar Bijlage 3.

### **4.5 E: Blootstellingspaden**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in welke blootstellingspaden aan de orde zijn. De volgende tekst kan hiervoor overgenomen worden in de RI&E.

*De blootstellingspaden bij handelingen met toestellen, ingekapselde en open bronnen zijn externe blootstelling van het lichaam, de extremiteiten en de ooglenz. Bij open bronnen dient daarnaast rekening te worden gehouden met inwendige blootstelling en huidbesmetting.*

#### **4.6 F: Voorziene onbedoelde blootstelling**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in de voorziene onbedoelde gebeurtenissen welke kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers. Dergelijke gebeurtenissen kunnen vaak in de vorm van een scenario worden beschreven. Een scenario moet wel reëel zijn. Ook dit onderdeel is gesplitst in de drie categorieën, toestellen, ingekapselde en open bronnen.

In deze paragraaf worden de voorziene onbedoelde gebeurtenissen geïdentificeerd. Een onbedoelde gebeurtenis is voorzien als de blootstelling niet met zekerheid zal optreden maar waarvan de waarschijnlijkheid van optreden en de bijbehorende dosis van tevoren kunnen worden geschat. Gebeurtenissen die (veel) minder vaak dan eens per jaar voorkomen hoeven niet te worden opgenomen in de RI&E. Echter, als een dergelijke gebeurtenis toch optreedt dient onverwijld de verschillende Inspecties (iSZW, mogelijk IGJ) te worden geïnformeerd. Ook als de daadwerkelijke frequentie van de gebeurtenissen of de blootstelling per gebeurtenis hoger is dan aangenomen dient de Inspectie (iSZW) op de hoogte te worden gebracht.

In (ICRP, 1997) worden vier belangrijke oorzaken van onbedoelde gebeurtenissen geïdentificeerd:

- een menselijke fout;
- systeemfalen - inclusief het systeem als 'procedure' of organisatie;
- materiaalfalen - breken, springen, exploderen;
- een externe gebeurtenis - bijvoorbeeld sabotage door de werknemer.

Hieronder worden voor de verschillende typen bronnen voorbeelden van voorziene onbedoelde gebeurtenissen beschreven. Deze lijst is niet limitatief en dient uitgebreid dan wel aan de lokale situatie aangepast te worden.

##### **4.6.1 F1: Voorziene onbedoelde gebeurtenissen toestellen**

1. *Medewerker stapt onbeschermd binnen bij de meest voorkomende procedure, blijft bij de deur staan en dit wordt binnen 2 minuten opgemerkt.*
2. *Loodschort sluit niet aan / loodschort vergeten (men is onvoldoende beschermd tegen strooistraling).*
3. *Opstellingsfout in ruimte (men staat onnodig in hoge stralingszone).*
4. *Er wordt onnodig lang doorlicht (men wordt onnodig blootgesteld aan strooistraling).*

5. *De hand van de specialist komt in de primaire bundel.*

#### **4.6.2 F2: Voorziene onbedoelde gebeurtenissen ingekapselde bronnen**

1. *Tijd*
2. *Afstand*
3. *Lekkage*
4. *Zoekraken I-125 zaadje*

#### **4.6.3 F3. Voorziene onbedoelde gebeurtenissen open bronnen**

1. *Lekkage van bron tijdens transport*
2. *Onnodig lang of onnodig dichtbij ingespoten patiënt verblijven*
3. *Morsen tijdens handeling + opruimen besmetting*
4. *Aanraken van besmette onderdelen*
5. *Loslaten infuus, morsen radioactief bloed*
6. *Reanimatie*

#### **4.7 G: Technische en organisatorische maatregelen**

Dit onderdeel heeft als doel inzicht te geven in de technische en organisatorische maatregelen die zijn genomen om de blootstelling te voorkomen, of indien dit niet mogelijk is, deze zoveel mogelijk te beperken.

De maatregelen om blootstelling van medewerkers te voorkomen zijn onder andere waarschuwingssignalering en dat als de patiënt ondersteuning nodig heeft dit gebeurt door de begeleider van de patiënt.

De maatregelen om blootstelling te beperken bestaan onder andere uit het afstand houden tot de bron bij het doorlichten, de doorlichttijd zo kort mogelijk houden en gebruik maken van juiste protocol. Verder het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals loodjas, -rok en schildklierbeschermer. In het geval van doorlichting is er mogelijk een hangend loodscherm aanwezig in de ruimte en zijn loodflappen aan de tafel bevestigd (beide zijden). In het geval van bucky en CT bevindt de bedieningsruimte zich achter lood.

Er wordt geadviseerd in een tabel op te nemen welke maatregel wordt toegepast in welke situatie (denk aan HCK's hetzelfde uitgerust, maar kan ook per toestel afwijkend). Een voorbeeld hiervan is weergegeven in Bijlage 4.

## **5 Deel 2: Bepalen van de blootstelling**

### **5.1 *Reguliere blootstelling***

Dosiswaarden uit de rekenbladen kunnen worden gepresenteerd in overzichten zoals hieronder weergegeven.

De kolom “Dosis per FTE” geeft per modaliteit de jaardosis indien de medewerker een heel jaar op deze modaliteit / activiteit werkzaam is. Indien maar een deel van de werkzaamheden op deze modaliteit / activiteit plaatsvinden dan wordt hier een overeenkomende fractie van genomen. Voor een aantal referentiemedewerkers is dit uitgewerkt. Elke medewerker kan op basis van de eigen case mix (% aanwezigheid op een modaliteit /activiteit) het eigen jaartotaal bepalen.

Uit het jaartotaal volgt op basis van de wettelijke dosislimieten de indelingsklasse A of B.

## Reguliere blootstelling toestellen

| Bijbehorende dosis (mSv)   | Dosis (mSv) per FTE | All-round laborant |         |  | All-round (excl mammo, excl CT) |  | Angio laborant |  | Cardiologie laborant |  | Scopie assistent |
|----------------------------|---------------------|--------------------|---------|--|---------------------------------|--|----------------|--|----------------------|--|------------------|
|                            |                     | 48 personen        |         |  | 8 personen                      |  | 11 personen    |  | 28 personen          |  | 22 personen      |
| Bucky (0,1 mSv)            | <0,01               | 15%                | <0,01   |  | <0,01                           |  | <0,01          |  | 0                    |  | 0                |
| Zaal (1 mSv)               | 0,2                 | 10%                | 0,03    |  | 0,05                            |  | 0,03           |  | 0                    |  | 0                |
| OK                         | 3                   | 15%                | 0,45    |  | 0,75                            |  | 0,3            |  | 0                    |  | 0                |
| Echo                       | 0                   | 10%                | 0       |  | 0                               |  | 0              |  | 0                    |  | 0                |
| SEH                        | <0,01               | 10%                | <0,01   |  | <0,01                           |  | <0,01          |  | 0                    |  | 0                |
| Interne                    | 3                   | 5%                 | 0,15    |  | 0,15                            |  | 0              |  | 0                    |  | 0                |
| CT                         | 0,2                 | 15%                | 0,02    |  | 0                               |  | 0,02           |  | 0                    |  | 0                |
| Angio                      | 7,5                 | 0                  | 0       |  | 0                               |  | 3              |  | 0                    |  | 0                |
| MRI                        | 0                   | 0                  | 0       |  | 0                               |  | 0              |  | 0                    |  | 0                |
| Mammo                      | <0,01               | 20%                | <0,01   |  | 0                               |  | 0              |  | 0                    |  | 0                |
| Cardiologie                | 6                   | 0                  | 0       |  | 0                               |  | 0              |  | 6                    |  | 0                |
| Scopie                     | 0,4                 | 0                  | 0       |  | 0                               |  | 0              |  | 0                    |  | 0,4              |
| Totaal                     |                     |                    | 0,7 mSv |  | 1 mSv                           |  | 3,4 mSv        |  | 6 mSv                |  | 0,4 mSv          |
| Indelingsklasse medewerker |                     |                    | C       |  | C                               |  | B              |  | B                    |  | B                |

Naast lichaamsdosis dragen ook de extremiteiten- en ooglensdosis bij aan de reguliere blootstelling. Deze bijdragen zijn weergegeven in Bijlage 5.

## Reguliere blootstelling ingekapselde bronnen en open bronnen

| Bijbehorende dosis (mSv) | Dosis (mSv) per FTE (lichaamsdosis) | Extremiteten?? | Inwendige besmetting | oog lens |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|----------|
| PET                      | <0,01                               |                |                      |          |
| SPECT                    | 0,2                                 |                |                      |          |
| LAB                      | 3                                   |                |                      |          |
| Echo                     | 0                                   |                |                      |          |
| SEH                      | <0,01                               |                |                      |          |
| Interne                  | 3                                   |                |                      |          |

## 5.2 Potentiële blootstelling

De effecten van potentiële blootstelling resulterend uit de rekenbladen kunnen in de volgende vorm gepresenteerd worden.

| Bijbehorende dosis (mSv)   | VOG 1: loodschort vergeten |                           | VOG 2: .....           |  |  |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|--|--|
|                            | kans                       | Dosis per keer (lichaams) | Dosis per keer (extre) |  |  |
| Bucky (0,1 mSv)            | 1x per jaar                |                           |                        |  |  |
| Zaal (1 mSv)               |                            |                           |                        |  |  |
| OK                         |                            |                           |                        |  |  |
| Echo                       |                            |                           |                        |  |  |
| SEH                        |                            |                           |                        |  |  |
| Interne                    |                            |                           |                        |  |  |
| CT                         |                            |                           |                        |  |  |
| Angio                      |                            |                           |                        |  |  |
| MRI                        |                            |                           |                        |  |  |
| Mammo                      |                            |                           |                        |  |  |
| Cardiologie                |                            |                           |                        |  |  |
| Scopie                     |                            |                           |                        |  |  |
| Totaal                     |                            |                           |                        |  |  |
| Indelingsklasse medewerker |                            |                           |                        |  |  |

## 5.3 Kans op het zich voordoen van potentiële blootstelling

De kans wordt gedefinieerd als het aantal keer per jaar dat een potentiële blootstelling zich voor kan doen. Deze blootstelling draagt dan ook voor zoveel keer bij aan de totale blootstelling, met een minimum van één keer per jaar. De kans op het zich voordoen van een potentiële blootstelling is opgenomen in bovenstaand overzicht.

## 5.4 Effect van persoonlijke beschermingsmiddelen

Bij het bepalen van de blootstelling is geen rekening gehouden met persoonlijke beschermingsmiddelen. Om tot de daadwerkelijke blootstelling te komen (persoonlijke lichaamsdosis) bij handelingen waarbij gewerkt wordt met persoonlijke beschermingsmiddelen zoals een loodschort en/of loodbril, dient voor het gebruik hiervan te worden gecorrigeerd. Volgens rapport 19 van de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie getiteld "Code of practice for personal dosimetry of professionals wearing protective clothing during radiological procedures" (Van Dijk et al., 2008) en rapport 31 getiteld "Radiation Protection and Dosimetry of the Eye Lens" (Kollaard et al., 2018) kan voor het gebruik van een loodschort een factor 0,2 worden aangehouden en een factor 0,5 voor het gebruik van een loodbril.

Vaste afschermingen zijn wel meegenomen in blootstelling. Het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen mag niet worden meegenomen in de indeling van medewerkers.

## **6 Deel 3: Risico-evaluatie**

In dit gedeelte wordt de bepaling van de blootstelling geëvalueerd en wordt antwoord gegeven op de volgende vragen.

### **6.1 Basisprincipes: rechtvaardiging en optimalisatie**

Beschrijf hier hoe bij de verschillende verrichtingen wordt voldaan aan rechtvaardiging en optimalisatie. Hierbij kan onder andere worden gedacht aan:

- Hoe is georganiseerd dat de justificatie wordt uitgevoerd door medici met adequate scholing op het gebied van stralingshygiëne?
- Er wordt gewerkt met state-of-the-art apparatuur welke aantoonbaar periodiek wordt onderhouden.
- Er vinden periodieke kwaliteitscontroles plaats op toestellen en bronnen.
- Er wordt gewerkt volgens vastgestelde procedures.
- Training, bij- en nascholing van medewerkers.
- Hoe komen de instelprotocollen tot stand? Betrokkenheid van welke medewerkers?

### **6.2 Dosislimieten**

De inventarisatie en berekeningen in onderdelen 2A en 2B tonen aan dat er <geen> dosislimieten worden overschreden. Zij blijven alle (ruim) onder de 20 mSv per jaar, inclusief eventuele blootstelling door voorziene onbedoelde gebeurtenissen. Bij toetsing aan de dosislimieten mogen persoonlijke beschermingsmiddelen meegenomen worden.

### **6.3 Dosisbeperkingen**

De dosisbeperking is een operationeel instrument voor optimalisatie van de bescherming van de werknemers. In een samenwerking tussen SZW en de veldpartijen zal hier op een later moment invulling aan worden gegeven. Tot dit moment kan dit onderdeel opengelaten worden.

### **6.4 Identificatie van blootgestelde werknemers**

Dit onderdeel heeft tot doel de vraag te beantwoorden welke medewerkers geïdentificeerd worden als blootgestelde medewerker. Dit is inzichtelijk in de tabel onder 2A en 2B. Voor iedere medewerker die handelingen met toestellen of bronnen uitvoert kan op basis van de

eigen case mix de jaardosis worden berekend door de jaardosis uit de tabel voor de reguliere blootstelling en de potentiële blootstelling bij elkaar op te tellen. De som van deze waarden dient te worden getoetst aan de dosislimieten voor de lichaamsdosis (inclusief inwendige besmetting), de dosis van de extremiteiten (inclusief huidbesmetting) en de dosis van de ooglenz. Zodra een of meer dosiswaarden de limiet zoals gesteld in artikel 7.3 Bbs (Nederlandse Overheid, 2018c) overschrijdt dient men ingedeeld te worden als blootgestelde medewerker. Bij de identificatie van blootgestelde werknemers mogen persoonlijke beschermingsmiddelen niet meegenomen worden.

### **6.5 Indeling van blootgestelde werknemers**

Dit onderdeel heeft als doel de vraag te beantwoorden in welke categorie de blootgestelde werknemers dienen te worden ingedeeld, hetzij categorie A of B. Dit wordt gedaan op basis van referentiewerknemers die een bepaalde combinatie van handelingen uitvoeren. Dit is weergegeven in de onderdelen 2A voor de reguliere en 2B voor de potentiële blootstelling. Voor iedere medewerker kan op basis van de eigen case mix de jaardosis worden berekend en de vereiste indelingsklasse A of B worden vastgesteld.

Uit Bijlage 5 blijkt of een medewerker op basis van de ooglensdosis in categorie A ingedeeld dient te worden. Bij de indeling van blootgestelde werknemers in categorie A of B mogen persoonlijke beschermingsmiddelen niet meegenomen worden.

### **6.6 Identificatie en indeling van ruimte**

Dit onderdeel heeft als doel de vraag te beantwoorden in welke categorie de ruimten waar handelingen plaatsvinden, dienen te worden ingedeeld. Het gaat hier om de gecontroleerde en bewaakte zone. Ook hiervoor wordt verwezen naar de tabellen bij onderdelen 2A en 2B en worden dezelfde criteria gehanteerd als bij onderdeel 3E.

### **6.7 Actualiseren getroffen maatregelen**

Tijdens handelingen dient men de stralingsbeschermingsregels in acht te nemen. Deze dienen dan ook aan bod te komen bij de inwerkprocedure. Middels periodieke bij- en nascholing kan de kennis over de te nemen maatregelen actueel gehouden worden.

Tot slot wordt aanbevolen de risico inventarisatie en evaluatie regelmatig, maar in ieder geval eens per 5 jaar, te herzien. Ook substantiële veranderingen in handelingen, werkwijze of productie kunnen aanleiding geven om de RI&E te herzien .

## 7 Literatuur

ICRP, 1997. Protection from Potential Exposures - Application to Selected Radiation Sources.

Kollaard, R.P., Valk, D., Damen, M., Goessens, B., Grimbergen, T.W.M., Henken, K.R., Hoornstra, J.P.C., Idema, W., Kicken, P.J.H., Lagerweij, M.C.M., Maass, A.H., Schultze Kool, L.J., Struelens, L., De Waard, I.R., 2018. NCS Report 31: Guidelines for Radiation Protection and Dosimetry of the Eye Lens. Delft. doi:10.25030/ncs-031

Nederlandse Overheid, 2018a. Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018, Artikel 2.1. [WWW Document]. URL <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0040573&paragraaf=2&artikel=2.1&z=2018-02-06&g=2018-02-06>

Nederlandse Overheid, 2018b. Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018, Bijlage A. [WWW Document]. URL <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0040573&bijlage=A&z=2018-02-06&g=2018-02-06>

Nederlandse Overheid, 2018c. Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, Artikel 7.3. [WWW Document]. URL <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0040179&hoofdstuk=7&afdeling=7.1&paragraaf=7.1.1&artikel=7.3&z=2018-02-06&g=2018-02-06>

Van Dijk, J.W.E., Ebben, L., Franken, Y., Grimbergen, T.W.M., Hummel, W.A., Kicken, P.J.H., Schulz, F.W., Voorhout, G., Zoetelief, J., Zweers, D., 2008. NCS Report 19: Code of practice for personal dosimetry of professionals wearing protective clothing during radiological procedures. Delft. doi:10.25030/ncs-019

## I. Bijlage 1

### 1A. Overzicht van de aanwezige toestellen

| Toestellen         |                                  |                                  |          |                            |                       |                              |                                                       |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|
| toestel            | systeemidentificatie leverancier | lokatie                          | merk     | type                       | ingebruikname systeem | maximale buis-spanning [kVp] | aard toepassing                                       |
| <a href="#">1</a>  | 024-005-107                      | Radiologie kamer 1               | Siemens  | Ysio digital X-ray bucky   | 2014                  | 150                          | algemene diagnostiek, bucky                           |
| <a href="#">2</a>  | NZC64                            | Radiologie kamer 10A             | Philips  | Brilliance 64              | 2009                  | 140                          | computer tomografie                                   |
| <a href="#">3</a>  | 5618343 / 027-001-056            | Radiologie kamer 11 (angiokamer) | Siemens  | Multistar Polyphos         | 1999                  | 150                          | doorlichting, angiografie                             |
| <a href="#">4</a>  | NZA367                           | HCK-1                            | Philips  | Allura Clarity FD10        | 2016                  | 125                          | doorlichting, cardio                                  |
| <a href="#">5</a>  | 027-051-025                      | Operatiekamers mobiel            | Siemens  | Arcadis Varic              | 2008                  | 110                          | doorlichting, mobiel                                  |
| <a href="#">6</a>  | 51301                            | Intensive care mobiel            | Shimadzu | MUX 100-PLUS               | 2007                  | 125                          | algemene diagnostiek, mobiel                          |
| <a href="#">7</a>  | Unit 783                         | Radiologie DEXA 9C               | Hologic  | Discovery A                | 2008                  | 140                          | botdichtheidsmetingen                                 |
| <a href="#">8</a>  | 004/08/00360                     | Kaakchirurgie                    | Imtec    | Iluma conebeam CT          | 2008                  | 120                          | computer tomografie, CBCT kaakchirurgie               |
| <a href="#">9</a>  | Unit 684                         | Radiologie kamer 5               | Hologic  | Selenia Dimensions 3D Tomo | 2010                  | 49                           | mammadiagnostiek                                      |
| <a href="#">10</a> | LINAC1                           | Radiotherapie bunker 1           | Elekta   | Integrity                  | 2017                  | 120                          | computer tomografie, conebeam radiotherapie           |
|                    |                                  |                                  |          |                            |                       | 10.000                       | Fotonen X6 en X10 Radiotherapie                       |
|                    |                                  |                                  |          |                            |                       | 120                          | Elektronen E6, E9, E12, E15 radiotherapie             |
| <a href="#">11</a> | Mobetron                         | Operatiekamers                   | IntaOp   | Mobetron2000               | 2016                  | 12.000                       | Elektronen E6, E9, E12 Intra-operatieve radiotherapie |

**1B. Overzicht van de aanwezige ingekapselde bronnen en hun activiteit per 31 12 20##**

| INGEKAPSELDE BRONNEN (Activiteit per 31 december 20##) |         |                              |                                                               |                  |
|--------------------------------------------------------|---------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|
| Bronnummer                                             | Nuclide | Omschrijving                 | Opslaglocatie                                                 | Activiteit (MBq) |
| <a href="#">15401</a>                                  | Ba-133  | IJkbron                      | Kluis B-lab                                                   | 6,40E+00         |
| <a href="#">14502</a>                                  | Co-57   | Floodsource                  | Kluis Nucleaire Geneeskunde                                   | 3,08E+01         |
| <a href="#">17804</a>                                  | Cs-137  | IJkbron                      | Kluis B-lab                                                   | 8,67E+00         |
| <a href="#">84404</a>                                  | I-129   | IJkbron                      | Kluis Nucleaire Geneeskunde                                   | 3,00E-03         |
| <a href="#">567058</a>                                 | Ir-192  | Elekta Flexitron afterloader | Behandelruimte brachytherapie                                 | 2,13E+05         |
| <a href="#">9271/25</a>                                | Sr-90   | Amersham applicator          | Behandelruimte brachytherapie of Bronnenkluis kelder gebouw F | 1,29E+03         |
| <a href="#">1281/28</a>                                | Sr-90   | Referentiebron               | Bronnenkluis kelder gebouw F                                  | 1,24E+02         |
| <a href="#">8934/777</a>                               | Sr-90   | Referentiebron               | Bronnenkluis kelder gebouw F                                  | 1,33E+01         |

**1C. Jaardoorzet open bronnen (20##)**

| JAARDOORZET OPEN BRONNEN |                  |
|--------------------------|------------------|
| Nuclide                  | Activiteit [MBq] |
| F-18                     | 1245654          |
| Ga-67                    | 110              |
|                          |                  |
| Ir-draden                | ###              |
| I-125 zaadjes            | #####            |

## II. Bijlage 2

### 2A: Aantal handelingen met toestellen en hoeveel en welke werknemers.

| Handeling          | Deelhandeling            | Aantal in 2017 | Aantal betrokken werknemers per functie | Betrokken functies                   |
|--------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| Diagnostiek        | Bucky                    |                |                                         |                                      |
|                    | Mammografie              |                |                                         |                                      |
|                    | Mobiele zaaltoestellen   |                |                                         |                                      |
|                    | C-bogen vast- en mobiel  |                |                                         |                                      |
|                    | Interventiekamer         | 1000           | 12<br>6                                 | Laboranten<br>Interventie-radiologen |
| Therapie           | Radiotherapie            |                |                                         |                                      |
|                    | Interventie              |                |                                         |                                      |
| Kwaliteitscontrole | Systemen                 |                |                                         |                                      |
|                    | Doorlichten loodschorten |                |                                         |                                      |

### 2B: Aantal handelingen met ingekapselde bronnen en hoeveel en welke werknemers.

| Handeling          | Deelhandeling                                             | Aantal in 2017 | Aantal betrokken werknemers per functie | Betrokken functies |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Diagnostiek        | Lokalisatie-procedure jodiumzaadjes in tumoren en klieren |                |                                         |                    |
|                    | Referentiedoelinden                                       |                |                                         |                    |
| Therapie           | Brachytherapie                                            |                |                                         |                    |
| Kwaliteitscontrole | Systemen                                                  |                |                                         |                    |
|                    | Transmissie bepaling bij afscherming                      |                |                                         |                    |

### 2C: Aantal handelingen met open bronnen en hoeveel en welke werknemers.

| Handeling          | Aantal in 2017 | Aantal betrokken werknemers per functie | Betrokken functies |
|--------------------|----------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Diagnostiek        |                |                                         |                    |
|                    |                |                                         |                    |
| Therapie           |                |                                         |                    |
| Kwaliteitscontrole |                |                                         |                    |

### III. Bijlage 3

Overzicht van locaties waar handelingen plaatsvinden.

*3A: Locaties van handelingen met mobiele toestellen. Voor handelingen met vaste toestellen wordt verwezen naar bijlage 1A.*

| Mobiel toestel  | Locatie                                  |
|-----------------|------------------------------------------|
| Zaal apparaat 1 | Opname op verpleegafdelingen, OK, IC-CCU |
| Zaal apparaat 2 | ...                                      |
| C-boog 1        | Afdeling Operatiekamers, geen vaste OK   |
| C-boog 2        | ...                                      |
|                 |                                          |

*3B: Locaties van handelingen met ingekapselde bronnen. Voor bergplaats wordt verwezen naar bijlage 1B.*

| Handeling          | Deelhandeling                                             | Locatie                                                                              |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Diagnostiek        | Lokalisatie-procedure jodiumzaadjes in tumoren en klieren | Afdeling Radiologie, mammografiekamer                                                |
|                    | Referentiedoeleinden                                      | Afdeling Nucleaire Geneeskunde, gammacamera                                          |
| Therapie           | Brachytherapie                                            | ...                                                                                  |
| Kwaliteitscontrole | Systemen                                                  | Afdeling Nucleaire Geneeskunde, gammacamera's is ruimte X en Y en PET-CT in ruimte Z |
|                    | Doorlichten afscherming                                   | Gehele ziekenhuis bij ingebruikname of wijziging ruimten                             |

*3C: Locaties van handelingen met open bronnen*

| Handeling          | Locatie                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bereiding          | Voorruijnte van het hotlab en het hotlab zelf (ruimtenummers toevoegen)                          |
| Diagnostiek        | Vindt plaats op de modaliteiten, zijnde gammacamera en PET-CT en bijbehorende toedieningsruimten |
| Therapie           | Toedieningsruimten, scan op modaliteiten                                                         |
| Kwaliteitscontrole | modaliteiten                                                                                     |

## IV. Bijlage 4

Overzicht van technische (T) en organisatorische (O) maatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen (P) bij toestellen, ingekapselde bronnen en open bronnen.

*4A: Technische en organisatorische maatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen toestellen.*

| toestellen                               | opname, bucky | opname, mobiel | doorlichting, c-boog | doorlichting, interventiekamer | CT | CT, interventie | kwaliteitscontrole |
|------------------------------------------|---------------|----------------|----------------------|--------------------------------|----|-----------------|--------------------|
| afstand                                  |               |                | P                    | P                              |    | P               | P                  |
| plaats, in stralingsschaduw              |               |                |                      | P                              |    | P               | P                  |
| afgeschermdde bedieningsruimte           | T             |                |                      | T                              | T  | T               | T                  |
| beperken blootstellingstijd              |               |                | O                    | O                              | O  | O               | O                  |
| gebruik optimale stralingsprotocollen    | O             | O              | O                    | O                              | O  | O               | O                  |
| optimale stralingsgeometrie (buis onder) |               |                | O                    | O                              |    |                 | O                  |
|                                          |               |                |                      |                                |    |                 |                    |
| loodschort / jas / rok                   |               | P              | P                    | P                              |    | P               | P                  |
| schildklierbeschermer                    |               |                | P                    | P                              |    | P               | P                  |
| loodbril                                 |               |                | P                    | P                              |    | P               |                    |
| loodflappen aan tafel (een zijde)        |               |                |                      | T                              |    |                 | P                  |
| loodflappen aan tafel (beide zijden)     |               |                |                      | T                              |    |                 | P                  |
| glazen loodscherm aan plafond            |               |                |                      | T                              |    |                 | P                  |
|                                          |               |                |                      |                                |    |                 |                    |
| waarschuwingssignalering, stickers       | T             |                |                      | T                              | T  | T               | T                  |
| waarschuwingssignalering, lamp           | T             |                |                      | T                              | T  | T               | T                  |

*4B/C: Technische en organisatorische maatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen ingekapselde bronnen en open bronnen.*

|                                                   | ontvangst | bereiding | kwaliteitscontrole<br>radiofarmaca | toediening | diagnostiek, SPECT | diagnostiek, PET | therapie | kwaliteitscontrole apparatuur | afvalverwerking |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|------------|--------------------|------------------|----------|-------------------------------|-----------------|
| <b>open/ingekapselde bronnen</b>                  |           |           |                                    |            |                    |                  |          |                               |                 |
| LAF-kast                                          |           | T         | T                                  |            |                    |                  |          | T                             | T               |
| loodhuls                                          |           | T         | T                                  | T          |                    |                  | T        | T                             |                 |
| handschoenen                                      | P         | P         | P                                  | P          | P                  | P                | P        | P                             | P               |
| loodschermb                                       | T         | T         | T                                  | T          |                    |                  |          |                               |                 |
| tijd                                              |           |           |                                    |            | P                  | P                | P        |                               | P               |
| afstand/ pincet                                   |           | P         | P                                  |            | P                  | P                | P        | P                             |                 |
| aanbevelingen nucleaire geneeskunde               | O         | O         | O                                  | O          | O                  | O                | O        | O                             | O               |
| celstof matje voor snel verwijderen<br>besmetting |           | O         | O                                  | O          |                    |                  | O        | O                             | O               |
| stralingsmeters in laboratorium                   | T         | T         |                                    |            |                    |                  |          |                               |                 |
| veegproeven                                       | O         | O         | O                                  | O          |                    |                  |          |                               |                 |
| hand-voet kleding monitor                         |           |           |                                    |            |                    |                  |          |                               |                 |
| recapblokje                                       |           |           |                                    | O          |                    |                  |          |                               |                 |
| afscherming / bedieningsruimte                    |           |           |                                    |            | T                  | T                |          |                               |                 |
| infuusysteem ter voorkoming prikincidenten        |           |           |                                    | O          |                    |                  | O        |                               |                 |
|                                                   |           |           |                                    |            |                    |                  |          |                               |                 |
|                                                   |           |           |                                    |            |                    |                  |          |                               |                 |

## V. Bijlage 5

### 5A: Regulier toestellen

| Bijbehorende dosis (mSv)   | Dosis (mSv) per FTE (lichaamsdosis) | Extremiteten | Oog lens |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|
|                            |                                     |              |          |
| Bucky (0,1 mSv)            | <0,01                               |              |          |
| Zaal (1 mSv)               | 0,2                                 |              |          |
| OK                         | 3                                   |              |          |
| Echo                       | 0                                   |              |          |
| SEH                        | <0,01                               |              |          |
| Interne                    | 3                                   |              |          |
| CT                         | 0,2                                 |              |          |
| Angio                      | 7,5                                 |              |          |
| MRI                        | 0                                   |              |          |
| Mammo                      | <0,01                               |              |          |
| Cardiologie                | 6                                   |              |          |
| Scopie                     | 0,4                                 |              |          |
| Totaal                     |                                     |              |          |
| Indelingsklasse medewerker |                                     |              |          |

*5B/C: Regulier ingekapselde bronnen + open bronnen*

| Bijbehorende dosis (mSv) | Dosis (mSv) per FTE (lichaamsdosis) | Extremiteten | Inwendige besmetting | oog lens |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------|----------|
|                          |                                     |              |                      |          |
| PET                      | <0,01                               |              |                      |          |
| SPECT                    | 0,2                                 |              |                      |          |
| LAB                      | 3                                   |              |                      |          |
| Echo                     | 0                                   |              |                      |          |
| SEH                      | <0,01                               |              |                      |          |
| Interne                  | 3                                   |              |                      |          |