

Bijlage 21

Index Interne Regelingen voor LUMC en Universiteit Leiden

14-7-2025

Opmerkingen

- Basisdocument 'B1-0.1 Toezicht op stralingsbescherming door de algemeen coördinerend deskundige' is een nieuwe regeling naar aanleiding van de Inspectie ANVS (inspectie Nucleaire Geneeskunde).
- Basisdocument B1-4.1 '(Bedrijfsnoodplan) Hoe te handelen bij incidenten en ongevallen met ioniserende straling' is een samenvoeging van enkele basisdocumenten en tevens geheel geactualiseerd.
- Basisdocument B1-1.0 'Opleidingen ten behoeve van het werken met en het toezicht op ioniserende straling' is een actuele en samengevoegde versie van onderdelen uit het documentenbeheerssysteem Zenya. Het is daarmee onderdeel geworden van de interne regeling.

Code	Titel
B1-0.0	Interne organisatie stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden
B1-0.1	Toezicht op stralingsbescherming door de algemeen coördinerend deskundige
B1-1.0	Opleidingen ten behoeve van het werken met en het toezicht op ioniserende straling
B1-2.0	Taken en bevoegdheden van de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming
B1-3.0	Indeling van en persoonsgebonden toezicht op werknemers
B1-4.1	(Bedrijfsnoodplan) Hoe te handelen bij incidenten en ongevallen met ioniserende straling
B2-0.0	Aanschaf, opslag en intern transport van radioactieve stoffen en bronnen
B3-0.0	Aanschaf en gebruik van röntgentoestellen ten behoeve van diagnostiek en therapie
B3-05	Gebruik röntgentoestellen algemeen
B3-30	Gebruik Cone Beam Computertomografie (CBCT) (afdeling Mondziekten, Kaak- en Aangezichtschirurgie)
B3-50	Gebruik röntgenstraling voor bestralen van cellen
B3-70	Gebruik van het Aribex MD röntgentoestel ten behoeve van niet destructief onderzoek (NDO) aan archeologisch materiaal
B3-80	Stralingshygiëne bij practicumproeven met röntgentoestellen
B4-0.0	Omgaan met radioactief afval
B4-1.0	Radioactief afvalverwerking op de afdeling
B4-2.0	Opslag en afvoer radioactief afval door de SBE
B4-4.0	Periodieke controle van ingekapselde radioactieve bronnen (lektesten)
B4-5.0	Periodieke controle op radioactieve oppervlaktebesmetting (veegtesten)
B4-6.0	Controle besmettingsmonitor
B5-1.0	Taken en verantwoordelijkheden (poli)klinische behandeling met open radioactieve stoffen
B6-0.0	Werken met gesloten radioactieve bronnen
B6-10	Gebruik lineaire versnellers ('25)
B6-20	afterloader, oogapplicatoren en jodiumzaadjes ('25)
B7-0.0	Werken met open radioactieve bronnen in radionuclidenlaboratoria
B7-5.0	Schoonmaken van ruimten waar radioactieve stoffen gehanteerd worden
B7-6.0	Werkinstructies Radioactieve stoffen in radionuclidenlaboratoria

Basisdocument B1-00
Interne organisatie stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden

Juni 2023

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten.....	3
3	Verdeling taken en bevoegdheden.....	4
3.1	Raad van Bestuur en College van Bestuur	4
3.2	Algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) – stralingsbeschermingseenheid (sbe).....	5
3.3	Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (tms).....	7
3.4	Afdelingshoofd	7
4	Medische stralingstoepassingen	8
4.1	Medici.....	8
4.2	Ondersteunend specialisten (klinisch fysici, radiofarmaceut).....	8
5	Systeem Interne Toestemmingen.....	9
5.1	Inleiding.....	9
5.2	Aanvraag	9
5.3	Beoordeling	9
5.4	Verlening.....	10
5.5	Intrekking	10
	Bijlage 1: Convenant	11
	Bijlage 2: Regeling verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden acd	12

1 Inleiding

LUMC en Universiteit Leiden hebben uitgesproken dat het zinvol is om het beheer van de Kewvergunning(en), de beleidsadviesing, het interne toezicht en het systeem van interne toestemmingen onder te brengen in één stralingsbeschermingseenheid (sbe) binnen de gezamenlijke afdeling voor Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM), die is ondergebracht bij het directoraat HRM LUMC en bij het Expertisecentrum Universiteit Leiden.

Binnen de afdeling VGM is een interne organisatie stralingsbescherming opgezet met een functionele sbe. Er is een algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) aangesteld aan wie taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden zijn toegekend in overeenstemming met Artikel 5.29 Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

Daarmee zijn de voorwaarden vervuld, die het mogelijk maken om voor LUMC en Universiteit Leiden te werken met één complexvergunning in het kader van de Kernenergiewet.

In het voorliggende stuk wordt de verdeling van taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van leidinggevenden, gebruikers van ioniserende straling en deskundige toezichthouders met hun bijbehorende deskundigheidsniveaus en onderlinge afstemming beschreven ter bescherming van werknemers, bezoekers en het milieu, evenals de patiënt bij medische stralingstoepassingen.

2 Uitgangspunten

De complexvergunning geldt voor het gehele LUMC, waar de Raad van Bestuur (RvB) het hoogste gezagsorgaan is, én voor de gehele Universiteit Leiden, waar het College van Bestuur (CvB) het hoogste gezagsorgaan is. In een convenant leggen beide besturen de afspraak voor één complexvergunning vast (bijlage 1).

De coördinatie tussen beide instellingen is opgedragen aan de Bestuurscommissie VGM bestaande uit de Directeur HRM van het LUMC en de directeur HRM van de Universiteit Leiden, voor beide besturen aanspreekbaar en treden op als opdrachtgever voor de acd en de sbe.

De taken van de sbe zijn het adviseren met betrekking tot de bescherming tegen ioniserende straling, het toestemming geven voor handelingen met ioniserende straling en het geven van voorlichting en onderricht.

De acd is voorzitter van de sbe en is verantwoordelijk voor het dagelijks functioneren van de sbe. De acd is verantwoordelijk voor de inhoudelijke sturing van de sbe.

De acd coördineert de handelingen van de toezichthoudend deskundigen. De acd is door de RvB en CvB gemandateerd voor het verlenen van interne toestemmingen. Daarmee zorgt hij dat handelingen met ioniserende straling plaatsvinden binnen de kaders van de regelgeving. De acd is in deze opzet verantwoordelijk voor de inhoudelijke aansturing van de sbe.

Belangrijk is ook dat er op de verschillende werkplekken in LUMC en Universiteit Leiden verantwoordelijke stralingsdeskundige toezichthouders (toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming; tms'en) zijn aangesteld. Zij vervullen een cruciale rol bij de stralingsbescherming. De sbe en acd dragen zorg voor voldoende overleg met, en adequate informatievoorziening van, deze de-centrale toezichthouders.

Ter bescherming van de patiënt wordt de verantwoordelijkheidsstructuur van het de Richtlijn Verantwoordelijkheidsstructuur Stralingsbescherming in Instellingen voor Medisch Specialistische Zorggevolgd en zijn door de RvB deskundigheidseisen vastgesteld voor medisch specialisten, die zelfstandig röntgenstraling of radiofarmaca toepassen (conform de opleidingseisen stralingshygiëne van het Centraal College voor de erkenning en registratie van medisch specialisten en conform het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, Kew en de Wet BIG).

3 Verdeling taken en bevoegdheden

Als voorwaarde voor het bezit van een complexvergunning geldt een juiste verdeling van taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden binnen de interne organisatie stralingsbescherming en een adequaat stralingsdeskundige als toezichthouder op iedere afdeling en faculteit waar ioniserende straling wordt toegepast.

Bij medische stralingstoepassingen worden, ter bescherming van de patiënt, deskundigheidseisen gesteld aan medisch specialisten, bijgestaan door gekwalificeerd paramedisch personeel en bevoegde ondersteunende specialisten.

De interne organisatie stralingsbescherming is daarmee een functionele organisatie. Omdat de functionele lijnen niet (altijd) overeenkomen met de hiërarchische lijnen, moeten waar nodig bevoegdheden verleend worden om het functioneren van de interne organisatie stralingsbescherming te waarborgen.

Gelet op de ondersteunende, adviserende en uitvoerende taken door de sbe, worden eisen gesteld aan de personele invulling van deze eenheid.

3.1 Raad van Bestuur en College van Bestuur

De eindverantwoordelijkheid voor de veilige toepassing van ioniserende straling en radioactieve stoffen binnen het LUMC ligt bij de RvB en binnen de Universiteit Leiden bij het CvB, als gezamenlijke vergunninghouder in het kader van de Kernenergiewet. De besturen worden in deze, voor zover mogelijk, vertegenwoordigd door de Bestuurscommissie VGM

Binnen de afdeling VGM, is een gezamenlijke sbe ingericht met een adequate bemensing in relatie tot het takenpakket. De desbetreffende directeur is er onder meer voor verantwoordelijk dat voldoende menskracht met de vereiste deskundigheid en ondersteuning beschikbaar is voor de sbe. In de planning- en controlcyclus van VGM én in de kwaliteitscyclus van VGM, legt het afdelingshoofd VGM daarover verantwoording af. Met ingang van 2010 wordt de omvang van de sbe in de begroting en de jaarrekening vermeld.

De RvB en het CvB geven, op basis van een regeling van verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden (zie bijlage 2) en de onderhavige uitwerking, voldoende bevoegdheden aan de acd.

Door middel van de Basisdocumenten voor het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen, hebben de besturen het stralingshygiënisch beleid geformuleerd en de organisaties zodanig ingericht, dat het beleid wordt uitgevoerd en gecontroleerd. Over de uitgevoerde werkzaamheden wordt jaarlijks door middel van een verplicht jaarrapport aan de werkgevers en Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) verslag gedaan..

3.2 Algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) en stralingsbeschermingseenheid (sbe)

Het voorbereiden van het beleid (neergelegd in de Basisdocumenten), het verlenen van interne toestemmingen, het voordragen of goedkeuren van tms'en, de coördinatie van de stralingsbescherming en het houden van toezicht op de organisaties is door RvB en CvB conform artikel 5.30 van de Regeling opgedragen aan de acd en de sbe.

De acd en de sbe zijn ondergebracht bij de afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM) van het directoraat HRM van het LUMC. Voor zover dit niet is geborgd in de complexvergunning wordt het functioneren van de sbe verankerd in de ISO-9001-certificering van de afdeling VGM.

De acd en sbe zijn functioneel en organisatorisch gescheiden van procesgerichte eenheden. De hiërarchische en beheersmatige aansturing verloopt via de organisatielijnen van het LUMC. Om, waar nodig, een directe functionele lijn tussen de besturen en acd te waarborgen hebben de RvB en het CvB een regeling van verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden ten behoeve van de acd opgesteld. (Bijlage 2)

- De **algemeen coördinerend stralingsdeskundige** houdt namens de RvB en het CvB toe-zicht op het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling uitzendende toestellen. Hierbij wordt hij bijgestaan door (stralingsdeskundigen van) de sbe.

Interne voorschriften en procedures worden door hem voorbereid en vastgesteld door de Bestuurscommissie namens de Raad van Bestuur en het College van Bestuur. Voorschriften en procedures zijn bindend voor allen die binnen de terreingrenzen van het LUMC en Universiteit Leiden, al dan niet in dienstverband, werkzaam zijn.

De acd voert regelmatig overleg met de stralingsdeskundigen van de sbe welke de bevoegdheid hebben zich op de hoogte te stellen omtrent de gang van zaken op het gebied van de stralingshygiëne op alle afdelingen.

Ten slotte heeft de acd de bevoegdheid en de plicht om werkzaamheden, waarbij het gevaar van plotselinge overmatige blootstelling zich voordoet, te doen staken en de gevaarlijke werkplekken te ontruimen. De toezichthoudende taken van de acd staan beschreven in bijlage 21.

Overige taken acd:

- *het beoordelen en vergunnen van nieuwe toepassingen (binnen de kaders van de complexvergunning);*
- *het voortdurend activeren van ALARA en optimalisatie;*
- *beoordelen en accorderen van protocollen en procedures;*
- *het in categorieën indelen van radiologisch werk;*
- *het voordragen of goedkeuren van plaatselijke stralingsdeskundigen (tms'en)*
- *het beoordelen van de stralingshygiëne bij (medisch) wetenschappelijk onderzoek.*

Deskundigheidseisen acd

De vergunningverlener eist dat de acd in het bezit is van het stralingsdeskundigheidsdiploma algemeen coördinerend deskundige in de stralingsbescherming (voorheen niveau 2).

- De **gezamenlijke stralingsbeschermingseenheid (sbe)** draagt zorg voor de inhoud van het Kernenergiewet-dossier, waardoor centraal de gegevens bekend zijn t.a.v. alle relevante toepassingen, werkzaamheden, locaties, basisdocumenten en aanwezige stralingsbronnen.

De acd is voorzitter van de sbe en is verantwoordelijk voor het dagelijks functioneren van de sbe. De acd is verantwoordelijk voor de inhoudelijke aansturing van de gezamenlijke sbe.

De stralingsdeskundigen van de sbe hebben tot taak de plaatselijke stralingsdeskundigen (tms'en) gevraagd en ongevraagd te adviseren en te begeleiden.

De sbe houdt toezicht op de centrale inkoop, de ontvangst, administratie, opslag en uitgifte van radioactieve stoffen, de centrale inzameling en opslag van radioactief afval, de registratie van alle radiologische werkers en de controle en registratie van lozingen en overdracht van radioactief afval.

Overige taken sbe:

- *het voorbereiden van interne toestemmingen en het beheer daarvan;*
- *controle uitvoeren op naleving van richtlijnen en voorschriften;*
- *het opstellen en toetsen van LUMC- en universiteitsbrede procedures;*
- *beheren van verplichte administratieve gegevens en registraties;*
- *houden van interne inspecties en verrichten van controlemetingen;*
- *controle uitvoeren op stralingsbelasting;*
- *samenwerken met en informeren van de stralingsarts;*
- *registreren van incidenten en ongevallen en het optreden bij calamiteiten.*

Deskundigheidseisen sbe:

Gelet op hun toezichhoudende taak en bijbehorende verantwoordelijkheden zijn voor de leden van de sbe minimale stralingsdeskundigheidseisen vastgelegd in de complexvergunning.

Naast de taken die voortvloeien uit hun deelname aan de sbe zullen de acd en de cd's andere taken binnen het LUMC en de Universiteit Leiden uitvoeren. Dit zijn taken op het gebied van algemene (arbeids)veiligheid, chemische of biologische veiligheid. Hierbij moet worden aangetekend dat voor deze deskundigen geldt dat taken op het gebied van stralingshygiëne te allen tijde voorrang hebben op de andere aandachtsgebieden van deze deskundigen. Op momenten dat het wenselijk en nodig is kan de volledige formatie besteed worden aan stralingshygiënische taken.

3.3 Toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (tms)

Op de werkplek worden in overleg met de acd de tms'en benoemd door het afdelingshoofd. Deze tms'en zijn verantwoordelijk voor het toezicht op de stralingshygiëne binnen de hen toegewezen locatie(s).

Zij dienen namens het afdelingshoofd erop toe te zien, dat in overeenstemming met de geldende regels wordt gewerkt. Naast deze toezichthoudende taak hebben zij ook een adviserende en uitvoerende taak op het gebied van de stralingshygiëne binnen de eigen locaties.

Indien de stralingsveiligheid niet meer gegarandeerd is, heeft de tms, in overleg met de acd, het recht het werk stil te leggen.

De tms is op de werkplek het centrale punt voor adviezen op het gebied van de stralingsveiligheid en het optimaliseren van de stralingshygiëne. De tms wordt begeleid en geadviseerd door de sbe.

Deskundigheidseisen tms:

Behorende bij zijn toezichthoudende taak en verantwoordelijkheden worden deskundigheidseisen gesteld aan de tms in relatie tot de risico's verbonden aan de werkzaamheden op de werkplek. Hierbij worden minimaal de volgende opleidingsniveaus vereist:

op handelingen bij/ met	Vereiste (mogelijke) opleiding
verspreidbare radioactieve stoffen (vrs)	<i>(A)cd-opleiding; voorheen resp. niveau-2 en niveau-3</i>
gebruik röntgentoestellen	<ul style="list-style-type: none">- Tms-medisch of- Cd-opleiding of- MBRT;
versnellers Radiotherapie	<ul style="list-style-type: none">- Cd-opleiding of- Tms-Versnellers-D
röntgentoestellen MKA: <ul style="list-style-type: none">- röntgentoestellen- CBCT	<ul style="list-style-type: none">- Tms-Tandheelkunde-basis- Tms-Tandheelkunde-CBCT

3.4 Afdelingshoofd

Het hoofd van de afdeling die radioactieve bronnen of toestellen onder zijn beheer heeft, is met inachtneming van de voorwaarden die voortvloeien uit de complexvergunning Kew en de daarmee samenhangende interne toestemming, belast met de verantwoordelijkheid voor de stralingsbescherming van alle betrokkenen.

Dit komt onder meer tot uitdrukking in:

- aanvragen interne toestemming voor de toepassing;
- het zorgen voor de uitvoering van taken en verplichtingen door de tms, opdat deze zijn verantwoordelijkheid kan nakomen;
- het zo nodig instellen van een afdelingsoverleg stralingshygiëne;
- het (doen) opvolgen van de nadere aanwijzingen gegeven door de sbe.

Het afdelingshoofd laat zich betreffende de stralingsbescherming op de werkplek rechtstreeks infor-meren door de tms. Voor wijziging van werkzaamheden, die leiden tot aanpassing van de Interne Toestemming, dient het afdelingshoofd een aanvraag in bij de acd.

4 Medische stralingstoepassingen

4.1 Medici

Medische stralingstoepassingen zijn medische verrichtingen, waarbij gebruik gemaakt wordt van ioniserende straling uitzendende toestellen of radiofarmaca en zijn conform de Wet BIG voorbehouden handelingen. Deze toepassingen vallen onder het regime van de complexvergunning; ter bescherming van de patiënt vermeldt het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming enige voorwaarden.

Uitsluitend de arts of tandarts zijn bevoegd tot het zelfstandig uitvoeren van deze voorbehouden handelingen, mits zij voldoen aan de bepalingen uit het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming betreffende het deskundigheidsniveau, afgestemd op de algemeen aanvaarde norm. Thans is in de opleiding van de volgende medisch specialismen een cursus stralingshygiëne opgenomen en verplicht gesteld:

Handelingen door behandelend artsen met röntgentoestellen (voorbehouden handelingen)	<ul style="list-style-type: none">– <i>Stralingshygiëne voor:</i>– <i>Radiologen;</i>– <i>Radiotherapeuten-oncologen;</i>– <i>Medisch specialisten (bijvoorbeeld cardiologie, longziekten, maag-, darm-, leverziekten, chirurgie, traumatologie, orthopedie, anesthesiologie, neurochirurgie, urologie).</i>
Nucleair geneeskundige artsen	<ul style="list-style-type: none">– <i>(voorheen) Niveau 3 of niveau cd/ (opleiding tot coördinerend deskundige stralingsbescherming);</i>– <i>Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Nucleaire Radiologie.</i>
Interventieradiologen	<ul style="list-style-type: none">– <i>Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Interventieradiologie.</i>
Tandheelkundige op afdeling Mondziekten, Kaak - en Aangezichtschirurgie: <ul style="list-style-type: none">- Röntgentoestellen- CBCT	<ul style="list-style-type: none">– <i>Tandheelkunde basis;</i>– <i>Tandheelkunde basis + CBCT-opleiding.</i>

Medisch personeel zoals (OK-)assistenten of verpleegkundigen mogen alleen ioniserende straling toepassen onder toezicht van een bevoegd en bekwaam behandelend arts.

Aios mogen alleen handelingen met ioniserende straling verrichten onder de verantwoordelijkheid van een opleider.

Het afdelingshoofd is belast met de controle op deze zelfstandige bevoegdheid van de betreffende arts.

4.2 Ondersteunend specialisten (klinisch fysici, radiofarmaceut)

Mede in het kader van de Wet kwaliteit, klachten en geschillen zorg (Wkkgz) en de verantwoordelijkheidsstructuur ten behoeve van medische diagnostiek en behandeling, dienen ondersteunende specialisten betrokken te worden bij de radiologische procedures. Dit betreft de klinisch fysici op de afdeling Radiotherapie met een stralingsdeskundigheid cd en een klinisch fysicus en een radiofarmaceut op de afdeling Nucleaire Geneeskunde eveneens met

deskundigheidsniveau cd, terwijl voor de afdeling Radiologie een klinisch fysicus (cd) beschikbaar is.

Het afdelingshoofd ziet erop toe, dat gebruik gemaakt wordt van de expertise van deze deskundigen voor de advisering over stralingsbeschermingsaspecten bij blootstelling van patiënten en personeel, de kwadeitbewaking van de apparatuur en de kwaliteit van de radiofarmaca mede door het instellen van een afdelingscommissie stralingshygiëne.

Het afdelingshoofd ziet er voorts op toe dat alle medische toepassingen afgedekt worden door een interne toestemming. De sbe stelt nadere voorwaarden aan de werkplekinrichting en toetst de procedures alvorens de interne toestemming wordt verleend.

5 *Systeem interne toestemmingen*

5.1 *Inleiding*

Het is niet toegestaan binnen het LUMC en de Universiteit Leiden handelingen te verrichten met ioniserende straling uitzendende toestellen en radioactieve stoffen en bronnen, tenzij hiervoor door de acd een interne toestemming is verleend aan het afdelingshoofd onder wiens verantwoordelijkheid de ioniserende straling wordt toegepast.

5.2 *Aanvraag*

Een interne toestemming wordt aangevraagd voor iedere nieuwe toepassing met ioniserende straling en bij significante wijzigingen in reeds vergunde toepassingen.

Deze aanvraag inclusief risico-analyse wordt bij de acd ingediend door het verantwoordelijk afdelingshoofd of namens hem door de tms.

De aanvraag dient te zijn ondertekend door:

- het verantwoordelijk afdelingshoofd;
- de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming.

Indien het een medische toepassing betreft wordt de aanvraag mede ondertekend door:

- de medisch verantwoordelijke afdelings- of sectiehoofd;

5.3 *Beoordeling*

De acd beoordeelt de aanvraag en risico-analyse op grond van vergunningsvoorwaarden en interne regelgeving. Daarbij wordt aandacht besteed aan:

- Rechtvaardiging van de toepassing;
 - de toepassing komt voor op de lijst met algemene aanvaarde toepassingen volgens wet- en regelgeving.
 - Bij blootstelling t.b.v. research van patiënten of proefpersonen is toestemming van de Medisch Ethische Commissie van het LUMC vereist.
 - Bij blootstelling t.b.v. research van proefdieren is toestemming van de Instantie Dierenwelzijn vereist.
- Optimalisatie;

Ter beperking van de stralingsbelasting voor werknemers, patiënten, bezoekers en milieu wordt een ALARA-inspanning gevraagd op het gebied van:

 - Organisatie;
 - Techniek;
 - Procedures;
- Dosislimieten/Vergunningsvoorwaarden;

Beoordeeld wordt of er geen overschrijding plaatsvindt van:

 - dosislimieten werknemers en bezoekers;
 - vergunningsgrenzen;

5.4 Verlening

Indien de aanvraag positief wordt beoordeeld, verleent de acd een interne toestemming aan het verantwoordelijke afdelingshoofd.

Hierin kunnen nadere voorwaarden als aanvulling op de interne regelgeving worden opgenomen.

De interne toestemming wordt in dit geval pas van kracht als aan deze nadere voorwaarden is voldaan.

5.5 Intrekking

- De interne toestemming wordt voor een beperkte duur verleend. De acd stelt per toepassing de geldigheidsduur van de verleende toestemming vast.
- Het afdelingshoofd aan wie de interne toestemming is verleend, dient tijdig een verzoek tot aanpassing of verlenging van de verleende toestemming in bij de acd.
- De verleende interne toestemming vervalt zodra de omstandigheden waaronder de vergunde handeling plaatsvindt, naar oordeel van de acd, significant afwijken van de voorwaarden in de Interne Toestemming.
- De verleende interne toestemming wordt ingetrokken zodra de toepassing definitief is beëindigd.

***Bijlage 1: Convenant in het kader van en gezamenlijke complexvergunning
voor LUMC en Universiteit Leiden***

***NB: in dit document moet “manager VGM” gelezen worden als “de Bestuurs-
commissie VGM bestaande uit de Directeur HRM van het LUMC, hoofd Af-
deling VGM en de directeur HRM van de Universiteit”***

Convenant in het kader van de gezamenlijke complexvergunning LUMC en Universiteit Leiden

De Raad van Bestuur van het Leids Universitair Medisch Centrum en het College van Bestuur van de Universiteit Leiden zijn het volgende overeengekomen.

In het kader van de Kernenergiewet wordt, ten behoeve van werkzaamheden met radioactieve stoffen in verspreidbare vorm, ingekapselde radioactieve bronnen en ioniserende straling uitzendende toestellen, een gezamenlijke complexvergunning aangevraagd door de voornoemde instellingen.

De aanvraag voor deze complexvergunning, waarvan het basisdocument 'Interne organisatie stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden' onderdeel uitmaakt, is gebaseerd op onderstaande uitgangspunten.

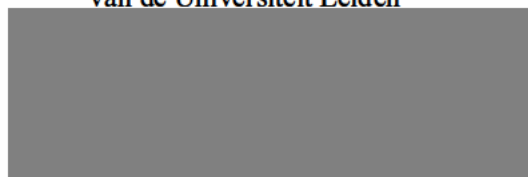
- De besturen van de deelnemende instellingen dragen ieder verantwoordelijkheid voor de stralingshygiënische zorg binnen de terreingrenzen van hun eigen instelling.
- De blootstelling aan ioniserende straling wordt, als gevolg van de toepassingen bij de instellingen, beneden de gestelde limieten zo laag gehouden als redelijkerwijs mogelijk is.
- De instellingen verplichten zich tot het nakomen van de bepalingen uit het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, de complexvergunning en het basisdocument 'Interne organisatie stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden'.
- Voor de advisering over het stralingshygiënisch beleid, de coördinatie van de uitvoering van het beleid en het beoordelen, verlenen en controleren van de interne toestemmingen namens de besturen hebben de instellingen, conform artikel 12 van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming één algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) aangesteld, die werkzaam is in de gezamenlijke afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu voor LUMC en Universiteit Leiden.
Conform Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming hebben de instellingen een gezamenlijke StralingBeschermingsEenheid (SBE) ingesteld binnen voornoemde afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu. De SBE draagt er zorg voor dat regelgeving wordt geïmplementeerd en dat toezicht wordt uitgeoefend.
- De manager VGM treedt, namens de Raad van Bestuur en College van Bestuur, op als opdrachtgever voor de SBE en de ACD. Om, waar nodig, een directe functionele lijn tussen het bevoegd gezag en ACD te waarborgen hebben de RvB en het CvB een regeling van verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden ten behoeve van de ACD opgesteld.
Om de zorg voor de stralingshygiëne en de gezamenlijke belangen en verantwoordelijkheden zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen voert de ACD regelmatig overleg met de belanghebbenden binnen LUMC en Universiteit Leiden.

Namens de Raad van Bestuur
van het LUMC



vice voorzitter RvB

namens het College van Bestuur
van de Universiteit Leiden



vice rector magnificus

Bijlage 2: Regeling verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD)

Verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van de algemeen coördinerend stralingsdeskundige binnen de afdeling VGM

Organisatorische context

De algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) is bij het LUMC ondergebracht in het directoraat HRM; onderdeel Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM), bestaande uit de afdeling Gezondheid en V&M. Binnen de afdeling V&M is een stralingsbeschermingseenheid (SBE) waarvan de coördinerend acde voorzitter is. De ACD is onderdeel van de SBE.

De Bestuurscommissie VGM bestaande uit de Directeur HRM van het LUMC en de directeur Bedrijfsvoering van de Universiteit Leiden treedt, namens de Raad van Bestuur, op als opdrachtgever voor de stralingsbescherming.

Het hoofd V&M treedt op als leidinggevende en organisatorisch verantwoordelijke van de SBE. De voorzitter van de SBE is verantwoordelijk voor het dagelijks functioneren van de SBE. De ACD is verantwoordelijk voor de inhoudelijke sturing van de SBE.

De ACD is gemandateerd voor het verlenen van interne toestemmingen.

De hiërarchische lijn verloopt daarom via de lijn RvB – Bestuurscommissie – hoofd V&M. De reguliere advieslijn aan de ‘ondernemer’ verloopt langs dezelfde hiërarchische lijn in omgekeerde richting.

Juridische context

De rol en de bevoegdheden van de deskundigen in de stralingsbescherming staan omschreven in de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De organisatie van de stralingsbeschermingseenheid is voorgeschreven in de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De taken van de ACD zijn uitgewerkt in de genoemde Regeling.

De stralingsbeschermingseenheid (SBE)

De stralingsdeskundigen werken samen in een functionele eenheid. Dit is de stralingsbeschermingseenheid (SBE) op grond van de Regeling, die functioneel en organisatorisch is gescheiden van productie- en technische eenheden. De taken van de stralingsbeschermingseenheid bij het LUMC zijn:

- a. adviezen verstrekken aan ‘de ondernemer’ met betrekking tot de bescherming tegen ioniserende straling;
- b. toestemming geven voor handelingen met ioniserende straling;
- c. het geven van voorlichting en instructie.

De werkwijze van de stralingsbeschermingseenheid is vastgelegd in het Basisdocument Stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden. Daarin staan conform de Regeling in ieder geval:

- a. de doelstellingen en uitgangspunten van het stralingsbeschermingzorgsysteem;
- b. het werkingsgebied;
- c. de stralingsbeschermingorganisatie, met een omschrijving van de verantwoordelijkheden, taken, bevoegdheden van de bij het verrichten van handelingen of werkzaamheden betrokken organisatieonderdelen en werknemers, evenals het interne toezicht en de rapportage daarover;
- d. de wijze waarop de formatieve omvang, de vereiste deskundigen en de aanvullend benodigde administratieve of technische ondersteuning wordt bepaald;
- e. een verbod om zonder interne toestemming handelingen of werkzaamheden te verrichten;
- f. een beheersysteem van interne toestemmingen;

- g. werkwijzen en procedures voor handelingen of werkzaamheden inclusief de toelatingseisen voor blootgestelde werknemers, registratieverplichtingen en periodieke controles;
- h. een afvalplan voor de inzameling, de opslag en de overdracht van radioactief afval;
- i. een calamiteitenregeling voor incidenten of ongevallen met bronnen.

Het Basisdocument wordt geautoriseerd door de Raad van Bestuur.

Verantwoordelijkheden en taken algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD)

De algemeen coördinerend stralingsdeskundige is er 'jegens de ondernemer' voor verantwoordelijk dat handelingen plaatsvinden binnen de kaders van de regelgeving. De ACD coördineert de handelingen van de toezichthoudend deskundigen en is verantwoordelijk voor de inhoudelijke aansturing van de SBE. De navolgende tekst is een bewerking van genoemde Regeling. De ACD heeft tot taak:

- a. het voorbereiden en opstellen van het stralingshygiënisch beleid, en het adviseren over dit beleid; het stralingshygiënisch beleid wordt vastgesteld door of namens de Raad van Bestuur;
- b. het voorbereiden en verlenen van interne toestemmingen namens de Raad van Bestuur;
- c. het houden van intern toezicht op de naleving van de wettelijke bepalingen en van de voorschriften in de interne regeling, in de stralingsbeschermingsvoorschriften en in de interne toestemmingen;
- d. het melden van nieuwe toepassingen aan de ministers, die hebben besloten tot verlening van de vergunning, voor zover deze melding volgt uit een voorschrift in de vergunning;
- e. het beheren en onderhouden van een deugdelijke administratie van relevante gegevens die betrekking hebben op de stralingshygiëne, op de stralingstoepassingen en de bronnen;
- f. het jaarlijks opstellen van een rapportage over de stralingshygiëne; deze rapportage wordt, na overleg met de Bestuurscommissie en het hoofd V&M, uitgebracht aan de ondernemer en de ministers, die hebben besloten tot verlening van de vergunning.

Bevoegdheden algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD)

De ACD heeft de bevoegdheden, die voor het uitvoeren van bovengenoemde taken noodzakelijk zijn. De positie van de ACD hangt sterk samen met vergunningplichtige werkzaamheden waarbij de overheid groot belang hecht aan het beheersen van de bijzondere risico's van ioniserende straling. In dat kader eist de overheid dat een onafhankelijk oordeel (los van productie- en technische belangen) en rechtstreekse advisering aan de vergunninghouder mogelijk is.

Binnen het LUMC wordt dit onafhankelijk oordeel als volgt geborgd:

- a. *De ACD heeft rechtstreekse toegang tot de Raad van Bestuur in alle gevallen waarin hij van oordeel is dat hij zijn verantwoordelijkheid niet kan dragen zonder de reguliere lijn te passeren. De ACD motiveert achteraf in de reguliere lijn waarom hij van deze bevoegdheid gebruik heeft gemaakt.*
- b. *De ACD heeft van de Raad van Bestuur de bevoegdheid gekregen om binnen het LUMC direct activiteiten stil te leggen als de veiligheid dat vereist én voorafgaande communicatie met de reguliere lijn in redelijkheid niet mogelijk is. Deze bevoegdheid kan zich mede uitstrekken over patiëntenzorgactiviteiten. Als deze situatie zich heeft voorgedaan, legt de ACD zo spoedig mogelijk verantwoording af aan de portefeuillehouder van de RvB, Bestuurscommissie, hoofd V&M en de voorzitter van de SBE.*

Aldus vastgesteld door de Raad van Bestuur LUMC

Leiden, 10-07-2012

Verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van de algemeen coördinerend stralingsdeskundige binnen de afdeling VGM

Organisatorische context

De algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) is bij het LUMC ondergebracht in het directoraat HRM bij de afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM). Binnen de afdeling is er een stralingsbeschermingseenheid (SBE) waarvan de coördinerend senior adviseur CBRN Safety & Security voorzitter is. De ACD is onderdeel van de SBE.

De Bestuurscommissie VGM bestaande uit de Directeur HRM van het LUMC en de directeur bedrijfsvoering van de Universiteit Leiden treedt, namens de College van Bestuur, op als opdrachtgever voor de stralingsbescherming.

Het hoofd VGM treedt op als leidinggevende en organisatorisch verantwoordelijke van de SBE. De voorzitter van de SBE is verantwoordelijk voor het dagelijks functioneren van de SBE. De ACD is verantwoordelijk voor de inhoudelijke sturing van de SBE.

De ACD is gemandateerd voor het verlenen van interne toestemmingen.

De hiërarchische lijn verloopt daarom via de lijn CvB — Bestuurscommissie - hoofd VGM. De reguliere advieslijn aan de ‘ondernemer’ verloopt langs dezelfde hiërarchische lijn in omgekeerde richting.

Juridische context

De rol en de bevoegdheden van de deskundigen in de stralingsbescherming staat omschreven in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De organisatie van de stralingsbeschermingseenheid is voorgeschreven en uitgewerkt in de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. De taken van de ACD zijn uitgewerkt in de genoemde Regeling.

De stralingsbeschermingseenheid (SBE)

De stralingsdeskundigen van de afdeling VGM werken samen in een functionele eenheid. Dit is de stralingsbeschermingseenheid (SBE) op grond van de Regeling, die functioneel en organisatorisch is gescheiden van productie- en technische eenheden. De taken van de stralingsbeschermingseenheid bij het LUMC zijn:

- a. Adviezen verstrekken aan ‘de ondernemer’ met betrekking tot de bescherming tegen ioniserende straling
- b. Toestemming geven voor handelingen met ioniserende straling
- c. Het geven van voorlichting en instructie.

De werkwijze van de stralingsbeschermingseenheid is vastgelegd in het Basisdocument Stralingsbescherming LUMC en Universiteit Leiden. Daarin staan volgens de Regeling in ieder geval:

- a. de doelstellingen en uitgangspunten van het stralingsbeschermingzorgsysteem;
- b. het werkingsgebied;
- c. de stralingsbeschermingorganisatie, met een omschrijving van de verantwoordelijkheden, taken, bevoegdheden van de bij het verrichten van handelingen of werkzaamheden betrokken organisatieonderdelen en werknemers, evenals het interne toezicht en de rapportage daarover;
- d. de wijze waarop de formatieve omvang, de vereiste deskundigen en de aanvullend benodigde administratieve of technische ondersteuning wordt bepaald;
- e. een verbod om zonder interne toestemming handelingen of werkzaamheden te verrichten;
- f. een beheersysteem van interne toestemmingen;
- g. werkwijzen en procedures voor handelingen of werkzaamheden inclusief de toelatingseisen voor blootgestelde werknemers, registratieverplichtingen en periodieke controles;

- h. een afvalplan voor de inzameling, de opslag en de overdracht van radioactief afval;
- i. een calamiteitenregeling voor incidenten of ongevallen met bronnen

Het Basisdocument wordt geautoriseerd door het College van Bestuur.

Verantwoordelijkheden en taken algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD)

De algemeen coördinerend stralingsdeskundige is er 'jegens de ondernemer' voor verantwoordelijk dat handelingen plaatsvinden binnen de kaders van de regelgeving. De ACD coördineert de handelingen van de toezichthoudend deskundigen en is verantwoordelijk voor de inhoudelijke aansturing van de SBE.

De navolgende tekst is een bewerking van genoemde Regeling. De ACD heeft tot taak:

- a. het voorbereiden en opstellen van het stralingshygiënisch beleid, en het adviseren over dit beleid; het stralingshygiënisch beleid wordt vastgesteld door of namens het College van Bestuur;
- b. het voorbereiden en verlenen van interne toestemmingen namens het College van Bestuur;
- c. het houden van intern toezicht op de naleving van de wettelijke bepalingen en van de voorschriften in de interne regeling, in de stralingsbeschermingvoorschriften en in de interne toestemmingen;
- d. het melden van nieuwe toepassingen aan de ministers, die hebben besloten tot verlening van de vergunning, voor zover deze melding volgt uit een voorschrift in de vergunning;
- e. het beheren en onderhouden van een deugdelijke administratie van relevante gegevens die betrekking hebben op de stralingshygiëne, op de stralingstoepassingen en de bronnen;
- f. het jaarlijks opstellen van een rapportage over de stralingshygiëne; deze rapportage wordt, na overleg met de Bestuurscommissie en het hoofd VGM, uitgebracht aan de ondernemer en de ministers, die hebben besloten tot verlening van de vergunning.

Bevoegdheden algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD)

De ACD heeft de bevoegdheden, die voor het uitvoeren van bovengenoemde taken noodzakelijk zijn. De positie van de ACD hangt sterk samen met vergunningplichtige werkzaamheden waarbij de overheid groot belang hecht aan het beheersen van de bijzondere risico's van ioniserende straling. In dat kader eist de overheid dat een onafhankelijk oordeel (los van productie- en technische belangen) en rechtstreekse advisering aan de vergunninghouder mogelijk is.

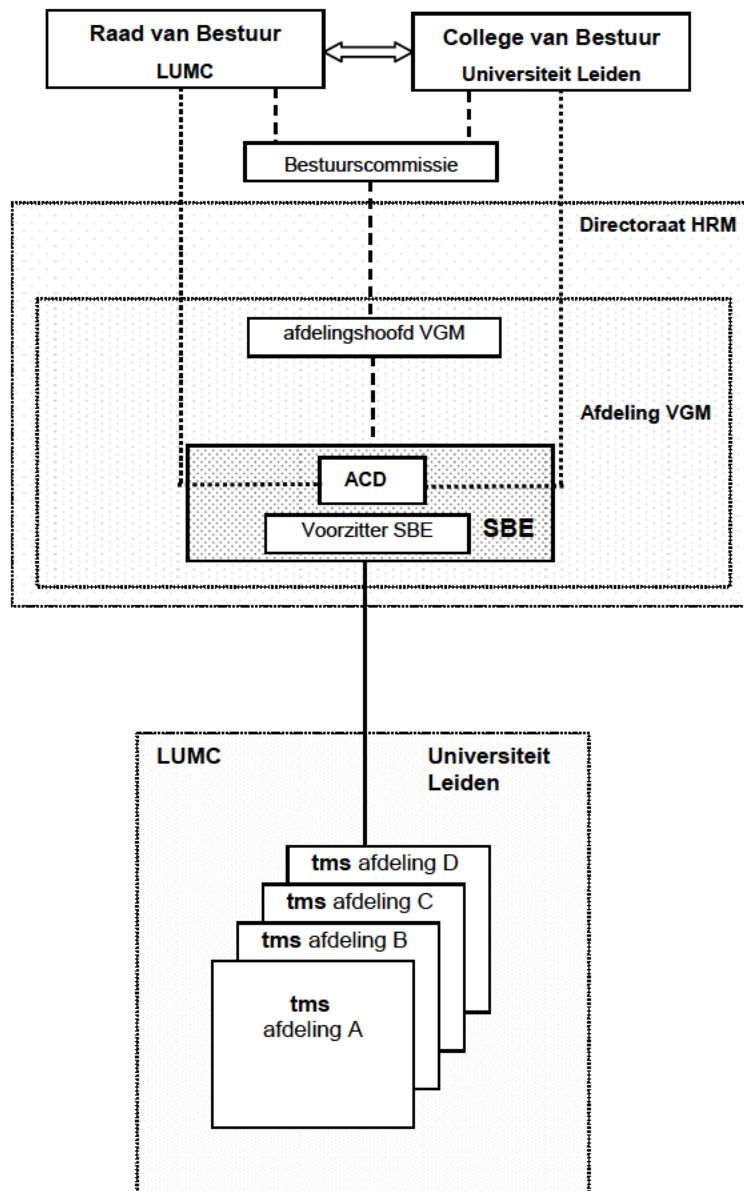
Binnen de Universiteit Leiden wordt dit onafhankelijk oordeel als volgt geborgd:

- a. *De ACD heeft rechtstreekse toegang tot het College van Bestuur in alle gevallen waarin hij van oordeel is dat hij zijn verantwoordelijkheid niet kan dragen zonder de reguliere lijn te passeren. De ACD motiveert achteraf in de reguliere lijn waarom hij van deze bevoegdheid gebruik heeft gemaakt. De ACD heeft van het College van Bestuur de bevoegdheid gekregen om binnen de*
- b. *Universiteit Leiden direct activiteiten stil te leggen als de veiligheid dat vereist én voorafgaande communicatie met de reguliere lijn in redelijkheid niet mogelijk is.*
- c. *Als deze situatie zich heeft voorgedaan, legt de ACD zo spoedig mogelijk doch uiterlijk binnen 3 werkdagen verantwoording af aan de portefeuillehouder van het CvB, Bestuurscommissie, hoofd VGM en de voorzitter van de SBE..*

Aldus vastgesteld door het College van Bestuur Universiteit Leiden

Leiden, 04.07.2012

Organisatie Stralingsbescherming LUMC – Universiteit Leiden





Leids Universitair
Medisch Centrum



Universiteit
Leiden

B1-0.1 Basisdocument

Toezicht op stralingsbescherming door de algemeen coördinerend deskundige

1-5-2025

Uitvoering toezicht op de stralingsbescherming binnen het Leids Universitair Medisch Centrum en Universiteit Leiden (2016/1051-15; gewijzigd met 2022/0094845-15).

De algemeen coördinerend deskundige (acd) voor de organisaties Leids Universitair Medisch Centrum en Universiteit Leiden, houdt toezicht op de werkzaamheden en handelingen met ioniserende straling door het actief verzamelen en verkrijgen van gegevens over de volgende onderwerpen.

- 1). Advisering en beleidsvoorbereiding
- 2). Begeleiding bevoegd gezag
- 3). Administratie & registratie radioactieve stoffen
- 4). Controle & beheer
- 5). Incidentenonderzoek
- 6). Inspecties en audits
- 7). Kennis & certificering/registratie
- 8). Jaarlijkse rapportage stralingshygiëne
- 9). RI&E/Risicoanalyse
- 10). Vergunningenbeheer

1). Advisering en beleidsvoorbereiding

De acd bereid beleid voor, voor de Raad van Bestuur en het College van Bestuur, waarin beschrijvingen worden gegeven van de stralingsbeschermingsdoelstellingen, teneinde veilig te kunnen werken met ioniserende straling binnen de organisaties. De betreffende Basisdocumenten vormen de interne regeling. Werkvoorschriften en -instructies die worden gebruikt op de werkvloer, worden periodiek *gecontroleerd* door de acd en sbe met behulp van de documentbeheerssystemen.

2). Begeleiding bevoegd gezag

De acd begeleid bevoegd gezag (inspecteurs ANVS en NLA) en *ziet erop toe* dat haar inspecties op locatie gecontroleerd kunnen verlopen en (vóóraf) de juiste gegevens worden aangedragen. Inspectierapporten worden - volgens protocol - bestudeerd en zo nodig door hem of sbe'ers uitgewerkt in een plan van aanpak om de eventuele tekortkomingen op te (laten) heffen. De acd houdt (eind)toezicht op de uitvoering daarvan en rapporteert aan de werkgever en bevoegd gezag.

2). Administratie & registratie radioactieve stoffen

De acd verkrijgt de gegevens en de ontvangsten over de inkoop uit de inkoopssystemen van beide organisaties en/of van de tms'en. Ten minste maandelijks wordt door de acd een registratie gemaakt van alle radioactieve stoffen die door het LUMC en Universiteit Leiden worden ontvangen. Deze worden gecategoriseerd naar radionuclide en weergegeven in radiotoxiciteitsequivalenten. De gegevens worden gebruikt voor het *toezicht* op de inkoop en de inkoopgemachtigden, voor het opstellen van risicoanalyses voor diagnostiek, radiotherapie en research en voor de jaarrapportages stralingshygiëne.

4). Controle & beheer

De acd ziet toe op de volgende aandachtspunten via registraties/data en rondgangen, inspecties, bezoeken op locaties:

- De basis voor veilig werken met ioniserende straling is een geschikte opleiding en/of instructie. De acd *ziet toe* op een juiste eisen van de opleiding/instructie volgens wet- en regelgeving en beschrijft deze in een basisdocument in de interne regeling. De tms of het afdelingshoofd overlegt met de acd over de juiste opleiding met betrekking tot de te verrichten werkzaamheden en een risicoanalyse.

- Besmettingscontroles voor vrijgaven van radionuclidenlaboratoria, technische installaties en therapieruimten, worden door tms'en uitgevoerd en gerapporteerd en periodiek *gecontroleerd* – eventueel met inspectie op locatie – door de acd of een sbe'er. Hiervoor wordt een standaardformulier gebruikt dat wordt geregistreerd.
- Afvalbeheer: Dit betreft de opslag en het uitstralen van radioactieve bronnen, controle op activiteit, het vrijgeven en afvoer van uitgestraald afval, lozen via lucht en riool, controles van stralingsmeetmonitoren (die in eigen beheer zijn) en afvoer van langlevend hoogradioactief afval. Afhankelijk van de vrijgaven worden deze geregistreerd en schriftelijk vastgelegd. De *eindcontrole* van vrijgave vindt plaats door de sbe met detectiepoorten (voor vast afval) en metingen via vloeistofscintillatie.
- Uitgifte en opslag van bronnen voor therapie: Dit betreft de periodieke veegtasten van ijkbronnen (door de sbe) en therapeutische bronnen door tms'en en/of klinisch fysici met stralingsbeschermingsopleiding. De veegtasten worden genoteerd in een lokaal register. Van de opslag van bronnen, volgens de eisen die daarvoor gelden, wordt een register bijgehouden en is ter plekke aanwezig.
- Persoonsdosimetrie: Tms'en hanteren het dosimetriesysteem van de dosimetriedienst om radiologisch werkers te registreren en houden periodiek (maandelijks of 2-wekelijks) toezicht op de persoonsdosis. Via dit systeem worden waarschuwingen gegeven als een dosis boven een ingestelde waarde komt en wordt de acd op te hoogte gesteld. Jaarlijks maakt de acd een overzicht voor de jaarrapportage en evalueert de gegevens per afdeling en/of handeling.
- Autorisatie voor toegang van geclassificeerde ruimten: De acd *ziet toe* op de autorisatie van medewerkers voor de toegang van geclassificeerde ruimten via autorisatieformulieren. De toegangscontroles worden beheerd door afdeling Beveiliging & Crisismanagement (B&C).
- Autorisatie inkoop radioactieve stoffen: De acd controleert de lijst van geautoriseerde medewerkers via het inkoopstelsel FLITS. Het inkoopstelsel bevat een gecontroleerde catalogus van radioactieve stoffen waaruit geautoriseerde medewerkers mogen bestellen. De acd verleent de toestemming voor opname in de catalogus van aan te schaffen radioactieve stoffen.

5). Incidentenonderzoek

Incidenten met ioniserende straling worden via het digitale meldstelsel door medewerkers van LUMC en Universiteit Leiden gemeld. Medewerkers van VGM (waaronder de stralingsbeschermingsdeskundigen) onderzoeken de incidenten en stellen indien nodig een diepgaand onderzoek in. Bij onvoorziene gebeurtenissen en/of bij overschrijding van normen en/of limieten wordt dit door de acd gemeld aan de NLA of ANVS.

6). Inspecties en audits

Periodiek worden registraties/data bekeken of rondgangen, inspecties, bezoeken op locaties uitgevoerd op afdelingen waar ioniserende straling wordt gebruikt. Daarbij worden ook informele bezoeken en overleggen beschouwd als een middel periodiek *toezicht* te houden op de werkzaamheden. Deze worden zo veel mogelijk vastgelegd via verslaglegging of het opslaan van bijvoorbeeld e-mails in een bestand.

Tms'en maken gebruik van een checklist voor de radionuclidenlaboratoria en worden via de jaarlijkse rapportages stralingshygiëne alle bronnen en röntgentoestellen geïnventariseerd.

De acd houdt toezicht op de aankoop van röntgentoestellen door zitting te nemen in de Commissie Medische Technologie waarin de aanschaf van ioniserende straling uitzendende apparatuur wordt besproken.

Via contacten en overleggen worden de acd en/of sbe'er geïnformeerd over knelpunten op de werkvloer waarna een bezoek op locatie wordt uitgevoerd als dat noodzakelijk is.

7). Kennis & certificering/registratie

De kwaliteitsfunctionaris en afdelingshoofd van VGM houden controle op de bij- en nascholing van de stralingsbeschermings- en arbokerndeskundigen van de interne arbodienst (VGM) waaronder ook de sbe'ers functioneren. Afdelingshoofden van beide organisaties dienen toezicht te houden op de juiste bij- en nascholing van de

tms'en op de locaties waar zij werken. De acd/sbe laat zich periodiek *op de hoogte stellen* over de bij- en nascholing en noteert dit in een schema in een digitaal bestand.

De acd noteert in de jaarrapportage de bij- en nascholingsactiviteiten en registraties van de stralingsbeschermingsdeskundigen van de sbe. Middels de jaarrapportages worden door afdelingshoofden én tms'en de stralingsbeschermingsopleidingen van de behandelend artsen *gecontroleerd*.

8). Jaarlijkse rapportage stralingshygiëne

De acd stelt legt jaarlijks verantwoording af aan de Raad van Bestuur en het College van Bestuur met een jaarrapportage stralingshygiëne. Hij verkrijgt de gegevens en inventarisaties van de afdelingshoofden, tms'en en van de sbe en *toetst* op de volledigheid daarvan via registraties/data, bezoeken aan afdelingen, audits en inspecties.

9). RI&E/Risicoanalyse

De acd *toetst* de risicoanalyses die door de tms'en of stralingsbeschermingsdeskundigen van de afdelingen worden opgesteld. Indien nodig worden de afdelingen hierbij vakinhoudelijk begeleid door de sbe. De tms of stralingsbeschermingsdeskundige maakt hierbij gebruik van een door de sbe opgesteld format overeenkomstig wet- en regelgeving. De acd verleent interne toestemmingen op basis van een door hem getoetste risicoanalyse.

10). Vergunningenbeheer

De acd bereid de aanvragen en/of wijzigingen van de vergunning voor, waarna deze door de Raad van Bestuur (penvoerder) aanbiedt aan de ANVS. De acd *ziet erop toe* dat alle gegevens voor de aanvraag, en eventuele verzoeken van de ANVS zoals toelichtingen en aanvullingen, correct en compleet zijn.



Leids Universitair
Medisch Centrum



Universiteit
Leiden

Basisdocument

***B1-1.0 Opleidingen ten behoeve van het werken met en het toezicht op ioniserende straling
voor LUMC en Universiteit Leiden***

Opleiding ten behoeve van het werken met en het toezicht op ioniserende straling

Aan het werken met ioniserende straling uitzendende toestellen en radioactieve stoffen worden wettelijk verplichte opleidingseisen gesteld. Voor de juiste opleiding kan contact worden opgenomen met de sbe (LUMC en Universiteit Leiden) of de tms van de afdeling.

Aan werknemers worden de volgende minimale eisen gesteld aan de opleiding voor de volgende functies:

Functie	Vereiste (mogelijke) opleiding/ relevante stralingsdiploma's
Researchwerkzaamheden in radionuclidenlaboratoria of bereiding radiofarmaca	<ul style="list-style-type: none"> - (voorheen) Stralingsbeschermingscursus niveau 5B of; - TMS/VRS-D of; - Basiscursus stralingsbescherming of; - Veilig werken met open bronnen in laboratoria (onderdeel Biomedische Wetenschappen).
Handelingen door behandelend artsen met röntgentoestellen (voorbehouden handelingen)	Stralingshygiëne voor: <ul style="list-style-type: none"> - Radiologen; - Radiotherapeuten-oncologen; - Medisch specialisten (bijvoorbeeld cardiologie, longziekten, maag-, darm-, leverziekten, chirurgie, traumatologie, orthopedie, anesthesiologie, neurochirurgie, urologie).
Nucleair geneeskundige artsen	<ul style="list-style-type: none"> - (voorheen) Niveau 3 of niveau cd/ (opleiding tot coördinerend deskundige stralingsbescherming); - Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Nucleaire Radiologie.
Interventieradiologen	<ul style="list-style-type: none"> - Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Interventieradiologie.
Gebruik van lineaire versnellers Radiotherapie Technische werkzaamheden aan versnellers	<ul style="list-style-type: none"> - Opleiding MBRT; - TMS-versneller-D (alleen voor diagnostiek); - TMS-versnellers (voor technici).
Radiochemicus	niveau CD/niveau 3.
Tandheelkundige op afdeling MKA: - Röntgentoestellen - CBCT	<ul style="list-style-type: none"> - Tandheelkunde basis; - Tandheelkunde basis + CBCT-opleiding.
Medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundige (mbb)	opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT);

Medisch personeel zoals (OK-)assistenten of verpleegkundigen mogen alleen ioniserende straling toepassen onder toezicht van een bevoegd en bekwaam behandelend arts.

Aios'en mogen alleen handelingen met ioniserende straling verrichten onder de verantwoordelijkheid van een opleider.

Voor de toezichthoudende functies (tms'en) op handelingen met radioactieve stoffen of röntgentoestellen worden de volgende opleidingseisen gesteld:

Op handelingen bij/ met	Vereiste (mogelijke) opleiding
Verspreidbare radioactieve stoffen (vrs)	(A)cd-opleiding; voorheen resp. niveau-2 en niveau-3
Gebruik röntgentoestellen	<ul style="list-style-type: none"> - Tms-medisch of - Cd-opleiding of - MBRT;
Versnellers Radiotherapie	<ul style="list-style-type: none"> - Cd-opleiding of - Tms-Versnellers-D
Röntgentoestellen MKA: - röntgentoestellen - CBCT	<ul style="list-style-type: none"> - Tms-Tandheelkunde-basis - Tms-Tandheelkunde-CBCT

ONBEHEERDE AFDRUK

B1-2.0: Taken en bevoegdheden van de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming

Versie	5
Publicatiedatum	vrijdag 4 februari 2022, 14:25:28
Datum laatste goedkeuring	dinsdag 23 april 2024, 08:48:52
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

In de interne organisatie stralingsbescherming van het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) en Universiteit Leiden (LEI) speelt de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (tms; voorheen 'plaatselijk stralingsdeskundige') een essentiële rol als lokale stralingsdeskundige en bekwame toezichthouder op de werkplek. Deze is verantwoordelijk voor de stralingshygiënische zorg ter bescherming van alle bij de radiologische werkzaamheden betrokken werknemers en de omgeving. De tms is tevens de lokale werknemer die een verbinding vormt tussen werkvloer, management en de stralingsbeschermingseenheid (sbe).

De tms wordt aangesteld in overleg met de algemeen coördinerend deskundige (acd; afdeling V&M/HRM) door het afdelingshoofd of door de verantwoordelijke voor de radionuclidenlaboratoria, opslag- of röntgenruimte.

Tms'en worden inhoudelijk aangestuurd door de stralingsdeskundigen van de stralingsbeschermingseenheid (sbe; onderdeel van de afdeling VGM/HRM), of de decentrale Arbo- en Milieudienst (AMD) van faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (LEI).

Voor de lokale toezichthoudende functies (tms) op handelingen met radioactieve stoffen, ingekapselde bronnen of röntgentoestellen, worden de volgende opleidingseisen gesteld:

op handelingen bij/ met	Vereiste (mogelijke) opleiding
verspreidbare radioactieve stoffen (VRS)	(A)CD-opleiding; voorheen resp. niveau-2 en niveau-3
Ingekapselde bronnen gebruik röntgentoestellen	<ul style="list-style-type: none">• TMS-MR (Meet- en Regeltoepassingen)• TMS-medisch of• CD-opleiding of• MBRT (Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken)
versnellers Radiotherapie	<ul style="list-style-type: none">• CD-opleiding of• TMS-Versnellers-D
röntgentoestellen MKA (Mondziekten, Kaak-, en Aangezichtchirurgie) - röntgentoestellen - CBCT*	<ul style="list-style-type: none">• TMS-Tandheekunde-basis• TMS-Tandheekunde-CBCT

* Cone Beam Computed Tomography (CT)

Voor een totaal overzicht van andere tms-opleidingen; zie bijlage 1.

2. Algemene taken

De taken en verantwoordelijkheden van de tms zijn afhankelijk van het toepassingsgebied en de risico's.

- De tms is inhoudelijk betrokken bij de aanvraag en mutatie van interne toestemmingen door het afdelingshoofd. De tms voert hierbij de verplichte risicoanalyse uit of ziet er op toe dat deze wordt uitgevoerd.
- De tms draagt zorg voor de beschrijving van de kenmerken van de lokale toepassingen en optimalisatie van technieken en procedures. Zo zal de tms een benadering maken van de ruimtebelasting of workload van de werkplek en van de stralingsdosis voor werknemers.
- De tms voert de taak uit uitgaande van de basisdocumenten van de complexvergunning (Kernenergiewet) en ziet erop toe dat conform de door de sbe opgestelde regels wordt gewerkt. Vanuit deze verantwoordelijkheid geeft de tms op de toegewezen werkplek gevraagd en ongevraagd adviezen over de lokale stralingshygiëne.
- De tms meldt omstandigheden die uit het oogpunt van stralingsbescherming onwenselijk zijn in een zo vroeg mogelijk stadium aan de stralingsdeskundigen van de sbe en het betreffende afdelingshoofd. Indien zich omstandigheden voordoen die kunnen leiden tot een ontoelaatbaar risico of, indien geen gevolg gegeven wordt aan herhaalde gegeven aanwijzingen van de tms, dan kan deze de werkzaamheden stilleggen.
- De tms heeft geen bevoegdheid tot het zelfstandig wijzigen van de gestelde regels en voorschriften.

Incidenten en ongevallen worden geregistreerd en indien nodig direct gemeld aan de sbe.

3. Blootgestelde werkers en persoonsdosimeters

De lokale tms verzorgt de verplichte aan- en afmelding van blootgestelde werkers (> 1,0 mSv/j; categorie A of B) bij (Mirion; voorheen NRG) via de website www.dosimetrie.nl ten behoeve van de persoonsdosimeters. Ook meldt de tms medewerkers die geen blootgestelde zijn maar wél met ioniserende straling werken, bij Mirion als zogenoemde 'categorie C'-werker.

De tms ziet erop toe dat:

- de persoonsdosimeters, ingeval van draagplicht in de werkruimte, op de juiste wijze worden gedragen (zoals bóvenop het loodschort);
- de dosimeters tijdig worden geretourneerd naar Mirion;
- de blootgestelde werkers persoonlijk worden geïnformeerd omtrent de uitslag van de dosimeter.

De tms controleert de uitslag van de persoonsdosimeters en maakt deze aan de blootgestelde werkers bekend. Ontslag van een blootgestelde werker dient door de tms zo spoedig mogelijk (vooraf) gemeld te worden bij Mirion via de website.

De tms draagt zorg voor voorlichting en onderricht van blootgestelde werkers, mede aan de hand van de door de sbe verstrekte werkinstructies en de schriftelijke werkprocedures.

4. Röntgentoestellen

De tms ziet erop toe dat:

- de behandelend arts of mbb als gebruiker van een röntgentoestel bevoegd en bekwaam is;
- de bediening van een röntgentoestel uitsluitend onder het toezicht van de behandelend arts of een mbb wordt uitgevoerd;
- bij ieder toestel een bedieningsinstructie aanwezig is en de gebruikers zijn geïnstrueerd;
- er maatregelen worden getroffen teneinde te voorkomen dat onbevoegden het röntgentoestel in werking kunnen stellen;
- hulp-, beschermings- en beveiligingsmiddelen aanwezig in goede staat aanwezig zijn en op de juiste wijze worden aangewend;
- het stralingsverzwakkende inperking van de ruimte (wanden, gesloten deuren en ramen) in stand wordt gehouden;
- het kwaliteitscontroleprogramma wordt uitgevoerd en contacten onderhoudt met de technische medewerkers bij onderhoud en reparatie van de toestellen;
- iedere aanschaf van een toestel of de overdracht van een toestel (ook intern) direct wordt gemeld aan de sbe en Klinische Fysica Radiologie, conform de richtlijn 'Regeling m.b.t. aanschaf en gebruik van diagnostische röntgentoestellen';
- wijziging in dit gebruik of de toepassing (stralingsbelasting) worden gemeld aan de sbe.

5. Aanschaf en administratie van radioactief materiaal

- Alleen tms'en zijn geautoriseerd om bestellingen van radioactieve stoffen te bestellen, met uitzondering van diegenen die door de tms én sbe zijn aangewezen als vervanger;
- Bestellingen van radioactieve stoffen mogen uitsluitend plaatsvinden uit de radioactieve stoffencatalogus via FLITS (LUMC) of Bestelsysteem (LEI);
- De sbe autoriseert tms'en via Inkoop om gebruik te maken van FLITS en de radioactieve- stoffen-catalogus;
- De tms controleert of ziet erop toe dat:
 - de bestelling is toegestaan zoals in de interne toestemming is aangegeven met betrekking tot de risicoanalyse, activiteiten en radionucliden;
 - er niet via andere wegen radioactieve stoffen worden besteld of worden gebruikt zonder dat de tms van het betreffende radionuclidenlaboratorium hiervan vóóraf op de hoogte wordt gesteld. Ook proef- en/of vervangende zendingen met radioactief materiaal moeten door de tms óf sbe worden gecontroleerd;
 - In het radionuclidenlaboratorium of de toedien- of opslagruimte wordt door de tms toezicht gehouden op de registratie van de radioactieve stoffen (activiteit en radionuclide) die op dat moment aanwezig zijn en de gebruikers ervan.
 - conform de richtlijn 'Codering en scheiding radioactief afval', afvalmaterialen op de juiste wijze gescheiden worden en in gecodeerde verpakkingen worden gedeponereerd.

6. Radionuclidenlaboratoria

- De tms houdt toezicht op de inrichting van de werkplek en de verrichte werkzaamheden en zo nodig treedt deze corrigerend op.
- De tms ziet erop toe dat;
 - in een radionuclidenlaboratorium uitsluitend werkzaamheden worden verricht die direct verband houden met de radiologische werkzaamheden.
 - de werkzaamheden uitsluitend worden uitgevoerd conform de interne toestemming, uitgegeven door de acd;
- De tms heeft van alle werkzaamheden in het radionuclidenlaboratorium een beschrijving (waaronder activiteiten en radionucliden), die een adequate risicoanalyse mogelijk maakt.
- De tms dient regelmatig controlemetingen te (laten) verrichten naar besmettingen en te adviseren bij besmettingen en de te volgen decontaminatiemethode.
- Een beschrijving van aanvullende taken van de tms bij het beheer van een radionuclidenlaboratorium is in bijlage 1 toegevoegd.

7. Kruisverwijzing

B1-01 Interne organisatie stralingsbescherming Leids Universitair Medisch Centrum en Universiteit Leiden;

B1-1.0 Interne Toestemmingen voor radiologische werkzaamheden;

B3-00 Aanschaf en gebruik van röntgentoestellen ten behoeve van diagnostiek en therapie;

B4-1.0 Radioactief afval verwerking op de afdeling;

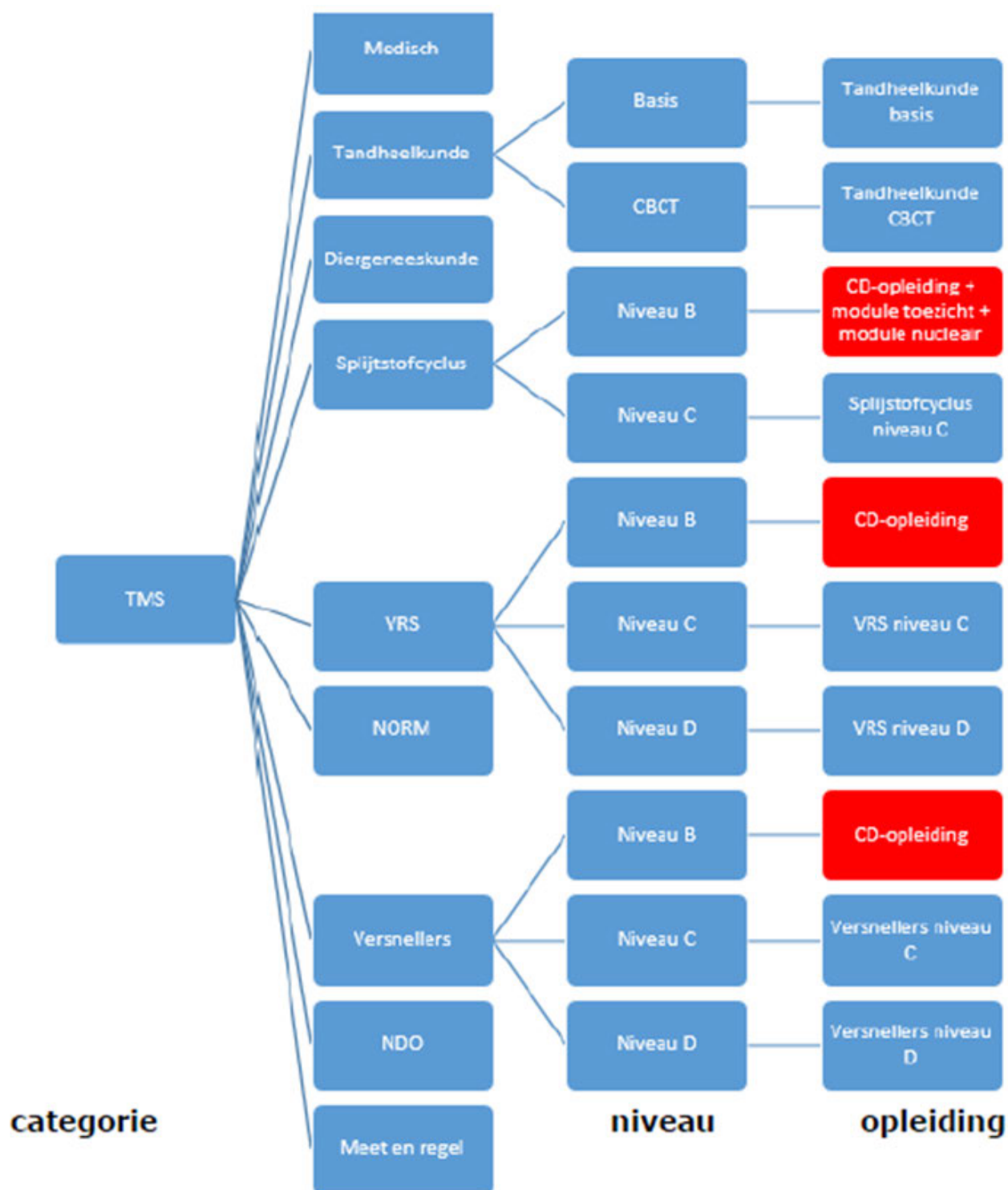
B7-0.0: Basisdocument: Werken met open radioactieve bronnen in radionuclidenlaboratoria;

B7-3.0: Verrichten van werkzaamheden in hotel B-lab. T6-28;

B7-6.0: Werkinstructies Radioactieve stoffen.

Bijlage 1

- Sector Medisch
 - Medische toepassingen (röntgentoepassingen)
 - Tandheelkunde (röntgentoepassingen, CBCT)
 - Diergeneeskunde
- Sector Nucleair
- Splijtstofcyclus
- Sector Industrie en Onderzoek
 - Verspreidbare Radioactieve Stoffen (VRS; radionuclidenlaboratoria, Nucleaire Geneeskunde)
 - Handelingen met NORM (Naturally Occurring Radioactive Material)
 - Versnellers (Radiotherapie)
 - Industriële radiografie (Niet Destructief Onderzoek (NDO); gesloten bronnen met hoge activiteit)
 - Meet- en regeltoepassingen (gesloten bronnen)



Bijlage 2

Aanvullende taken plaatselijke stralingsdeskundigen laboratoria

1. Inrichting radionuclidenlaboratoria

De tms ziet erop toe dat:

- er uitsluitend goed decontamineerbare apparatuur, opslagmiddelen en meubilair in het radionuclidenlaboratorium wordt gebruikt;

- er geen schrijfbureaus in een radionuclidenlaboratorium zijn en administratieve werkzaamheden tot een minimum worden beperkt;
- geen voorraden – anders dan dagvoorraden of hoeveelheden die in enkele dagen zullen worden gebruikt – in het radionuclidenlaboratorium worden aangelegd en dat (niet-decontamineerbaar) verpakkingsmateriaal buiten het laboratorium wordt gehouden.

2. Inperking

De tms ziet erop toe dat:

- de compartimentering van het radionuclidenlaboratorium altijd wordt gewaarborgd. De tms ziet er daarom op toe dat de toegangsdeuren van het laboratorium gesloten blijven voor de handhaving van de onderdruk en voor de juiste werking van de zuurkasten.
- ieder voorwerp dat buiten het radionuclidenlaboratorium wordt gebracht met een besmettingscontrole op radioactieve besmetting wordt gecontroleerd. Van de bevindingen wordt administratie bijgehouden.

3. Overigen

De tms ziet erop toe dat:

- onbevoegden het radionuclidenlaboratorium niet betreden;
- buiten de normale werktijden om het radionuclidenlaboratorium afgesloten is. De tms beheert de sleutel of regelt de autorisatie voor het kaartlezermagneetslot. Op deze wijze houdt de tms ook toezicht op werkzaamheden buiten de normale werktijden.
- het schoonmaakpersoneel zich strikt houdt aan de gestelde regels voor radionuclidenlaboratoria. Zie protocol 'Schoonmaken van laboratoria waar radioactieve stoffen worden gehanteerd'.

4. Werkprotocollen

De tms dient van alle werkzaamheden in het radionuclidenlaboratorium een beschrijving te bezitten en een risicoanalyse. Hierin dienen in ieder geval de volgende zaken aan de orde te komen:

- Locatie, zowel de ruimte als de werkplek;
- Verantwoordelijke project-/onderzoeksleider en de uitvoerende personen;
- Radionuclidenverbinding en de activiteit per analyse/ experiment;
- Risicovolle stappen en de genomen stralingsbeschermende maatregelen;
- Schatting van de hoeveelheid en het soort radioactief afval;
- Lijst met geautoriseerde personen voor de radionuclidenlaboratoria.

5. Controle op besmetting

De tms ziet erop toe dat er een protocol is voor het doen van (periodieke) besmettingscontrolemetingen in het radionuclidenlaboratorium en er een administratie is, zoals een logboek, voor het bijhouden van de resultaten van de besmettingscontrolemetingen.

Het protocol dient in ieder geval de volgende zaken te beschrijven:

- Uitvoerende persoon (corveedienst);
- Meetplaatsen;
- Veegprocedure; zie protocol 'Veegproeven'
- Instelling meetapparatuur;
- Interpretatie meetresultaten.

6. Opslag radioactief materiaal

De tms ziet erop toe dat:

- alle radioactieve stoffen, voor zover mogelijk, in opslag blijven bij de sbe. De opslag in het radionuclidenlaboratorium dient beperkt te blijven tot werkhoeveelheden;
- een centrale administratie, zoals een logboek, wordt bijgehouden van de in het radionuclidenlaboratorium aanwezige hoeveelheid radioactiviteit per nuclide;
- opslag van de radioactieve werkhoeveelheden, voor zover redelijkerwijs mogelijk, plaatsvindt in een brandvertragende, afsluitbare en als zodanig herkenbare bergplaats.

7. Radioactief afval

De tms ziet erop toe dat:

- aan de hand van de toegepaste protocollen in overleg met de sbe een scheiding wordt aangebracht in het radioactief afval. De afvalbakken, -vaten of -flessen worden gecodeerd. Zie protocol ['B4-1.0 Radioactief afvalverwerking op de afdeling'](#);
- aan deze scheiding strikt de hand wordt gehouden;
- van iedere afvalbak, -vat of -fles een gespecificeerde registratie wordt bijgehouden;

- zwarte RALA*-vaten en blauwe SZA**-vaten deugdelijk worden afgesloten en op een vaste plaats in het radionuclidenlaboratorium worden bewaard;
- transportverpakkingen van radioactief materiaal worden gecontroleerd op besmetting en worden ont-daan van alle etiketten die betrekking hebben op radioactieve inhoud;
- maatregelen worden getroffen zodat de containers voor huishoudelijk afval nooit radioactief materiaal bevatten, en dat hierop controles worden uitgevoerd.

* Radioactief LaboratoriumAfval;

** Specifiek ZiekenhuisAfval

ONBEHEERDE AFDRUK

B1-3.0: Indeling van en persoonsgebonden toezicht op werknemers LUMC en Universiteit Leiden

Versie	7
Publicatiedatum	vrijdag 31 maart 2023, 12:19:55
Datum laatste goedkeuring	dinsdag 21 januari 2025, 10:12:56
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

Alle handelingen met ioniserende straling en radioactieve bronnen dienen zodanig te worden uitgevoerd, dat de ontvangen stralingsdosis door blootgestelde werknemers en personen, aanwezig binnen en buiten het complex, zo gering mogelijk wordt gehouden. Ten aanzien van de maximale toelaatbare individuele dosis wordt onderscheid gemaakt tussen werknemers die ten gevolge van beroepsmatige handelingen aan ioniserende straling kunnen worden blootgesteld, radiologisch werkers genaamd en overige werknemers en aanwezigen.

2. Indeling radiologisch werkers

Op grond van de te verwachten stralingsbelasting bij de verschillende radiologische handelingen wordt bij de radiologisch werkers onderscheid gemaakt tussen hen die ten gevolge van hun werkzaamheden een effectieve dosis van 1 mSv of meer per jaar kunnen ontvangen (blootgestelde werknemers volgens het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming) en zij die beroepsmatig nooit een effectieve dosis van meer dan 1 mSv per jaar kunnen ontvangen.

De blootgestelde werknemers worden krachtens het Besluit op grond van de te verwachten stralingsbelasting ingedeeld in twee categorieën: de A- en B-werknemers. De radiologisch werkers die niet worden aangemerkt als blootgestelde werknemers, worden in het LUMC en Universiteit Leiden ingedeeld in een zogenoemde 'categorie C' (categorie C is geen officiële wettelijke term).

- **categorie A-werknemer:**
Een "blootgestelde werker", die tengevolge van handelingen in een gecontroleerde zone, een effectieve dosis kan ontvangen van meer dan 6 mSv in een jaar of een equivalente dosis groter dan drie tiende van de weefseldosislimieten voor blootgestelde werknemers;
- **categorie B-werknemer:**
Een "blootgestelde werker", die tengevolge van handelingen in een bewaakte zone, een effectieve dosis kan ontvangen van meer dan 1 mSv in een jaar, doch minder dan 6 mSv in een jaar;
- **categorie C-werknemer:**
Een radiologisch werker, die ten gevolge van handelingen in een bewaakte zone nimmer een effectieve dosis kan ontvangen van meer dan 1 mSv in een jaar.

De genoemde dosiswaarden gelden voor de som van de effectieve dosis tengevolge van uitwendige bestraling en de totale effectieve volgdoos als gevolg van een inwendige besmetting, toegerekend aan het jaar waarin de besmetting plaatsvindt.

Een bijzondere groep vormen blootgestelde leerlingen en studerende van 16 jaar tot 18 jaar die worden opgeleid voor een radiologisch beroep; zij worden op dezelfde wijze beschermd als categorie B-werknemers.

3. Speciale regels voor blootgestelde vrouwelijke werknemers

Een zwangere vrouw mag haar radiologische werkzaamheden blijven vervullen, mits de blootstelling van het ongeboren kind zo gering mogelijk is en piekbelastingen worden vermeden. De werkomstandigheden van zwangere blootgestelde werknemers dienen zodanig te zijn, dat de equivalente dosis ten gevolge van het werk voor het ongeboren kind zo laag als redelijkerwijs mogelijk is en dat het onwaarschijnlijk is dat deze dosis vanaf het moment van melding van de zwangerschap aan de leidinggevende en toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (tms) tot aan het einde van de zwangerschap 1 mSv zal overschrijden.

Zodra borstvoeding wordt gegeven mogen geen handelingen meer worden verricht met open radioactieve stoffen waarbij een meer dan gering risico bestaat op radioactieve besmetting van het lichaam. In het algemeen biedt plaatsing in categorie B-werkomstandigheden voldoende bescherming; ervan uitgaande dat de voorschriften met betrekking tot de stralingshygiëne door de betreffende werknemer stipt worden opgevolgd.

4. Dosislimieten voor radiologisch werkers en overige werknemers/aanwezigen.

Voor blootgestelde werknemers geldt dat zij ten gevolge van handelingen met ioniserende straling de volgende doses niet mogen overschrijden:

- a. Een effectieve dosis van 20 mSv in een kalenderjaar en met inachtneming daarvan:
- b. Een equivalente dosis van:
 - 20 mSv in een kalenderjaar voor de ooglenzen,
 - 500 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm², of
 - 500 mSv in een kalenderjaar voor handen, voeten en enkels.

In het geval van inwendige besmetting wordt de effectieve volg dosis toegewezen aan het jaar van inname.

Voor de niet blootgestelde radiologisch werkers (de niet officiële 'categorie C') en de overige werknemers/aanwezigen geldt, dat tengevolge van handelingen verricht binnen het LUMC en Universiteit Leiden, de volgende doses niet mogen worden overschreden:

- a. Een effectieve dosis van 1 mSv in een kalenderjaar en met inachtneming daarvan:
- b. 15 mSv in een kalenderjaar voor de huid, gemiddeld over enig blootgesteld huidoppervlak van 1 cm², of 50 mSv in een kalenderjaar voor handen, onderarmen, voeten en enkels.

In het geval van inwendige besmetting wordt de effectieve volg dosis toegewezen aan het jaar van inname.

5. Persoonsgebonden toezicht op radiologisch werkers

Alle radiologisch werkers zijn geregistreerd bij de sbe via de Mirion-website (www.dosimetrie.nl).

a. Medisch

De blootgestelde radiologisch werkers worden in de gelegenheid gesteld op verzoek een arbeidsgezondheidskundig onderzoek te ondergaan.

Voordat de werkzaamheden worden uitgevoerd krijgen A-werknemers een medisch onderzoek, vervolgens ondergaan zij periodieke keuringen. En ook bij het beëindigen van de werkzaamheden ondergaan zij een medisch onderzoek.

Naast het register, waarin de persoonsgegevens van alle blootgestelde werknemers worden vastgelegd, wordt van alle categorie A-werkers een medisch dossier bijgehouden. Hierin worden ook de uitslagen van de individuele dosimetrie genoteerd.

Categorie A-werkers mogen pas met hun radiologisch werk beginnen als zij van tevoren door een stralingsarts arbeidsgezondheidskundig zijn onderzocht en geschikt bevonden..

b. Fysisch

Aan alle blootgestelde werknemers in categorie A en categorie B worden als persoonlijk controlemiddel dosimeters ter beschikking gesteld. Deze dienen tijdens de radiologisch werkzaamheden op de juiste plaats gedragen te worden. Periodiek worden deze dosimeters door de dosimetriedienst uitgelezen en de uitslagen worden aan betrokkenen bekend gemaakt, en in een register opgeslagen.

6. Verplichtingen van radiologisch werkers

Voor alle radiologisch werkers gelden de volgende verplichtingen:

- Zij dienen aantoonbare deskundigheid te bezitten op het gebied van stralingshygiëne (zie bijlage). Het deskundigheidsniveau is afhankelijk van de aard van de handelingen en wordt vastgesteld door de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) van de sbe.
- Zij zijn verplicht de speciale voorschriften, verband houdende met de stralingsbescher-ming, naast de algemene richtlijnen op het gebied van de arbeidsomstandigheden stipt op te volgen ter bescherming van zichzelf en hun omgeving.
- Zij zijn verplicht deel te nemen aan voorlichting en onderricht op het gebied van de stralingshygiëne.

Voor blootgestelde werknemers gelden voorts de volgende verplichtingen:

- Zij dienen de leeftijd van 18 jaar bereikt te hebben, tenzij zij uit hoofde van hun opleiding handelingen moeten verrichten en daarbij een blootstelling ondergaan als categorie B-werker en 16 jaar of ouder zijn.
- Categorie A-medewerkers zijn verplicht zich te onderwerpen aan het medisch (vervolg-)onderzoek.
- Indien blootstelling kan plaatsvinden zijn zij verplicht de verstrekte en voorgeschreven hulp- en beveiligingsmiddelen toe te passen en de verstrekte persoonlijke dosimeters te dragen.

Bijlage 1

Aan het werken met ioniserende straling uitzendende toestellen en radioactieve stoffen worden wettelijk verplichte opleidingseisen gesteld. Voor de juiste opleiding kan contact worden opgenomen met de sbe of de tms. Aan werknemers van het LUMC en Universiteit Leiden worden de volgende minimale eisen gesteld voor:

Functie	Vereiste (mogelijke) opleiding/ stralingsdiploma's	relevante
Researchwerkzaamheden in radionuclidenlaboratoria of bereiding radiofarmaca	<ul style="list-style-type: none"> • (voorheen) Stralingsbeschermingscursus niveau 5B of; • TMS/VRS-D of; • Basiscursus stralingsbescherming of; • Veilig werken met open bronnen in laboratoria (onderdeel Biomedische Wetenschappen). 	
Handelingen door behandelend artsen met röntgentoestellen (voorbehouden handelingen)	Stralingshygiëne voor: <ul style="list-style-type: none"> • Radiologen; • Radiotherapeuten-oncologen; • Medisch specialisten (bijvoorbeeld cardiologie, longziekten, maag-, darm-, leverziekten, chirurgie, traumatologie, orthopedie, anesthesiologie, neurochirurgie, urologie). 	
Nucleair geneeskundige artsen	<ul style="list-style-type: none"> • (voorheen) Niveau 3 of niveau cd/ (opleiding tot coördinerend deskundige stralingsbescherming); • Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Nucleaire Radiologie. 	
Interventieradiologen	<ul style="list-style-type: none"> • Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Interventieradiologie. 	
Gebruik van lineaire versnellers Radiotherapie	<ul style="list-style-type: none"> • Opleiding MBRT; • TMS-versneller-D (alleen voor diagnostiek); • TMS-versnellers (voor technici). 	
Technische werkzaamheden aan versnellers		
Radiochemicus	niveau CD/ niveau 3.	
Tandheekundige op afdeling MKA: - Röntgentoestellen - CBCT	<ul style="list-style-type: none"> • Tandheekunde basis; • Tandheekunde basis + CBCT-opleiding. 	
Medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundige (mbb)	opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT);	

Medisch personeel zoals (OK-)assistenten of verpleegkundigen mogen alleen ioniserende straling toepassen onder toezicht van een bevoegd en bekwaam behandelend arts.

Aios mogen alleen handelingen met ioniserende straling verrichten onder de verantwoordelijkheid van een opleider.

Basisdocument

B1-4.1: Hoe te handelen bij incidenten en ongevallen met ioniserende straling (Versie 9) 11-7-2025

1. Inleiding

In dit noodplan wordt aangegeven hoe te handelen en wanneer en op welke wijze deskundige bijstand kan worden gevraagd en verleend bij stralingsongevallen/incidenten met radioactieve stoffen/bronnen en ioniserende straling uitzendende toestellen. Het doel van dit noodplan is om de gevolgen voor personen en het milieu zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

1.1 Definities

Incident. Een incident is een onverwachte, ongeplande en ongewenste gebeurtenis die kan leiden tot een ongeval. Een stralingsincident is een incident met (ioniserende) straling.

Voorbeelden van stralingsincidenten:

- Besmetting van werkplekken binnen of buiten het laboratorium
- Uitwendige besmetting van personen;
- Het zoekraken van radioactieve bronnen of (afval)stoffen;
- Besmetting van ruimten met radioactieve stoffen;
- Ongeplande emissies op het riool en in de lucht.

Stralingsongeval. Een stralingsongeval is een stralingsincident met menselijk letsel tot gevolg. Criteria: een stralingsdosis ineens van meer dan 10% van de jaarlímiet.

Voorbeelden stralingsongevallen:

- Ongeplande bestraling van personen met een röntgentoestel, versneller of ingekapselde bron.
- Uitwendige en inwendige besmetting van personen met een open bron.

Stralingscalamiteit. Een stralingsincident met gevolgen op grote schaal, met meerdere gewonden en/of doden en grote materiële schade.

Voorbeeld stralingscalamiteit:

- Als bij brand of explosie grote hoeveelheden radioactieve stoffen vrijkomen buiten de geclassificeerde ruimte.

1.2 Omvang

Deze procedure heeft betrekking op de interne stralingsbeschermingsorganisatie. Hieronder vallen alle toezichthoudende medewerker stralingsbescherming (tms) en de stralingsbeschermingseenheid (sbe), onderdeel van de afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM).

1.3 Verantwoordelijkheden

De TMS is verantwoordelijk voor de registratie en melding aan de sbe van een ongeval/incident of calamiteit, waarbij blootstelling aan of verspreiding van radioactieve stoffen of overbestraling heeft plaatsgevonden.

De algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) draagt zorg voor een bereikbaarheidsregeling van de stralingsdeskundigen van de sbe t.b.v. deskundige bijstand bij ongevallen.

De ACD is verantwoordelijk voor de rapportage en de evaluatie van stralingsongevallen en calamiteiten aan de vergunninghouder i.c. de Raad van Bestuur/College van Bestuur en het afdelingshoofd en tevens voor eventuele melding aan de overheidsinstanties.

1.3 Alarmering

Eerste lijns-alarmering

Ieder incident of ongeval moet zo spoedig mogelijk aan de stralingsbeschermingseenheid (SBE) worden gemeld.

Indien zich een (brand)alarmering of ongeval voordoet of dreigt voor te doen in een radionuclidenruimte wordt als eerste de verantwoordelijke TMS opgeroepen. Dit is de stralingsdeskundige van de betrokken

afdeling. Elke TMS wordt met naam en telefoonnummer vermeld op de toegangsdeuren van de geclassificeerde ruimtes waar deze verantwoordelijk voor is.

In het *Ruimte Informatie Systeem (RIS) - Ruimtebeheer VGM van INFRA Gegevensportal* staan de telefoonnummers en piepernummers van elke TMS en van hun vervangers, zowel de interne nummers tijdens kantoortijden als de privé-nummers voor buiten kantoortijden. Bij een aanvraag om deskundige bijstand via tel. 66666 (LUMC) of 4444 (Universiteit Leiden) wordt door de meldkamer van de beveiliging de oproep volgens de daarvoor geldende procedure uitgevoerd.

Tweede lijns-alarmering

Indien bij een (brand)alarmering, storing of ongeval in een geclassificeerde ruimte de TMS niet bereikbaar of beschikbaar is of dat deskundige bijstand vanuit de SBE gewenst is, wordt een van de stralingsdeskundigen van de sbe opgeroepen.

Bij grote calamiteiten (zoals brand) waarbij radionuclidenruimten betrokken zijn, wordt tevens de ACD opgeroepen.

De bereikbaarheid van de deskundigen van de SBE, zowel tijdens als buiten kantoortijden staat vermeld op de *alarmlijst deskundigen afdeling VGM* bij de bedrijfshulpverlening. Bij een aanvraag om deskundige ondersteuning via tel 66666 (LUMC) of 4444 (Universiteit Leiden) wordt door de meldkamer van de beveiliging de oproep volgens de daarvoor geldende procedure uitgevoerd.

In onderling overleg binnen de SBE wordt geregeld dat tijdens kantoortijden altijd een stralingsdeskundige van de afdeling aanwezig of bereikbaar is en dat buiten kantoortijden een van de stralingsdeskundigen van de afdeling telefonisch bereikbaar is.

2. Taken stralingsdeskundigen SBE van de afdeling VGM

De stralingsdeskundigen kunnen tijdens kantoortijden door een TMS of door de bedrijfshulpverlening (bhv) rechtstreeks benaderd worden via nummer 61991 of via het secretariaat van de afdeling VGM tel. 68015 (LUMC) of 8015 (Universiteit Leiden).

De deskundige bijstand door de stralingsdeskundigen van de SBE kan bestaan uit telefonische advisering of uit daadwerkelijke hulp en advisering ter plaatse, al naar gelang de aard van het ongeval/incident/alarmering en naar het oordeel van de stralingsdeskundige.

Indien medisch toezicht noodzakelijk is wordt de stralingsarts van de afdeling VGM door de SBE ingeschakeld.

De SBE houdt de alarmlijst van geclassificeerde ruimtes voor radionucliden en de bijbehorende TMS bij via het RIS. Deze alarmlijst en de alarmlijst deskundigen VGM worden ter beschikking gesteld aan de bhv.

Externe melding

De beslissing om een incident te melden aan de bevoegde instanties (anders dan achteraf via het jaarrapport) ligt bij de ACD of diens vervanger. Daarbij wordt in overweging genomen in hoeverre snelle melding schade kan beperken/voorkomen dan wel voor andere instellingen relevant kan zijn.

Bij vermissing van of een ongeval met radioactieve stoffen/bronnen wordt terstond de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) door de ACD gewaarschuwd.

Inschakelen stralingsarts

Het initiatief om, indien nodig, de stralingsarts in te schakelen ligt bij de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) en/of de betrokken bedrijfsarts.

3. Referentieniveaus

Bij het handelen bij stralingsincidenten en -ongevallen worden drie niveaus van handelen onderscheiden, zgn. "referentieniveaus". De keuze van het referentieniveau is afhankelijk van de geschatte of gemeten stralingsdosis en in hoeverre jaardosislimieten zijn overschreden.

- **Onderzoeksniveau**
Ieder stralingsongeval wordt nader onderzocht door de TMS al of niet samen met de SBE. In het kader van ALARA is het belangrijk dat ook bij stralingsincidenten wordt nagegaan hoe de overschrijding tot stand is gekomen en hoe dit in de toekomst kan worden voorkomen.
- **Actieniveau**
Als bij een stralingsongeval jaardosislimieten of equivalente orgaandosis zijn overschreden treedt het actieniveau in. Directe maatregelen zijn noodzakelijk om de schade zo gering mogelijk te houden. De SBE wordt ingeschakeld. Een geneeskundig onderzoek door de stralingsarts is dan geïndiceerd. Melding naar de ANVS is vereist.
- **Noodniveau**
Als jaardosislimieten of equivalente orgaandosis meer dan tienmaal zijn of kunnen worden overschreden zijn uitzonderlijke maatregelen noodzakelijk. De stralingsarts zal de getroffene naar een gespecialiseerde kliniek verwijzen. Belangrijk is dat de stralingsdeskundige zo spoedig mogelijk een dosisschatting geeft die later verfijnd kan worden. Melding naar de ANVS is vereist.

Melding naar de ANVS is verplicht bij het actieniveau en noodniveau. Dit zal door de ACD worden gedaan.

3. Hoe te handelen bij incidenten/ongevallen?

Algemene uitgangspunten:

- **Veiligheid**
Voer alleen repressieve maatregelen uit als de eigen veiligheid en die van anderen niet in het geding komt. Levensreddende handelingen gaan altijd voor op stralingshygiënische maatregelen.
- **Melden**
Voor acute hulp of persoonlijk letsel bel 66666. Meld het incident aan de TMS en indien nodig aan de SBE. De TMS onderneemt de nodige acties. De SBE kan, afhankelijk van de situatie, de stralingsarts inschakelen.
- **Metten is weten**
Met welk radionuclide hebben we te maken? Wat is de (vrijgekomen) hoeveelheid? Wat is de aard van het radionuclide? Gebruik een geschikte monitor om de besmetting te lokaliseren. Neem eventueel snuit-, speeksel-, of urinemonsters van het slachtoffer om de inwendige dosis te bepalen.

De volgende maatregelen kunnen worden toegepast om de uitwendige stralingsdosis en kruiscontaminatie zoveel mogelijk te beperken:

1. **Afstand**
Vergroot de afstand om het dosistempo te verlagen (kwadratenwet). Ontruim zo spoedig mogelijk de omgeving van de besmettingsbron. In de regel volstaat het ontruimen van het getroffen laboratorium. Voor incidenten met hoogactieve bronnen wordt een veilige afstand van ten minste 30 meter aanbevolen. Zet het getroffen gebied af met een lint bijvoorbeeld.
2. **Tijdsduur**
Beperk de tijdsduur om de opgelopen dosis zo laag mogelijk te houden. Isoleer de bron in een loden container of, indien mogelijk, decontamineer de besmette plek zo snel en zo goed mogelijk. Soms zijn speciale detergentia of materialen nodig. Houdt deze in voorraad. Oefen deze

procedure regelmatig om de tijdsduur van de handeling zo kort mogelijk te houden. Decontaminatie van het slachtoffer is mogelijk door wassen of douchen. Gebruik een zachte zeep die de huid niet beschadigt. Het afval wordt afgevoerd als radioactief afval volgens de bekende procedures.

3. Afscherming / bescherming

Dek de besmettingsbron af met een geschikte afscherming. Bijvoorbeeld een rvs-plaat op de vloer of, in sommige gevallen een speciaal daartoe ontworpen container voor de bron. Zorg dat deze materialen bij de hand zijn. Voorkom eigen blootstelling door het dragen van PBM's zoals beschermende kleding, handschoenen, slofjes en een P2-mond/neusmasker. Draag zo nodig een persoonlijke dosimeter (PDM) met directe uitlezing.

Nazorg:

De TMS maakt een verslag van het incident en van de genomen maatregelen met een indicatie van het risico. Evalueer het werkprotocol om herhaling te voorkomen. Stuur het incidentenonderzoek naar de SBE voor opname in het KEW-dossier.

4. Maatgevende scenario's

Binnen het LUMC worden radioactieve bronnen gebruikt voor de behandeling van patiënten, het stellen van diagnoses en voor wetenschappelijk onderzoek. Het LUMC valt hiermee, volgens de indeling in het Landelijk Crisisplan Straling (LCPS) onder categorie B3 Overige locaties.

De volgende scenario's kunnen als maatgevend beschouwd worden:

4.1 C-laboratoria (radionuclidenlaboratoria klasse C)

Locaties

LUMC

Gebouw 1: Albinusdreef 2, 2333 ZA Leiden

Gebouw 2: Eindhovenweg 20, 2333 ZC Leiden

Universiteit Leiden

Sylvius Laboratoria, Sylviusweg 72, 2333 BE Leiden

Gorlaeus Laboratoria, Einsteinweg 55, 2333 CC Leiden

Voor een volledige opsomming van alle ruimten wordt verwezen naar het jaarverslag.

Kenmerk

- Geringe werkvoorraad van radioactieve stoffen;
- Alles wat radioactieve stoffen bevat is herkenbaar aan de RA-sticker;
- Werkzaamheden in zuurkast en op tafel;
- Laag-actief vast afval in zwarte afvalvat met RA-sticker, (RALA-vat) laag-actief vloeibaar afval in plastic 10-liter jerrycan met RA-sticker of in SZA-vaten met RA-sticker;
- Luchthuishouding: gecompartmenteerd, ruimte op onderdruk.

Bescherming

- *Indien er geen brand is of open ampullen:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding nodig;
- *Bij brand of kans op dampvorming:*
 - **Wel** adembescherming / beschermende kleding;

Nazorg

- *Indien geen radioactief materiaal is vrijgekomen:*
 - **Geen**

- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.2 B-laboratoria

Locaties

LUMC

C0-80, C0-81 (gebouw 1)

C2-32j (apothekerslab, gebouw 1)

T6-028k/T6-028j (gebouw 2)

Kenmerk

- Alles wat radioactieve stoffen bevat is herkenbaar aan de ra-sticker;
- Werkzaamheden voornamelijk in zuurkast; geringe activiteit ook op tafel;
- Middel-actief afval in zwarte afvalvat met RA-sticker; middel-actief vloeibaar afval in plastic 10-liter jerrycan met RA-sticker;
- Luchthuishouding: gecompartmenteerd, ruimte op onderdruk;

Bescherming

- *Indien er geen brand is of open ampullen:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding nodig
- *Bij brand of kans op dampvorming:*
 - **Wel** adembescherming/beschermende kleding

Nazorg

- *Altijd:*
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Eventuele inwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.3 Opslagfaciliteit C0 van de SBE

Locatie

LUMC C0-complex bestaat uit:

- C0-80 kwaliteitslab
- C0-81 apothekersruimte (afdeling KFT)
- C0-82 kluisruimte
- C0-82 labyrint voor afvalbeheer
- C0-83 tankruimte/afvalbeheer
- C079g ontvangsruimte RA-stoffen

4.3.1 Centrale opslag C0

Kenmerk

- Grote voorraden/hoge radioactiviteit;
- Werkzaamheden (ca. 1 h/dag);
- Opslag in loodkluisen, koelkasten en vriezers;
- Alles wat radioactieve stoffen bevat is herkenbaar aan de ra-sticker;
- Luchthuishouding: gecompartmenteerd, ruimte op onderdruk;

Bescherming

- *Geen brand of beschadiging opslagkasten:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding;
- *Brand of beschadiging opslagkasten:*
 - **Wel** adembescherming/beschermende kleding;
 - Verblijftijd beperkt houden;

Nazorg

- *Altijd:*
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Eventuele inwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.3.3 Centrale opslag labyrint

Kenmerk

- Hoog-actief radioactief afval;
- Naaldenbekers met radioactief afval
- Alles wat radioactieve stoffen bevat is herkenbaar aan de ra-sticker;
- Luchthuishouding: gecompartmenteerd, ruimte op onderdruk

Bescherming

- *Geen brand of beschadiging containers:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding nodig
- *Brand of beschadiging containers:*
 - **Wel** adembescherming/beschermende kleding nodig
 - Verblijftijd (met name) in het labyrint beperkt houden;

Nazorg

- *Altijd:*
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Eventuele inwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.3.4 Opslag vast en vloeibaar radioactief afval

Kenmerk

- *In grote ruimte spoorzijde:*
 - Afvalvaten met lage specifieke activiteit;
 - Opslag in zwarte afvalvaten / blauwe SZA-vaten / 10-liter-jerrycans;
- *In grote tankruimte in opvangbakken:*
- 4 tanks á 15 m³ met vloeibaar middelhoge radioactiviteit (Jodium-131);

Bescherming

- *Geen brand of beschadiging containers:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding nodig

- *Brand of beschadiging containers:*
 - **Wel** adembescherming/beschermende kleding nodig
 - Verblijftijd beperkt houden;

Nazorg

- *Altijd:*
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Eventuele inwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.4 Centrale opslag radioactief afval Gorlaeus

Locatie

Gorlaeus Building (GM 4, GM 4.11 en GM.k. 1.21)

Kenmerk

- Afvalvaten met lage specifieke activiteit;
Vast afval in afvalvaten/vloeibaar in 10-liter-jerrycans;

Bescherming

- *Geen brand of beschadiging containers:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding nodig;
- *Brand of beschadiging containers:*
 - **Wel** adembescherming/beschermende kleding nodig;

Nazorg

- *Altijd:*
 - Uitwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Eventuele inwendige besmettingscontrole personen/hulpverleners;

4.5 Brachytherapiebunker

Locatie

LUMC K0-18 De HDR afterloader valt onder de HAS-bronnen. Voor de afterloader bestaat, naast het HASS beveligingsplan, ook een noodprocedure indien de bron niet wil terugkeren in de kluis van de HDR afterloader: [Brachy fysica noodproedure HDR afterloader \(RT\)](#).

Kenmerk

- *Patiënt aan afterloadingtoestel:*
 - Radioactieve bronnen gaan automatisch naar loden kluis bij openen van de deur;
 - Bij defect aan besturingssysteem: Bestralingsgevaar! (Let op rood/groene signaallamp);
 - Bij breuk van lijnen tussen patiënt en toestel: ook besmettingsgevaar!
- *Patiënt met "hand-lading":*
 - Bronnen zitten in de patiënt vast. Patiënt blijft dus stralingsbron;
 - Herkenbaar aan loden schermen om het bed;
- *Niet aangesloten toestel:*
 - Indien toestel niet zwaar beschadigd: geen straling/ besmettingsgevaar.

Bescherming

- Eén hulpverlener dient een zakdosimeter te dragen

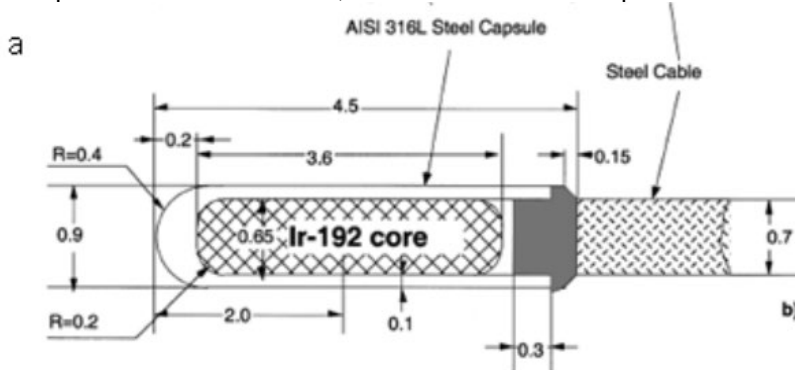
- *Groene signaallamp of toestel in opslagruimte intact:*
 - **Geen** adembescherming/beschermende kleding
 - Onbeperkte verblijftijd
- *Rode lamp of zwaar beschadigd toestel in opslagruimte:*
 - Houdt zoveel mogelijk afstand tot de patiënt
 - Beperk de verblijftijd. Niet langer dan tot de zakdosimeter alarm geeft

Dosistempo HDR

De 192-Ir-kern bestaat uit een pellet van 0.65 mm diameter en 3.6 mm lengte. De bron heeft bij binnenkomst op de afdeling een activiteit tussen de 10 en 12 Ci (370 - 444 GBq) en een broncertificaat wordt meegeleverd met elke nieuwe bron.

Dosistempo intact apparaat

De 192Ir bron bevindt zich in de HDR-afterloader in een inwendige, wolfram kluis. Deze kluis is ontworpen om niet meer dan 0,1 mSv/h door te laten op 1 meter voor een bronsterkte tot 444 GBq.



b



Dosistempo van de bron

Het dosistempo van de niet afgeschermd bron is bepaald met de bronconstante van 192-Ir. Hierbij wordt uitgegaan van een puntbron.

Bronconstante: 0,11 μ Sv/h per MBq/m².

Maximale activiteit bron (na wisseling): 444 GBq.

De maximale verblijftijden zijn gebaseerd op een maximale dosis van 20 mSv. In crisissituaties mag deze maximale dosis hoger zijn (tot 250 mSv) waardoor de verblijftijd langer wordt.

Afstand (m)	Dosistempo (mSv/h)	Maximale verblijftijd (min)	Opgelopen dosis (mSv)
0,1	4884		
1	49	0,41	20
10	0,49	41	20
12,5			20
25	0,08	256	20
35			20
100	0,0049	4095	20

Evacuatie patiënten

- Patiënten zijn in het algemeen **niet** mobiel;
- Afkoppelen van de apparatuur **uitsluitend** door/in overleg met de dienstdoend arts of klinisch fysicus;
- Verplaats in levensbedreigende situaties de patiënt **met** aangekoppelde apparatuur
- Indien de patiënt een "handlading" heeft, breng deze dan tijdelijk naar een plaats, zover mogelijk van andere personen, zoals de liftkern. Definitieve locatie wordt door de stralingsdeskundige van SBE bepaald.

Nazorg

- *Altijd:*
 - evaluatie uitslag persoonsdosimeter/zakdosimeter
- *Bij mogelijke verspreiding van radioactief materiaal:*
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater;
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal;
 - Uitwendige besmettingscontrole hulpverleners;

4.6. Verpleegkamers Nucleaire Geneeskunde

Locaties

LUMC C8-28, -31, -35, gebouw 1, hoofdzakelijk 131-I

LUMC C0, gebouw 1 hoofdzakelijk 18-F

Kenmerk

- Patiënten met veel radioactiviteit, verspreid door het gehele lichaam
- Met name alles in de verpleegkamers, maar ook de vloer in gangen en badkamer kan radioactief besmet zijn
- Verpleegkamers zijn afgeschermd met loden deuren en betonnen muren
- Luchthuishouding: onderdruk en gecompartmenteerd

Bescherming

- Eén hulpverlener dient een zakdosimeter te dragen
- *Altijd:*
 - **Wel** beschermende kleding
 - Geen mond-op-mond beademing
 - Niets met blote handen aanraken; ook niet de patiënt
 - Afstand houden tot patiënt
 - Beperk de verblijfstijd. Niet langer dan tot de zakdosimeter alarm geeft

Dosistempo van 131-I

Het dosistempo van de niet afgeschermd bron is bepaald met de bronconstante van 131-I. Hierbij wordt uitgegaan dat 131-I zich homogeen verdeeld over de patiënt en er sprake is van een puntbron.

Bronconstante: 0,11 mSv/h per MBq/m².

Maximale activiteit bron (o.b.v bestelde activiteit 2024): 7400 MBq.

De maximale verblijftijden zijn gebaseerd op een maximale dosis van 20 mSv. In crisissituaties mag deze maximale dosis hoger zijn (tot 250 mSv) waardoor de verblijftijd langer wordt.

Afstand (m)	Dosistempo (mSv/h)	Maximale verblijftijd (uur)	Opgelopen dosis (mSv)
0,1	0,06	353	20
1	0,0006	35343	20

10			20
25			20
100			20

Dosistempo van 18-F

Het dosistempo van de niet afgeschermd bron is bepaald met de bronconstante van 18-F. Hierbij wordt uitgegaan dat 18-F zich homogeen verdeelt over de patiënt en er sprake is van een puntbron.

Bronconstante: 0,19 mSv/h per MBq/m².

Maximale activiteit bron (o.b.v bestelde activiteit 2024): 1803 MBq.

De maximale verblijftijden zijn gebaseerd op een maximale dosis van 20 mSv. In crisissituaties mag deze maximale dosis hoger zijn (tot 250 mSv) waardoor de verblijftijd langer wordt.

Afstand (m)	Dosistempo (mSv/h)	Maximale verblijftijd (min)	Opgelopen dosis (mSv)
0,1	33.878	n.v.t.	n.v.t.
1	339	3,54	20
10	3	6 uur	20
25	1	36 uur	20
100	0,034	590 uur	20

Evacuatie patiënten

- Patiënten zijn in het algemeen mobiel
- Indien mogelijk doen de patiënten bij de uit-sluis schone slofjes aan
- Breng de patiënt(en) tijdelijk naar een plaats, zover mogelijk van andere personen, zoals de liftkern
- Definitieve locatie wordt door de stralingsdeskundige van SBE bepaald

Nazorg

- Altijd:
 - Voorkomen verspreiding door schoeisel/kleding of bluswater
 - Verzamelen mogelijk besmet materiaal
 - Evaluatie uitslag persoonsdosimeter/zakdosimeter
 - Uitwendige besmettingscontrole hulpverleners
 - Inwendige besmettingscontrole hulpverleners
- *Indien patiënten zijn geëvacueerd:*
 - Besmettingscontrole tijdelijke verblijfplaats van de patiënten

4.7 Bloedbestraler Immunohematologie en Bloedtransfusiedienst

Locaties

LUMC L2-75B, gebouw 1. De bloedbestraler valt onder de HASS bronnen

Kenmerk

- Toestel bevat een zeer grote hoeveelheid radioactiviteit;
- Bron is zodanig ingepakt dat kans op besmetting is uitgesloten;
- Kans op uitwendige bestraling alleen na zeer zware beschadiging van het toestel (rood/groene signaallamp);

Bescherming

- *Signaallamp groen:*
 - **Geen** beschermingsmaatregelen;
- *Signaallamp rood:*
 - Draag zakdosimeter;

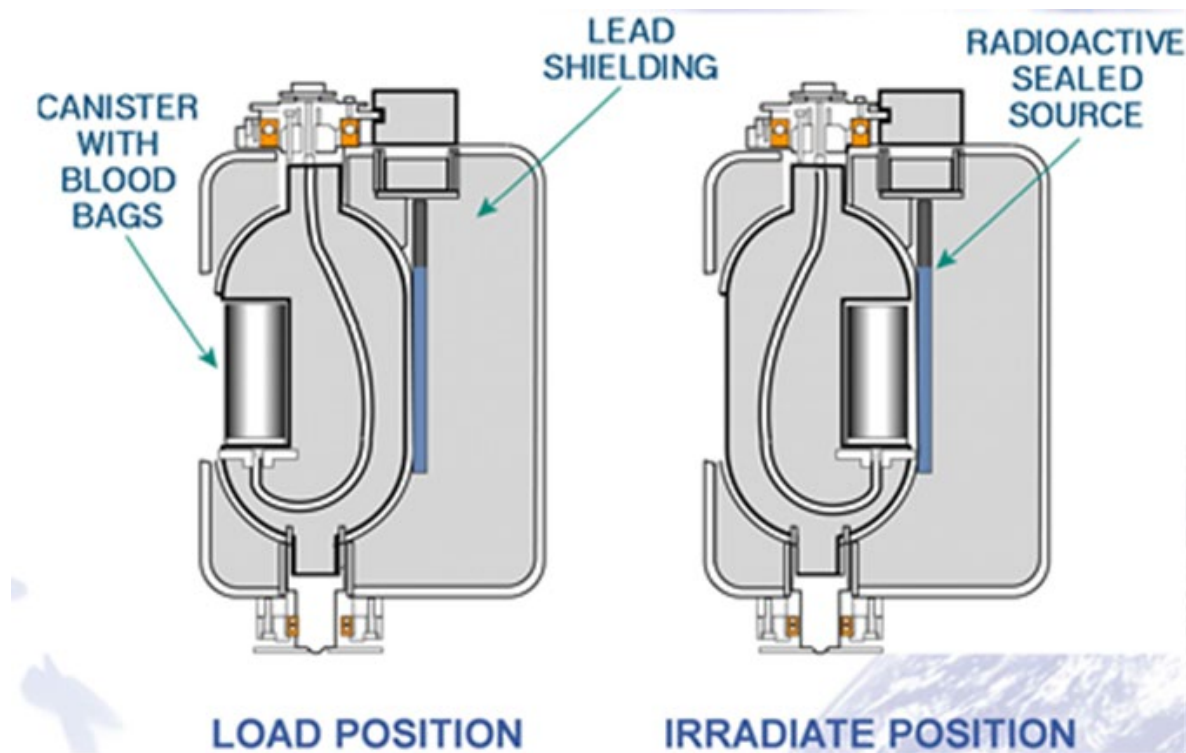
- **Zeer grote afstand** houden tot bron;
- Beperk de verblijfstijd. Niet langer dan tot de zakdosimeter alarm geeft;
- Personen **direct** evacueren uit de omgeving van het toestel;

Dosistempo bloedbestraler

Het bloedbestralingsapparaat van KCL in het LUMC is een Gammacell GC1000 Elite van MDS Nordion. De Gammacel is een intern afgeschermd gammabestraler met een ingekapselde radioactieve bron van cesium-137. Hij is ontworpen om in een conventioneel laboratorium veilig bloedproducten te kunnen bestralen. De activiteit bij aanschaf was 55,6 TBq (1502 Ci) op 01-01-2005. Dit geeft een dosistempo van 4,28 Gy/uur op 1 m. De RVS-bronhouder bevat 1 bron, type SN A1682, in de vorm van een dubbelwandige staafvormige RVS-capsule. De radioactieve inhoud hiervan is in de vorm van cesium-137 chloride poeder (769 gr).

Dosistempo intact apparaat

De radioactieve bron bevindt zich in een door lood afgeschermd compartiment in het apparaat. De te bestralen bloedproducten worden in een roterende monsterkamer geplaatst en deze kamer wordt voor de bestralingsbron gedraaid. De radioactieve bron dus blijft altijd op zijn vaste positie en door de loodafscherming om de bron is het dosistempo op 5 cm buiten de het oppervlakte van het apparaat minder dan 10 $\mu\text{Sv/uur}$.



Dosistempo van de bron

Het dosistempo van de niet afgeschermd bron is bepaald met de bronconstante van ^{137}Cs . Hierbij wordt uitgegaan van een puntbron.

Bronconstante: $0,078 \mu\text{Sv/h}$ per MBq/m^2 .

Huidige activiteit bron (16-6-2025): 34,65 TBq.

De maximale verblijftijden zijn gebaseerd op een maximale dosis van 20 mSv. In crisissituaties mag deze maximale dosis hoger zijn (tot 250 mSv) waardoor de verblijftijd langer wordt.

Afstand (m)	Dosistempo (mSv/h)	Verblijftijd (min)	Opgelopen dosis (mSv)
0,1	270.270		
1	2.703	0,44 sec	20
10	27	44	20
12,5	17	69	20
25	4	277	20
35	2	543	20
100	0,27	4440	20

Nazorg

- *Toestel niet beschadigd:*
 - Geen;
- *Toestel zwaar beschadigd/bestralingsgevaar:*
 - Omgeving afzetten;
 - **Wachten op bijstand door stralingsdeskundige SBE;**
 - evaluatie uitslag persoonsdosimeter/zakdosimeter;

5. Contactgegevens ANVS

- Spoed 088 489 05 00
- ANVS-loket (website): [Melden van een incident | Voor professionals | Autoriteit NVS](#)
- URL: <https://www.autoriteitnvs.nl/voor-professionals/melden-van-incident>

6 HAS-bronnen

Voor de High Activity Sealed Sources (HAS-)bronnen zijn aparte beveiligingsplannen opgesteld. Deze zijn in beheer en ter inzage bij VGM.

- *2024 Beveiligingsplan HDR afterloader*
Voor de afterloader bestaat, naast het beveiligingsplan, ook een noodprocedure indien de bron niet wil terugkeren in de kluis van de HDR afterloader: [Brachy fysica noodprocedure HDR afterloader \(RT\)](#).
- *2024 Beveiligingsplan bloedbestralingsapparaat.*

7. Regelgeving

- NVS-publicatie 10: Opvang van ongevallen en incidenten bij het werken met ioniserende straling (1989).
- Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs): <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2024-09-27/0>
 - artikel 6.1 Bbs Meldplicht
 - artikel 4.4 Bbs Algemene verplichtingen
 - artikel 6.9 Bbs Individuele monitoring
 - artikel 7.14 Bbs overmatige blootstelling
 - artikel 7.21 Bbs gezondheidskundig toezicht en stralingsarts

ONBEHEERDE AFDRUK

B2-0.0: Basisdocument: Aanschaf, opslag en intern transport van radioactieve stoffen/bronnen

Versie	9
Publicatiedatum	woensdag 8 december 2021, 10:41:31
Datum laatste goedkeuring	vrijdag 13 juni 2025, 09:52:35
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

LUMC

Het aanschaffen van alle radioactieve stoffen, zowel open als gesloten bronnen, die bestemd zijn voor gebruik binnen het LUMC, worden uitsluitend gedaan uit de catalogus RA-stoffen van het elektronisch bestelsysteem FLITS. De bestelaanvraag wordt gedaan door de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS) of door geautoriseerde medewerkers gevolgd door flattering van de TMS. De medewerkers van afdeling inkoop voeren de bestelling uit.

De radioactieve stoffen en de leveranciers van de radionucliden worden genoemd in de catalogus voor radioactieve stoffen in het bestelsysteem FLITS. Nieuwe stoffen kunnen alleen in deze catalogus worden opgenomen op aanvraag van de TMS en na goedkeuring door de Stralingsbeschermingseenheid (SBE).

Door deze bestel-autorisatie en de RA-catalogus wordt voorkomen dat onbevoegden willekeurige radioactieve bronnen of stoffen kunnen bestellen.

Universiteit Leiden

Centrale inkoop van radionucliden m.b.v. het SAP/SRM-systeem waardoor er controle vooraf plaatsvindt. De bestelling wordt na akkoord door de lokale stralingsdeskundige (niveau 3) en afdelingshoofd door de financiële afdeling van de beheerseenheid besteld. De coördinerend stralingsdeskundige (AMD/ W&N) wordt automatisch elektronisch geïnformeerd. Hierdoor is toezicht mogelijk door de coördinerend stralingsdeskundige en indien nodig wordt de bestelling afgelast of aangepast.

LUMC

De diagnostische kisten (125I) en de radionucliden voor de researchlaboratoria (3H, 14C, 32P, 51Cr en 125I) komen binnen via de Centrale Goederenontvangst op K0 en gaan dezelfde dag nog in de transportverpakking door naar het betreffende radionuclidenlaboratorium. Daar worden de pakketjes overgedragen aan de plaatselijke stralingsdeskundige of diens gemachtigde waarbij voor ontvangst moet worden getekend. De pakketjes worden in het radionuclidelaboratorium opgeborgen.

De bestelde Ruthenium-schildjes voor de brachytherapie worden op dezelfde wijze door de Centrale Goederenontvangst ontvangen en naar de opslagruimte van de Bestralingsafdeling op K1 gebracht.

De radioactieve nachtzingen voor de Nucleaire Geneeskunde, voor zowel diagnostiek als therapie, worden afgeleverd bij de ontvangstruimte van de Stralingsbeschermingseenheid (SBE) op C0-79g. De beveiligingsmedewerker nemen de pakketjes in ontvangst aan de buitendeur en laten de pakketten in de brandveilige opslagkast zetten. Dit betreft de Rb/Kr en Mo/Tc-generatoren van Mallinckrodt, de 131I capsules en ampullen, de 123I-capsules en ampullen, de 111In-ampullen, het 223Ra, 90Y en ook de 192Ir-HDR-bron van Nucletron.

PET tracers, toedienspuiten worden in speciale afgeschermd koffers voor de Nucleaire geneeskunde rechtstreeks door de transportdienst van de firma G.E. Healthcare naar het FDG hok gebracht op de C0. Van daaruit worden zij verder getransporteerd (zie iProva protocol [Transport radioactiviteit - RADI NG](#)) Kalibratiebronnen (van IDB) gaan rechtstreeks naar de afdeling op C2 en worden daar door een medewerker van de afdeling in ontvangst genomen..

De overige radioactieve stoffen en bronnen worden ontvangen door goederenontvangst en dan direct naar de ontvangstruimte van de SBE gebracht op locatie C0-79. Dit geldt voor o.a. de 125I-zaadjes voor de brachytherapie. Deze worden daar in de brandveilige opslagkast geplaatst.

De stockoplossingen van langlevende radionucliden, zoals 3H en 14C worden nadat het experiment is afgerond, overgebracht van het research C-laboratorium naar de centrale opslag van de SBE op C0-82. Dit gebeurt in een afgeschermd transportcontainer. De opslag vindt plaats in koelkast of vrieskast in verband met de stabiliteit van de stoffen. Hiermee wordt voorkomen dat radioactieve stoffen langdurig in de C-laboratoria op de afdeling staan opgeslagen.

Bronnen (γ -stralers) worden bij de SBE opgeslagen in loodkluizen.

Universiteit Leiden

De bestelling van de radioactieve stoffen worden ontvangen door Goederenontvangst (Gorlaeus Laboratoria of Sylvius Laboratoria) en wordt opgehaald door de TMS. De radioactieve stoffen wordt opgeslagen in het radionuclidenlaboratorium en de activiteit betreft niet meer dan de maximaal werkvoorraad.

2. Administratie

LUMC

Uitsluitend radioactieve stoffen/bronnen welke volgens de verstrekte Interne Toestemming in een bepaalde werkruimte zijn toegelaten en die voorkomen in de FLITS-catalogus Radioactieve stoffen van Inkoop, mogen worden besteld door, en worden afgeleverd aan de TMS of diens gemachtigde. Bij vermissing van radioactieve stoffen/bronnen dient men onmiddellijk de SBE te waarschuwen.

De centrale registratie van alle radioactieve stoffen/bronnen wordt uitgevoerd door de SBE. In het bestelsysteem FLITS staan alle bestelde en ontvangen radioactieve stoffen met alle gegevens over het radionuclide en de bestellende afdeling.

Vanuit het bestelsysteem FLITS wordt dagelijks door de SBE een overzicht gemaakt welke radioactieve bestellingen er die dag zullen worden afgeleverd.

Van alle pakketten die bij de SBE worden ontvangen, wordt de ontvangst ingeboekt in FLITS door de SBE, waarbij relevante gegevens van het nuclide worden vermeld, zoals lotnummer en de calibratiedatum en de daarbij behorende activiteit. Hiermee kan de activiteit op de ontvangstdatum worden vastgesteld. Er wordt door de SBE in een Excelbestand een apart overzicht bijgehouden per nuclide van de binnengekomen activiteit op de ontvangstdatum.

De bestellingen die bij Goederenontvangst binnenkomen worden door goederenontvangst ook ingeboekt in FLITS als ontvangen. De TMS'en van de researchlaboratoria ontvangen bij iedere zending vanuit de goederenontvangst ook een gebruikersformulier, waarop de aanwezigheid en elk verbruik van het radionuclide kan worden geregistreerd. Dit gebruikersformulier bevat net als de centrale administratie in FLITS de relevante gegevens van het radioactieve materiaal als activiteit, bestel- en aankomstdatum, naam van de TMS en de afdeling en het gebruik c.q. de deponering als afval.

De TMS of diens gemachtigde stuurt de SBE zo spoedig mogelijk de broncertificaatgegevens van de ontvangen bronnen of de lotnummers en calibratiedatum en activiteit van de ontvangen radionucliden.

Zolang de radioactieve stof op het radionuclidenlaboratorium wordt gebruikt, bewaart de TMS het gebruikersformulier met de registratie van het verbruik van de activiteit.

Wanneer het restant van de activiteit naar de SBE wordt teruggestuurd ter decay wordt ook dit gebruikersformulier meegestuurd. De SBE bewaart de formulieren tot de radioactieve stof is vervallen of is afgevoerd.

Universiteit Leiden

Door de AMD wordt een centrale administratie bijgehouden van de radioactieve stoffen die binnen W&N worden besteld. De TMS houdt per radionuclidenlaboratorium een administratie bij van de actuele activiteiten middels een standaard afschrijffijst (gebruikersformulier). Wanneer het restant van de activiteit naar de AMD wordt gestuurd voor decay in het afvaldepot wordt ook dit gebruikersformulier meegestuurd. De AMD bewaart de formulieren tot de radioactieve stof is vervallen of is afgevoerd.

3. Overdracht

LUMC en Universiteit Leiden

Alle eventueel buiten de (in FLITS of SAP/SRM) bestelde radioactieve stoffen (dus buiten de regels om), hetzij door de TMS'en, hetzij door de gebruikers, dienen direct gemeld te worden aan de SBE onder vermelding van de relevante gegevens teneinde aan de wettelijke voorschriften te kunnen voldoen. Denk daarbij aan gratis (proef)zendingen, telefonische spoedbestellingen, meegenomen radioactieve labels van andere onderzoeksinstellingen, ijkbronnen die meegeleverd zijn met apparatuur. Er worden door de afdeling zelf maatregelen genomen om herhaling van deze uitzonderlijke ontvangsten te voorkomen.

Overdracht aan andere vergunninghouders verdient vooraf de toestemming van de SBE onder opgave van specificaties van het materiaal, de plaatselijke stralingsdeskundige en het vergunningsnummer van de betreffende vergunning. Hierbij dient een transportformulier opgesteld te worden in overleg met de SBE.

LUMC

De oude gebruikte Tc- en Kr-generatoren worden door de afdeling Nucleaire Geneeskunde ingepakt voor terugzending. Daarna blijven zij in het labirint op C0-82g bij de SBE uitstralen tot zij kunnen worden verzonden. De SBE zet de dozen met een verzendformulier in de gele brandveiligheidskast op C0-79g. De transporteur van leverancier neemt de dozen mee als hij 's nachts nieuwe radioactieve zendingen komt afleveren.

Ook de overdracht binnen het LUMC, aan TMS'en onderling, heeft vooraf de toestemming van de SBE nodig. Het type radionuclide en de maximale activiteit die aan de TMS wordt afgegeven, is afhankelijk van de classificatie van de werkruimte, de eigenschappen van het radionuclide en de gebruiksfrequentie, zoals vastgelegd in de betreffende Interne Toestemming.

4. Opslag

LUMC en Universiteit Leiden

Radioactieve stoffen/bronnen, die doorlopend voor onderzoek nodig zijn in de radionuclidenlaboratoria, moeten na ieder gebruik worden opgeslagen in een uitsluitend voor dit doel bestemde bergplaats. De genoemde bergplaats of constructie (waaronder een radionuclidenlaboratorium) moet voldoen aan de volgende eisen:

- een brandwerendheid van tenminste 1 uur;
- moet kunnen worden afgesloten met slot en sleutel als de radioactieve stof zich daarin bevindt. Een vaste bergplaats moet bekend zijn bij de plaatselijke brandweer;
- het stralingsniveau buiten de bergplaats is lager dan 10 μSv per uur op 10 cm van het oppervlak;
- voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift, luidende: "Radioactieve stoffen" en van het waarschuwingssteken voor radioactiviteit.

Het beheer van de sleutel van de bergplaats berust bij de TMS. De SBE of AMD bezit een kopie van de sleutel. Het gebruikersformulier van de radioactieve stof vermeldt steeds de aanwezige voorraad. Alle radioactieve stoffen/bronnen die niet langer (zullen) worden gebruikt, worden direct opgeborgen in de kluisruimte van de SBE of worden via deze afgevoerd.

LUMC

Tot de kluisruimte in C0-82 hebben alleen de leden van de SBE toegang. Hier worden de bronnen bewaard die niet permanent in gebruik zijn bij de gebruikers. Ook de radionucliden en bronnen die voor decay zijn aangeboden, worden hier in afgesloten loodkluizen bewaard. In het labirint staan de gebruikte generatoren uit te stralen tot zij kunnen worden geretourneerd naar de leverancier. De hoogactieve naaldenbekers ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{90}Y , ^{223}Ra) van de bereidingsruimte of de toedienkamers, worden in het labirint uitgestraald tot zij als specifiek ziekenhuisafval kunnen worden afgevoerd.

5. Intern transport

LUMC en Universiteit Leiden

Bij de ontvangst van radioactieve pakketjes bij Goederenontvangst worden deze pakketjes apart gehouden van de niet-radioactieve zendingen. De pakketjes blijven in de originele ADR-vervoersverpakking. De pakketjes worden in een afgesloten bergplaats bewaard tot zij dezelfde dag nog naar de afdeling worden gebracht. Alle transporten naar de gebruikers gaan vergezeld van het gebruikersformulier.

LUMC

De interne transporten vanuit goederenontvangst of vanuit de SBE op C0-79 vinden plaats langs de kortste route. Ten behoeve van het verticale transport van radioactieve stoffen/bronnen is in zone C een RA-goederenlift aanwezig, die stopplaatsen heeft op de volgende verdiepingen: begane grond (C0), 1, 4, 6 en 8. Alleen C0 en C8 zijn nog in gebruik.

De spuiten voor de nucleaire geneeskunde die op C0 worden bereid, worden vervoerd met loodafscherming en in stabiele vervoercontainers op een karretje.

Aandacht dient steeds besteed te worden aan de verpakking en afscherming van het materiaal bij transport van radionuclidenruimten onderling. Voldoende absorberend materiaal moet toegevoegd zijn, als de radioactieve stof bestaat uit een aanmerkelijke hoeveelheid vloeistof. Het dosistempo op 10 cm van het oppervlak van de transportcontainer mag niet meer bedragen dan 10 $\mu\text{Sv/h}$.

Voor het interne transport van de HDR-bron is een speciaal protocol beschikbaar.

6. Opmerkingen

De SBE of AMD verstrekt de vereiste opslagvoorzieningen (kluisjes), waarschuwingsmateriaal (RA-etiketten), verpakkingsmateriaal (transportblikken) en loodcontainers.

De SBE kan nadere voorschriften geven.

7. Kruisverwijzing

- FLITS RA-aanvragers autorisators Radioactief + kostenplaats.
- FLITS RA-artikel aanvraagformulier (26-11-2014)

- Radioactief bestelaanvraag-procedure_V0 1
- Administratieve verwerking ontvangst HDR-bron
- Administratieve bewerking en verwerking van radioactieve stoffen, versie 26.03.2012
- Procedure Logistiek voor het in ontvangstnemen van radioactieve pakketten en voor het transporteren van radioactieve pakketten naar de bestemde afdeling.
- Veiligheidsreglement (Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen).
- Basisdocumenten B7-00, B-30 en B-60



Basisdocument B3-00

Aanschaf en gebruik van röntgentoestellen ten behoeve van diagnostiek en therapie

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanschaf	3
1.2	Gebruik	3
2	Ruimten	3
3	Werknemers.....	4
4	Werkzaamheden	4
5	Mobiele apparatuur.....	5
6	Therapietoestellen.....	6
7	Ongeval/incident.....	6
8	Opmerkingen	6

1. Inleiding

De aanschaf en het zich ontdoen van röntgentoestellen is uitsluitend voorbehouden aan afdeling Radiologie van het LUMC die hiervoor een interne toestemming heeft ontvangen van de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD; afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM)) van LUMC en Universiteit Leiden).

Het gebruik van de röntgentoestellen is niet toegestaan zonder een schriftelijke interne toestemming, afgegeven door de ACD.

1.1 Aanschaf

De aanschaf van röntgentoestellen voor medische toepassingen is voorbehouden aan afdeling Radiologie die daarvoor een interne toestemming heeft. De getroffen dan wel te treffen noodzakelijke beschermende maatregelen en voorzieningen voor medewerkers, patiënten en omgeving, dienen vóór gebruik schriftelijk te worden overlegd aan de ACD. Daartoe dient de aanvraag al vóór de aanschaf van een röntgentoestel de volgende gegevens te bevatten:

- Beschrijving van het toestel: fabricaat, handelsmerk, type en codenummer,
- Het hoogspanningsbereik van het toestel,
- Doel van het gebruik van het toestel,
- Aantal en type van de röntgenbuizen,
- De ruimte waarin het toestel wordt geplaatst,
- Te treffen veiligheidsmaatregelen.

De te nemen veiligheidsmaatregelen dienen betrekking te hebben op de directe bundel, op de door de patiënt verstrooide straling en op de lekstraling.

Als er een verzoek voor aanschaf van een röntgentoestel bij afdeling Inkoop ligt, wordt VGM hiervan op de hoogte gesteld waarna de ACD, na overleg met Radiologie, een akkoord geeft voor de aanschaf.

1.2 Gebruik

Het gebruik van een röntgentoestel voor medische toepassingen geschiedt onder het stralingshygiënisch toezicht van een toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS). Voordat een röntgentoestel in gebruik wordt genomen, wordt door afdeling Radiologie een kwaliteitsborgingsprogramma (waaronder een acceptatietest) vastgesteld. Het röntgentoestel wordt daarna gecontroleerd door afdeling Medische Technologie of aan de elektrische en mechanische veiligheidseisen wordt voldaan (mede afhankelijk van de toepassing).

De ACD geeft op basis van de volgende items een interne toestemming af waarna het apparaat in gebruik kan worden genomen:

- De beoordeling van de Commissie Toepassing Medische Technologie;
- De risicoanalyse;
- De aanwezige veiligheidsmaatregelen;
- De aanwezigheid van een TMS;
- Opleiding/ instructies van de gebruikers;
- Een kwaliteitsborgingsprogramma (waaronder een acceptatietest).

De medische blootstelling van patiënten geschiedt conform schriftelijke protocollen die zijn opgesteld door de verantwoordelijk medicus in samenspraak met een klinisch fysicus (Radiologie).

2. De ruimten

De ruimten voor het gebruik van röntgentoestellen voor medische doeleinden, moeten voldoen aan bepaalde bouwkundige eisen. Wijzigingen aan bouw en inrichting van deze röntgenkamer dienen vooraf door de SBE te worden beoordeeld in overleg met afdeling Radiologie.

De eisen hangen onder andere af van de medische toepassingen. Men onderscheidt diagnostiek of therapie, waarbij voor diagnostiek men mobiele of vaste röntgentoestellen onderscheid. Voor het gebruik van mobiele röntgentoestellen (zoals op de OK) wordt 1 mm loodequivalent voor afscherming in de muren en deuren geëist, voor vaste opstellingen 2 mm loodequivalent. Bij nieuw- of verbouw wordt voor zowel voor mobiele als vaste röntgenopstellingen 2 mm Pb-equivalent gebruikt. Voor de nieuwe generatie CT-apparatuur wordt in nieuwe ruimten 3 mm loodequivalent gebruikt.

Voor therapeutische doeleinden wordt door afdeling Radiotherapie lineaire versnellers gebruikt ten behoeve van bestralingen. Deze bevinden zich in daarvoor geconstrueerde bunkers.

Voorts worden de volgende algemene eisen gesteld aan de röntgenruimte (diagnostiek en interventie):

- De toegang tot de ruimte is verboden voor onbevoegden;
- Buiten de ruimte moet de dosis voor derden beperkt blijven tot 20 $\mu\text{Sv}/\text{week}$; het uitgangspunt is een stralingsbelasting van maximaal 0,3 mSv op jaarbasis (dosisbeperking).
- Binnen de ruimte is een beschermingswand aanwezig i.v.m. het optreden van lek- en strooistraling waarachter de bediening van het röntgentoestel kan plaatsvinden. De niet direct bij het uitvoeren van het onderzoek betrokken werknemers (zoals omlooppersoneel) kunnen tijdens het in werking zijn van het röntgentoestel achter deze (of een extra) wand plaatsnemen. Achter deze wand mag het dosistempo niet meer bedragen dan 1 $\mu\text{Sv}/\text{uur}$;
- De ruimte heeft op de toegangsdeur(en) een ruimtesignaleringsbord dat is afgestemd op deze ruimte;
- Er bevindt zich een signaleringslamp boven de toegangsdeur(en) dat aangeeft wanneer het röntgentoestel in gebruik is;
- In de ruimte is extra afschermingsmateriaal aanwezig om de dosis voor het personeel zo laag mogelijk te houden;

Mobiele apparatuur wordt meestal gebruikt in ruimten, die niet als röntgenkamer zijn ontworpen. Het gebruik dient dan ook tot het uiterst noodzakelijke te worden beperkt.

De TMS kan indien nodig omgevingsmetingen uitvoeren als het de röntgenkamer en/ of toestel voor de eerste keer in gebruik wordt genomen.

3. Werknemers

Iedere röntgenkamer met röntgentoestellen valt onder het toezicht van een TMS. Diens naam staat vermeld op het ruimtesignaleringsbordje.

Op basis van de risicoanalyse worden medewerkers die werkzaamheden verrichten in een röntgenkamer of die een röntgentoestel bedienen, ingedeeld in categorie A, B of als niet blootgestelde (zogenoemd categorie C). Bij indeling in A of B wordt een persoonlijke dosimeter gedragen en is men geregistreerd in het dosimetriesysteem van Mirion.

Bij het gebruik van een loodschort wordt een persoonlijke dosimeter buiten het schort gedragen, hoog op de romp.

Aan het gebruik van de röntgentoestellen worden de volgende eisen gesteld:

- Werknemers die het toestel bedienen of laten bedienen moeten deskundig zijn en geïnstrueerd (conform de Regeling deskundigheids-eisen radiologische verrichtingen) met betrekking tot:

- De werking van het toestel;
- De risico's van de röntgenstraling;
- De stralingshygiëne;
- Een medisch specialist (anders dan een radiotherapeut-oncoloog of een radioloog) hanteert de uitgangspunten zoals beschreven in de bijlage;
- De bediening van het toestel wordt uitgevoerd volgens een schriftelijke bedieningsinstructie;
- Wordt de doorlichting uitgevoerd of ondersteund door een Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundige (MBB), een verpleegkundige of een OK-assistent, dan is gedurende de procedure de aanwezige bevoegde medisch specialist (de opdrachtgever conform de Wet BIG) verantwoordelijk voor (optimalisatie van) zowel de dosis die de patiënt ontvangt als die van de in de onderzoeks- of behandelruimte aanwezige medewerkers (zie bijlage);
- Eenvoudige doorlichtingen aan extremiteiten kunnen worden verricht door geïnstrueerde medewerkers onder toezicht van de bevoegde medisch specialist;
- Complexere doorlichtingen worden uitgevoerd door een MBB;
- Complexere doorlichtingen met meerdere disciplines (EVAR's) worden uitgevoerd door een team vaatchirurgie en team interventieradiologie;
- De TMS treft maatregelen om te voorkomen, dat onbevoegden het röntgentoestel in werking kunnen stellen.
- De TMS dient erop toe te zien, dat de hulp- en beveiligingsmiddelen in goede staat verkeren en worden aangewend.

Instructies voor bediening

Over de instructie voor de bediening van röntgentoestellen worden vooraf afspraken gemaakt met afdeling Radiologie. Met betrekking tot de bediening van een toestel wordt een bedieningscursus (knopencursus) gevolgd. Deze cursus kan worden gegeven door de leverancier of door afdeling Radiologie.

4. Werkzaamheden

Veilig gebruik van röntgentoestellen

Voor het veilig gebruik van röntgentoestellen (vaste opstellingen) worden de volgende regels gehanteerd:

- De apparatuur is beveiligd tegen gebruik door onbevoegden.
- Tijdens röntgenwerkzaamheden worden, als de afscherming onvoldoende is, beschermende materialen zoals loodschorten, loodhandschoenen en eventueel bril/masker gedragen.
- Bediening van het toestel geschiedt, voor zover mogelijk, vanachter een beschermingswand in verband met het optreden van lek- en strooistraling. De niet direct bij het uitvoeren van het onderzoek betrokken werknemer bevindt zich tijdens het in werking zijn van het toestel eveneens achter deze wand. Achter deze wand mag het dosistempo niet meer bedragen dan 1 $\mu\text{Sv}/\text{uur}$.
- Als een röntgentoestel in bedrijf is, kan dit buiten de kamer boven de toegangsdeur worden gesignaleerd. In een ruimte waar een toestel in werking is, mogen geen andere werkzaamheden worden verricht dan die met het röntgenonderzoek verband houden.
- Gelijkijdig gebruik van meerdere toestellen in dezelfde ruimte zo veel mogelijk worden vermeden.
- Periodiek worden de röntgentoestellen onderworpen aan een kwaliteits-borgingsprogramma, al dan niet op verzoek van de TMS, of als een toestel defect raakt en de stralingsveiligheid in het geding komt.
- Werknemers vermijden ieder contact met de directe bundel, ook met de handen.

Beperking te ontvangen stralingsdosis

Beperking van de te ontvangen stralingsdosis voor werknemers en voor de patiënt dient te worden nastreefd en kan onder meer worden gerealiseerd door:

- Het stralingsveld te beperken door diafragmeren;
- Het bestralingsgebied te beperken of af te schermen met een loodschild;

- Het gebruik van het juiste filter;
- Het instellen van de juiste focus-huid afstand;
- De instelling van de juiste hoogspanning (kV), zodanig, dat een minimale geabsorbeerde dosis bij een duidelijke afbeelding wordt verkregen;
- Het gebruik van de juiste versterkingsschermen of;
- Bij fluoroscopisch onderzoek te werken met een zo laag mogelijke buisstroom en het zo veel mogelijk toepassen van een beeldgeheugen.

Vasthouden van een patiënt

Radiologisch werkers worden niet belast met het vasthouden van een patiënt tijdens diagnostisch onderzoek. Indien dit beslist nodig is en niet mechanisch te realiseren, dient men dit door familieleden of kennissen van de patiënt te laten doen; eventueel door verpleegkundigen. Men dient bij deze incidentele taak steeds een loodschort en mogelijk loodhandschoenen te dragen. Personen beneden 18 jaar of zwangere vrouwen mogen nooit hiervoor worden aangewezen.

5. Mobiele apparatuur

Mobiele apparatuur wordt meestal gebruikt in ruimten, die niet als röntgenkamer zijn ontworpen. Het gebruik wordt dan ook beperkt tot het uiterst noodzakelijke. Hierbij worden de volgende regels gehanteerd, voor zover nog niet genoemd in hoofdstuk 4.

- De apparatuur is beveiligd tegen gebruik door onbevoegden;
- De buis dient voorzien te zijn van een lichtvizier op het diafragmasysteem;
- Verplaatsbare röntgentoestellen voor medisch fluoroscopisch onderzoek dienen voorzien te zijn van een goed gecentreerde beeldversterker-TV-keten, teneinde de dosis te beperken.

6. Therapietoestellen

Voor het veilig gebruik van röntgentoestellen (vaste opstellingen) voor therapie worden de volgende regels gehanteerd:

- De lineaire versnellers zijn geplaatst in een betonnen bunker waardoor de straling optimaal is afgeschermd;
- De röntgentoestellen zijn beveiligd tegen inschakeling door onbevoegden;
- Bediening van het toestel vindt plaats buiten de bestralingsruimte;
- Bij radiotherapeutische toepassingen is de klinisch fysicus nauw betrokken;
- Bij inschakelen van het toestel treedt een signalering in werking;
- De ruimte is voorzien van automatische deurbeveiliging;
- Bij het openen van een van de toegangsdeuren wordt de bestraling onderbroken; door het weer sluiten van de deur mag de bestraling niet automatisch weer starten;
- Regelmatig wordt het dosistempo en de stralingskwaliteit gemeten en de homogeniteit van de grootst mogelijke nuttige bundel wordt gecontroleerd;
- Deze metingen worden in een register bijgehouden.

7 **Ongeval/incident**

Alle (onvoorziene) incidenten met toestellen dienen onmiddellijk door de TMS aan de SBE te worden gemeld en in het eigen dossier te worden opgetekend.

Na het herstellen van defecten welke van invloed (kunnen) zijn op de stralingskwaliteit, afscherming of dosistempo dient een kwaliteitscontrole te worden uitgevoerd.

8 **Opmerkingen**

De SBE kan bij dreigend gevaar het werken met toestellen staken;

De SBE kan nadere voorschriften geven.

9. **Kruisverwijzingen**

B3-00 Aanschaf en gebruik van röntgentoestellen ten behoeve van diagnostiek en therapie;

B3-05 Gebruik röntgentoestellen algemeen;

B3-10 Algemene werkinstructies röntgentoestellen;

Kwaliteitshandboek Radiologie (Zenya; documentenbeheerssysteem)

B3-20 Algemene Röntgentechnieken;

B3-30 Gebruik Cone Beam Computertomografie (CBCT) (afdeling Mondziekten, Kaak- en Aangezichtschirurgie;

B6-10 Gebruik Teletherapietoestellen (lineaire versnellers) (incl. risico-analyse);

B6-15 Gebruik CT-scan voor simulatie van bestralingsplannen (incl. risico-analyse);

Bijlage:

Uitgangspunten voor de medisch specialist bij de bediening van een röntgentoestel

A. De medisch specialist hanteert de volgende uitgangspunten bij de bediening van een röntgentoestel of indien deze onder zijn toezicht een röntgentoestel laat bedienen:

1. De medisch specialist verricht zijn op de juiste wijze gerechtvaardigde medische procedure op zodanige manier, dat de patiënt een redelijk lage stralingsbelasting ontvangt, waarbij het totale risico van de procedure voor de patiënt zo laag mogelijk wordt gehouden (het ALARA-principe);
2. Bovendien gebruikt de medisch specialist de binnen de klinische context geschikte beeldacquisitietechniek met de geschikte diagnostische beeldkwaliteit;
3. De medisch specialist werkt op een veilige manier volgens het ALARA-principe met röntgenstraling om onnodige blootstelling van zichzelf, de andere aanwezige werkers en eventuele ondersteuners te voorkomen;
4. De medisch specialist legt op verzoek of indien noodzakelijk stralingsrisico's globaal uit aan de patiënt, diens familie of andere betrokkenen;
5. Daarnaast communiceert de medisch specialist met klinisch fysici, MBB's, verpleegkundigen/OK-assistenten en stralingsdeskundigen over het optimaliseren van de stralingsbescherming op de afdeling.
6. Daarbij wordt behalve patiëntenblootstelling ook de blootstelling van de medewerkers en derden in ogeschouw genomen, evenals de wettelijke begrenzingen.
7. De medisch specialist consulteert wanneer nodig experts (klinisch fysicus, radioloog, MBB of TMS);

B. Tandartsen en Orthodontisten hebben de kennis en beheersen de vaardigheden zoals beschreven in de bijlage.

C. Tandartsen die gebruik maken van CBCT-toestellen (Cone Beam Computer Tomografie) hebben de kennis en beheersen de vaardigheden zoals beschreven in de bijlage.

Bijlage

Opleidingseisen bij het gebruik van röntgentoestellen en radioactieve stoffen

Functie	Vereiste (mogelijke) opleiding/ relevante stralingsdiploma's
Researchwerkzaamheden in radionuclidenlaboratoria of bereiding radiofarmaca	<ul style="list-style-type: none"> - (voorheen) Stralingsbeschermingscursus niveau 5B of; - TMS/VRS-D of; - Basiscursus stralingsbescherming of; - Veilig werken met open bronnen in laboratoria (onderdeel Biomedische Wetenschappen).
Handelingen door behandelend artsen met röntgentoestellen (voorbehouden handelingen)	<p>Stralingshygiëne voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radiologen; - Radiotherapeuten-oncologen; - Medisch specialisten (bijvoorbeeld cardiologie, longziekten, maag-, darm-, leverziekten, chirurgie, traumatologie, orthopedie, anesthesiologie, neurochirurgie, urologie).
Nucleair geneeskundige artsen	<ul style="list-style-type: none"> - (voorheen) Niveau 3 of niveau cd/ (opleiding tot coördinerend deskundige stralingsbescherming); - Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Nucleaire Radiologie.
Interventieradiologen	<ul style="list-style-type: none"> - Stralingshygiëne voor Radiologen + differentiatie Interventieradiologie.
Gebruik van lineaire versnellers Radiotherapie Technische werkzaamheden aan versnellers	<ul style="list-style-type: none"> - Opleiding MBRT; - TMS-versneller-D (alleen voor diagnostiek); - TMS-versnellers (voor technici).
Radiochemicus	niveau CD/ niveau 3.
Tandheelkundige op afdeling MKA: - Röntgentoestellen - CBCT	<ul style="list-style-type: none"> - Tandheelkunde basis; - Tandheelkunde basis + CBCT-opleiding.
Medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundige (mbb)	opleiding Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT);

Basisdocument B3-05

Gebruik röntgentoestellen algemeen

Auteur

██████████ (Radiologie LUMC)

Inhoudsopgave

Gebruik Röntgentoestellen algemeen

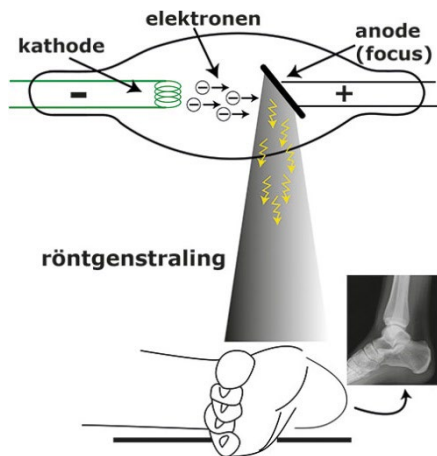
1. Röntgenbuis
 - 1.1 Röntgenfoto
 - 1.2 Indicatie/aanvraagformulier
2. CT
 - 2.1 Multi-Slice CT
 - 2.2 Spiraal CT
 - 2.3 Contrastmiddelen
 - 2.4 Hounsfield units

Gebruik Röntgentoestellen algemeen

1. Röntgenbuis

Röntgenstraling wordt opgewekt in een vacuüm röntgenbuis. In de röntgenbuis bevinden zich een elektrisch negatief geladen kathode en een elektrisch geladen positieve anode. De kathode bestaat over het algemeen uit een wolfram spiraal. Door een gloeistroompje door de kathode te voeren zal er een sterke verhitting ($\geq 2200^{\circ}\text{C}$) van de spiraal optreden. Ten gevolge van de verhitting komen elektronen vrij. Door het gemaakte spanningsverschil tussen de anode en kathode (=buisspanning) zullen deze elektronen naar de positieve geladen anode (=focus/trefplaat) schieten.

Bij de afremming van de elektronenstroom (=buisstroom) in de anode wordt de bewegingsenergie van de elektronen omgezet in röntgenstraling (fig. 1)

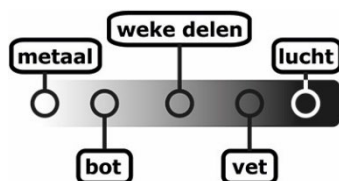


Figuur 1. Opwekking van röntgenstraling in de röntgenbuis. De röntgenstraling passeert het lichaamsdeel en zal terecht komen op een fosforplaat/detector.

De buisspanning wordt uitgedrukt in kilovolt (Kv) en de buisstroom wordt uitgedrukt in milliampère (mA)

1.1 Röntgenfoto

Bij het maken van een röntgenfoto zal een bundel röntgenstralen vanuit het röntgenbuis het lichaam passeren en terecht komen op een fosforplaat/detector. De witheid (=densiteit) is afhankelijk van de hoeveelheid röntgenstralen die het weefsel passeert (fig. 2)



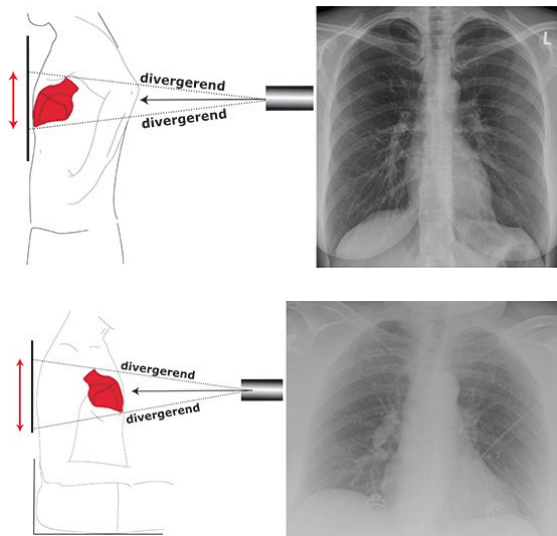
Figuur 2. Röntgen densiteiten (=witheid)

Hoe meer de röntgenstralen worden tegengehouden (absorptie of verstrooiing) en niet op de fosforplaat/detector terechtkomen, hoe dener (=witter) het beeld. Weefsels met een hoog absorptievermogen, zoals metaal, zullen als dens afgebeeld worden. Een ander voorbeeld: röntgenstralen zullen de luchthoudende longen (zwart) makkelijker passeren dan het bot (wit) De ontvangen informatie op de plaat wordt omgezet in een digitaal beeld.

Bij een goede opnametechniek kan een röntgenfoto informatie geven over de ossale structuren, vocht, lucht, weke delen contouren en prothesen/osteosynthese materiaal.

Opmerkingen:

- Elke röntgenfoto wordt beoordeeld alsof je voor de patiënt staat; dus de rechterkant van de foto betreft de linkerzijde van de patiënt en visa versa.
- Belangrijk om te weten is dat de röntgenbundel een divergerende eigenschap heeft. Dit houdt in dat deze steeds breder wordt naarmate de afstand tot de röntgenbuis toeneemt. Het nadeel hiervan is dat weefsels/structuren die ver van de plaat verwijderd zijn ongewenst groter worden afgebeeld op de plaat. O.a. belangrijk bij de beoordeling van de grootte van het hart bij een X-thorax onderzoek (zie fig. 3)



Figuur 3. Effect van de divergerende werking van de röntgenbundel op de grootte van het hart (a = posterieure-antérieure techniek, b = antérieure-posterieure techniek)

1.2 Indicatie/aanvraagformulier

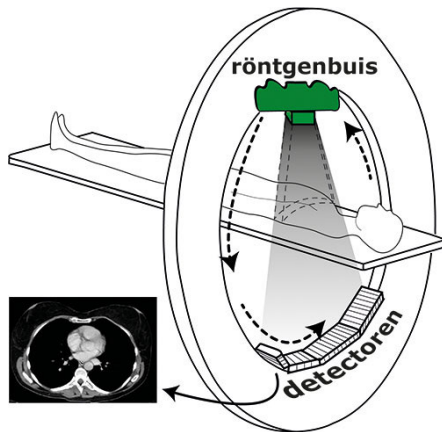
Ondanks dat over het algemeen CT (computertomografie) of MRI (magnetic resonance imaging) meer informatie kan geven over de ossale structuren en de weke delen heeft de conventionele röntgenfoto een aantal voordelen. Een röntgenfoto is een relatief snelle, goedkope en niet-belastende techniek. Zo kan een X-thorax bijvoorbeeld op een snelle manier veel nuttige informatie geven op de traumakamer. Denk daarnaast ook aan het afbeelden van prothesen/osteosynthese materiaal, deze geven bij CT en MRI vaak ongewenste artefacten.

Voor de beoordeling van een röntgenfoto is het belangrijk dat de radioloog goed geïnformeerd is over de patiënt en de vraagstelling. Relevante voorgeschiedenis (m.n. operaties/behandelingen en maligniteiten), relevante klinische informatie (o.a. koorts, locatie pijnklachten en traumamechanisme) en een gerichte duidelijke vraagstelling zijn essentieel voor een juiste radiologische beoordeling. Wanneer de bovenstaande zaken niet worden vermeld kan het voorkomen dat bepaalde bevindingen op de röntgenfoto verkeerd geïnterpreteerd worden. Daarnaast is het altijd goed als de radioloog gefocust wordt op het werkelijke probleem zodat hij/zij hier extra aandacht aan besteed (zeker als het gaat om subtiele afwijkingen)

2. CT

CT staat voor computertomografie en maakt net als bij de conventionele röntgenfoto gebruik van röntgenstraling. De CT-scan is een onderzoeksmethode waarbij het binnenste van het menselijk lichaam in drie dimensies wordt afgebeeld.

De röntgenbundel passeert het menselijk lichaam in een dunne axiale plak, dit wordt het herhaald in verschillende richtingen (fig. 4)



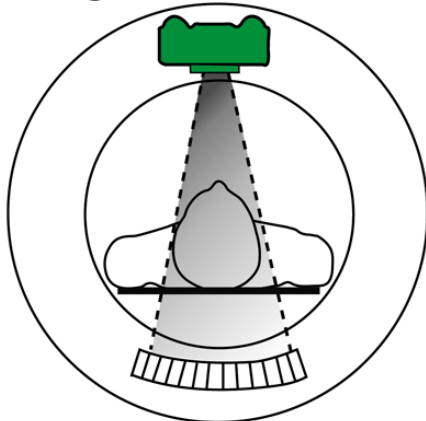
Figuur 4. Algemene techniek van een CT-scanner.

De detectoren aan de andere kant meten de transmissie van de straling door de patiënt. De computer kan hierdoor de mate van absorptie bepalen in zeer kleine volume elementen, de zogenaamde voxels. De grootte van de voxel is o.a afhankelijk van de matrixgrootte (aantal pixels) en plakdikte. De informatie van de voxels worden vervolgens weer omgezet in de 'CT-nummers', beter bekend als Hounsfield unit (HU).

Bij het bekijken van een CT-scan moet men zich voorstellen alsof men vanaf het voeteneind naar het hoofteind van de patiënt kijkt; de bovenzijde is de buikkant, de onderzijde de rugkant (onderzoekstafel) en links & rechts zijn omgedraaid.

Tegenwoordig wordt er met name gebruik gemaakt van 3e generatie CT-scanners. Bij 3e generatie CT-scanners roteren de röntgenbuis en detectoren synchroon om de patiënt. De detectorrij omvat de volle breedte van waaervormige stralenbundel (fig. 5)

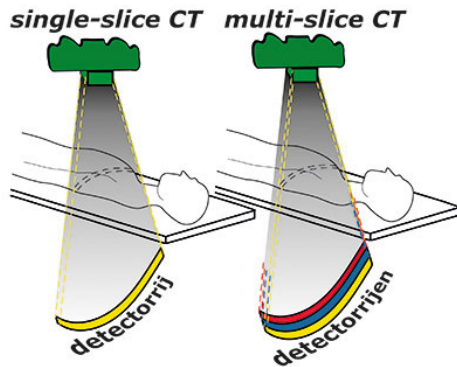
3e generatie CT scanner



Figuur 5. Derde generatie CT-scanner.

2.1 Multi-Slice CT

De ontwikkeling van de multi-slice CT-scanner (ook wel bekend als multidetector CT of volume CT) bracht een forse kortere scantijd met zich mee. In tegenstelling tot een standaard systeem maakt de multi-slice CT gebruik van meerdere detectorrijen. Op deze manier wordt niet één coupe per rotatie gescand, maar meerdere coupes tegelijk (fig. 6)



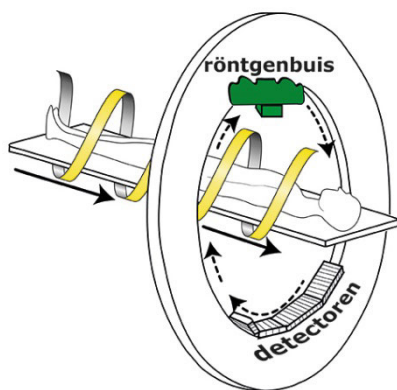
Figuur 6. Single-slice vs. multi-slice.

Afhankelijk van het aantal detectorrijen spreken we o.a. van een 4,6,8,10,16 of 64-slice CT (in de literatuur wordt ook regelmatig de term multidetector CT gebruikt)

Grote voordelen van een multi-slice CT zijn een kortere scantijd (o.a. minder bewegingsartefacten), dunnere coupes en langere scan range bij CT-angiografie onderzoeken.

2.2 Spiraal CT

Bij de conventionele CT-techniek wordt eerst een coupe gemaakt van het gewenste gebied, waarna de tafel een stukje opschuift. De patiënt wordt op deze manier coupe voor coupe (step-by-step) afgebeeld. Rond 1990 werd de 'slip ring' techniek ontwikkeld waarbij het mogelijk is de röntgenbuis en de ring van detectoren door te laten draaien en continu te scannen. Dit leidde tot de zogenaamde spiraal CT waarbij de tafel van de scanner met een constante snelheid door de ring met de draaiende röntgenbuis en detectoren beweegt. Er ontstaat een helix/spiraalvormig patroon (fig. 7)



Figuur 7. Techniek spiraal CT.

Het grote voordeel van spiraal CT is de kortere scantijd. De patiënt kan al worden gescand gedurende één ademhalingsinstructie. Een ander voordeel zijn de overlappende intervallen, dit geeft een betere visualisatie van kleine laesies en gaat het ongewenste partial volume effect tegen. Bij het partial volume effect bevinden twee verschillende structuren zich in dezelfde voxel, hierdoor zal het gemiddelde van beide densiteiten omgezet worden in een grijs tint (m.n. dikke coupedikte) Zeer fijne afwijkingen zullen de gemiddelde densiteit nauwelijks beïnvloeden, met als gevolg dat ze niet gedetecteerd worden.

Een nadeel van spiraal CT is de langer tijd die nodig is om beeldreconstructies te maken. Nieuwe CT-scanners worden echter steeds sneller in het verwerken van de verkregen informatie.

Een ander nadeel van spiraal CT zijn specifieke spiraal CT-artefacten.

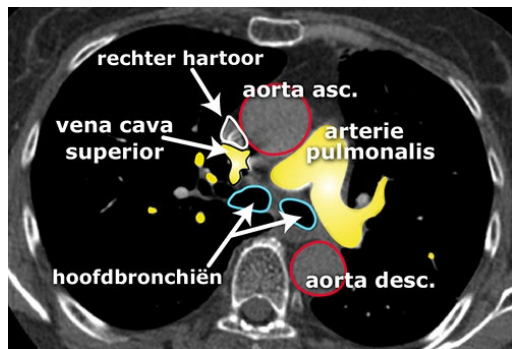
De spiraal techniek wordt veel toegepast bij de bovenbeschreven multi-slice CT-scanners. In enkele gevallen wordt nog de conventionele step-by-step techniek toegepast, zoals bij een HRCT onderzoek of interventie procedures. HRCT staat voor high resolution CT en wordt gebruikt om dunne CT-coupees (1-2 mm) van de thorax te krijgen die gereconstrueerd worden met een hoge resolutie en sterke vergroting (wordt m.n. gebruikt bij interstitiële longaandoeningen)

2.3 Contrastmiddelen

Contrastmiddelen zorgen ervoor dat een orgaan of vat beter afgebeeld wordt. Het contrastvloeistof wordt intraveneus ingespoten (meestal via een vene in de elleboogsplooi) en zal zich vervolgens door de bloedvaten verspreiden in het gehele lichaam.

Bij intraveneus contrastvloeistof is het belangrijk wat de vraagstelling is. Voor een goed onderzoek dient het contrastvloeistof zich te bevinden in het orgaan/vat van interesse.

Voorbeeld: bij de vraagstelling longembolieën wordt er gescand op het moment dat het contrastvloeistof zich in de arterie pulmonalis bevindt (9-15 sec na injectie, fig. 8). Is men meer geïnteresseerd naar de status van de carotiden dan zal er 16-24 sec na injectie gescand moeten worden.



*Figuur 8. Goed contrastaanbod in de arterie pulmonalis (via elleboog – vena cava superior – rechterharthelft)
Merk op dat het contrastvloeistof de aorta nog niet heeft bereikt.*

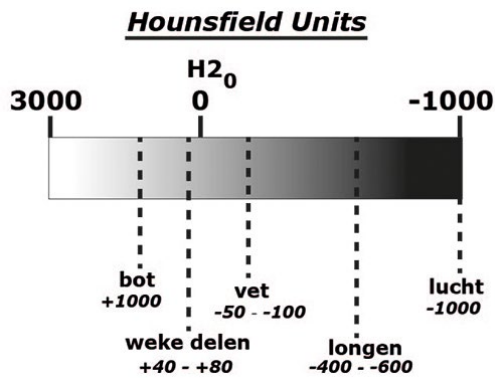
Oraal en rectaal bariumcontrast kan gebruikt worden voor het beoordelen van de darmen en hulp bieden bij het onderscheiden van darmen en omliggende weefsels.

Jodiumhoudend contrastvloeistof kan schade brengen aan de nieren. Hydratie is belangrijk bij de preventie van contrast nefropathie. Bekijk het protocol van het ziekenhuis waar je werkt voor meer details over preventie maatregelen (o.a. pre/posthydratie) en de risicofactoren.

2.4 Hounsfield units

De mate van röntgenverzwakking is afhankelijk van het soort weefsel. Deze verschillen worden omgezet in 'CT-nummers', beter bekend als Hounsfiels units (HU) Er ontstaat een spectrum van grijs tinten, van -1000 tot +3000 (NB de bovengrens wordt bepaald door het type scanner)

Weefsels met een lage verzwakking (zoals lucht en vet) hebben een laag HU-getal. Weefsels die voor veel röntgenverzwakking zorgen (zoals bot en contrastmiddel) hebben een hoog HU getal (fig. 9) Water heeft een HU-waarde van 0.

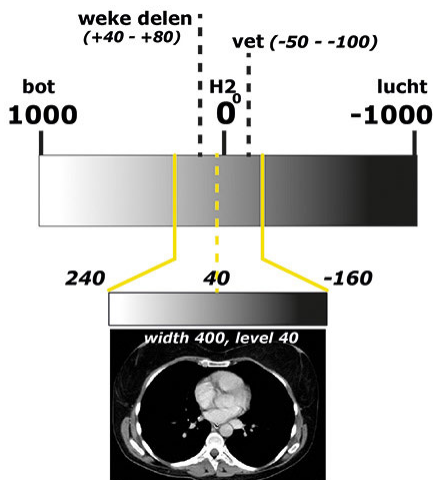


Figuur 9. Hounsfield Units (HU) van verschillende weefsels.

De mens kan maar een beperkt aantal grijsstinten van elkaar onderscheiden. Wanneer het hele spectrum van figuur 9 afgebeeld wordt dan kunnen veel structuren niet van elkaar onderscheiden worden. Om toch meer contrast te creëren tussen weefsels met een vergelijkbare HU-waarde kan een bepaald gedeelte van het spectrum als het ware uitvergroot worden.

De boven- en ondergrens van het gedeelte dat uitvergroot wordt heet het window width (= vensterbreedte) Het middelpunt van de window width wordt het window level (= vensterhoogte) genoemd.

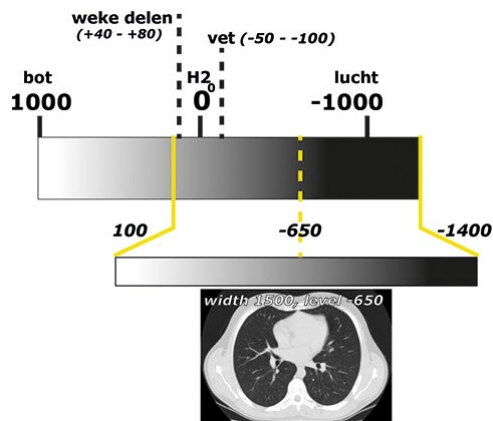
Een veel gebruikte optie is de weke delen setting. De weke delen setting heeft over het algemeen een window level van 40 (NB de weke delen hebben een HU-waarde rond de +40 - +80) en een window width van 400 (fig. 10) Alles boven de bovengrens van het window width, in dit geval +240, wordt als wit geprojecteerd. Alles lager dan de ondergrens van het window width, in dit geval -160, wordt als zwart geprojecteerd. Een weke delen setting geeft dus nagenoeg geen informatie over de luchthoudende longen (HU longen rond de -500)



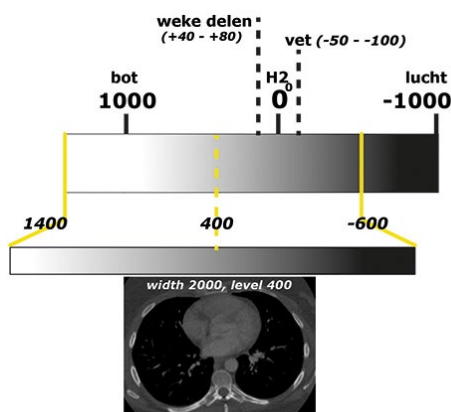
Figuur 10. Weke delen setting met een window width 400 en window level 40. Merk op dat alle structuren boven de +240 en onder de -160 resp. als wit en zwart geprojecteerd worden.

Andere veel gebruikte settings zijn de longsetting en botsetting (fig. 11/12) Deze standaard instellingen zijn vaak met een ingeprogrammeerde knop op het toetsenbord te activeren.

Ga na dat subtiele densiteitsverschillen het beste waarneembaar zijn bij een smalle window width.



Figuur 11. Longsetting met een window width 1500 en window level -650. Merk op dat alle structuren boven de +100 en onder de -1400 resp. als wit en zwart geprojecteerd worden.



Figuur 12. Botsetting met een window width 2000 en level +400. Merk op dat alle structuren boven de +1400 en onder de -600 resp. als wit en zwart geprojecteerd worden.

Opmerking: het veranderen van de window/level is een softwarematige bewerking. Voor het window-levellen hoeft de patiënt dus niet opnieuw gescand te worden. Window-levellen kan gebruikt worden in elk onderzoek. Wees er wel van bewust dat window-levellen zijn grenzen kent qua beeldkwaliteit en beoordeling. Een CT scan die gefocust is op een bepaald orgaan zal qua beoordeling voor een ander orgaan niet ideaal zijn (NB het onderzoek is gericht op de vraagstelling!) Onder andere de scanner/techniek, het scanprotocol en de ingestelde kV/mA zijn van invloed op het eindresultaat.

Basisdocument B3-30

*Gebruik Cone Beam Computertomografie (CBCT)
(afdeling Mondziekten, Kaak- en Aangezichts chirurgie)*

Gebruik Cone beam computertomografie

1. Algemeen

De belangrijkste eigenschap van ‘Cone beam’ computertomografie (CBCT) binnen afdeling MKA is de mogelijkheid driedimensionale informatie te verkrijgen over de afgebeelde structuren. Dit kan van groot nut zijn bij de planning voor het plaatsen van implantaten. Behalve de hoogte van de processus alveolaris kunnen ook de breedte en de vorm van de beschikbare botmassa worden afgebeeld en beoordeeld. De afstand van de bovenzijde van de processus alveolaris tot aan de canalis man-dibularis of tot de sinusbodem is gemakkelijk te meten. Het risico van het beschadigen van belangrijke structuren bij het plaatsen van implantaten kan op deze wijze aanzienlijk worden verminderd.

Met behulp van CBCT kunnen ook de ligging van geïmpacteerde gebitselementen en hun relatie tot naburige gebitselementen en andere anatomische structuren worden weergegeven. De weergave van de uitgebreidheid van afwijkingen, zoals cysten en periapicale radioluenties, kan in sommige gevallen van essentieel belang zijn voor het bepalen van de juiste behandeling.

CBCT heeft een stralingsdosis die slechts een fractie is van die van conventionele computertomografie. De dosis is te vergelijken met die van een aantal panoramische röntgenopnamen. De indicatiestelling van conventionele computertomografie voor de planning van implantaten is daarmee vrijwel obsoleet. Aan de andere kant bestaat het risico van overindicatie van CBCT. Alleen indien intraorale en panoramische röntgenopnamen niet de gewenste informatie kunnen leveren, kan CBCT worden overwogen. Het gebied dat met CBCT wordt afgebeeld is vele malen groter dan bij conventionele röntgenopnamen. Dat betekent dat er op een CBCT-opname pathologie zichtbaar kan zijn die buiten het normale werkgebied van een mondzorgverlener ligt. Het risico bestaat dan dat afwijkingen niet juist worden geïnterpreteerd of in het geheel niet worden herkend. Degene die een röntgenopname indiceert, is er echter wel verantwoordelijk voor dat alle informatie die op die röntgenopname is te zien, in de diagnostiek wordt betrokken.

Binnen de afdeling MKA gelden voor het maken van röntgenfoto's (röntgenkamer J2-36) de volgende richtlijnen:

- Een CBCT-opname mag alleen worden gemaakt op grond van een individuele indicatie na het uitvoeren van een klinische inspectie.
- Een CBCT-opname mag alleen worden gemaakt wanneer conventionele röntgenopnamen geen adequate informatie opleveren.
- Rechtvaardiging van de opname moet altijd plaatsvinden en worden vastgelegd in het dossier (conform WGBO).
- De patiënt wordt vooraf geïnformeerd over de reden voor het maken van een CBCT en over de eventuele risico's die ermee samenhangen.
- Geprotocolleerd werken is bij de CBCT een noodzaak:
 - o vastleggen indicatie (rechtvaardigingsgronden),
 - o vastleggen opnameprocedure,
 - o vastleggen toestemming patiënt,
 - o vastleggen bevindingen (interpretatie opnamegegevens),
 - o vastleggen consequenties voor behandeling,
 - o vastleggen vervolgactie n.a.v. een waarneming die zich buiten het deskundigheidsgebied van zorgverlener bevindt (bijv. verwijzing naar medisch specialisme).
- Bij het maken van CBCT-opnamen moet altijd gestreefd worden naar:
 - o minimale stralingsbelasting,
 - o minimale optimale resolutie,
 - o minimale optimale ‘field of view’.
- Beoordeling van de dataset van een CBCT-opname mag zich niet beperken tot de ‘region of interest’ maar moet plaatsvinden voor het volledige ‘field of view’.
- Waar gerechtvaardigde behoefte is aan driedimensionale beeldvorming in de mondzorg moet CBCT de voorkeur hebben boven MSCT (multislice CT).

Voorts worden de documenten gehanteerd genoemd in de Kruisverwijzing.

2. Indicaties

Het toepassen van CBCT is onder de rechtvaardigingsvoorwaarde acceptabel:

- wanneer driedimensionale informatie noodzakelijk is betreffende craniofaciale botstructuren in het kader van orthognatische chirurgie;
- in het kader van (aangezichts)traumatologie;
- bij onderzoek naar geïmpacteerde elementen (en resorptie van buurelementen) wanneer conventionele röntgenfoto's onvoldoende informatie opleveren;
- wanneer conventionele röntgenfoto's onvoldoende informatie bieden over geïmpacteerde gebits-elementen voor chirurgische verwijdering (zoals positie derde molaren ten opzichte van canalis mandibularis);
- bij onderzoek naar schisis in plaats van MSCT (multislice CT);
- in bijzondere gevallen wanneer bij fractures van gebitselementen conventionele röntgenfoto's onvoldoende informatie leveren voor de behandeling;
- bij onderzoek naar botdefecten bij tumoren en cystes;
- bij onderzoek in complexe gevallen van skeletale afwijkingen waarvoor een indicatie voor een gecombineerde orthodontisch-chirurgische behandeling bestaat;
- bij onderzoek naar bijzondere gevallen van 'infra-bony' defecten en furcatielesies;
- in bijzondere gevallen binnen de implantologie: wanneer conventionele röntgenfoto's onvoldoende informatie bieden ten behoeve van planning botopbouw voorafgaande aan implantologie en wanneer sprake is van kritische anatomische verhoudingen;
- in bijzondere gevallen binnen de endodontologie gericht op het tijdig ontdekken van afwijkingen en op het bijtijds onderkennen van behandelrisico's;
- in bijzondere gevallen bij onderzoek van osseale afwijkingen bij kaakgewrichtsklachten.

3. Het toepassen van CBCT is niet acceptabel:

- voor routine-onderzoek of screening;
- voor onderzoek en diagnostiek van cariës;
- als standaardmethode voor opsporen van periapicale pathologie;
- als routine-onderzoek voorafgaande aan orthodontische behandelingsplanning;
- als standaardmethode voor in beeld brengen van anatomie wortelkanalen;
- als routinematig onderzoek naar 'periodontal bone support';
- als standaardmethode voor planning implantologie;
- als standaardmethode voor onderzoek van kaakgewrichtsklachten.

4. Deskundigheid

Voor medewerkers van MKA aan wie tandartsen taken delegeren geldt dat zij een aantoonbare instructie van de leverancier op het apparaat hebben ontvangen. Iedere tandarts van MKA die CBCT-opnames maakt of die een aanvraag voor CBCT-opnames doet moet tenminste beschikken over stralingsdeskundigheid 4M + specifieke cursus CBCT.

5. Delegatie van taken

- Taakdelegatie moet zich beperken tot het positioneren van de patiënt, het instellen van de apparatuur en het maken van een opname.
- Voor de delegatie van taken moet een schriftelijke instructie opgesteld zijn waarin de werkwijze en verantwoordelijkheden zijn beschreven.
- De opdracht mag alleen gegeven door een deskundige tandarts aan een deskundige medewerker.
- Taakdelegatie kan alleen plaatsvinden als de tandarts (opdrachtgever) in het praktijkgebouw aanwezig is.

6. Apparatuur en onderhoud

- De tandarts moet op de hoogte zijn van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van CBCT-apparatuur en redelijkerwijs beschikken over moderne apparatuur.
- Het noodzakelijke onderhoud en de reguliere controles van CBCT-apparatuur moet samen met de leveranciers (als kenners van het apparaat) georganiseerd worden en schriftelijk vastgelegd.
- CBCT-apparatuur dient, conform NMT-praktijkrichtlijn Tandheelkundige Radiologie, periodiek gecontroleerd te worden door afdeling Radiologie.

7. **Kruisverwijzing**

- Protocollen Kwaliteitssysteem van het LUMC (Zenya);
- Basisdocument B3-20 Algemene Röntgentechnieken;
- Basisdocument B3-10 Algemene werkinstructies röntgentoestellen;
- Basisdocument B3-05 Gebruik röntgentoestellen algemeen;
- Basisdocument B3-00 Aanschaf en gebruik van röntgentoestellen ten behoeve van diagnostiek en therapie



Leids Universitair
Medisch Centrum



Universiteit
Leiden

Basisdocument B3-50
Gebruik röntgenstraling voor bestralen van cellen

Gebruik röntgenstraling voor bestralen van organismen/weefsels/cellen

1. Eigenschappen van de toestellen

De röntgentoestellen zijn ingebouwd in een loden kast.

Maximale buisspanning; ca. 225 kV (afhankelijk van type toestel)

Maximale buisstroom; ca. 15 mA

2. Frequentie van gebruik

Meeste bestralingen worden uitgevoerd op ca. 200 kV en 4 mA voor enkele seconden tot enkele minuten. Sporadisch worden er lage dosisbestralingen uitgevoerd (alléén gedurende bijvoorbeeld een weekend of overnacht).

De bestralingen worden dagelijks uitgevoerd met een gemiddelde frequentie van 1-2 keer per dag gedurende het hele jaar (200 werkdagen).

3. Gebruikers

Er wordt bestraald door medewerkers van de verschillende onderzoeksgroepen te weten laboranten, Aio's en wetenschappelijke medewerkers. De stralende procedure is zeer divers van enkele seconden tot minuten en soms uren.

Kwaliteitscontrole wordt uitgevoerd door de onderzoeker zelf. Wanneer er vreemde uitslagen zijn, is er meestal overleg met de stralingsdeskundige en worden er evt. controlemetingen uitgevoerd. Dosis-metapparatuur wordt regelmatig geijkt.

4. Maatregelen (technische en organisatorische) om de blootstelling te beperken

- *Maatregelen gericht op de bron:*

- Het röntgentoestel is ingebouwd in een loden kast. Toegangsdeur is geïntegreerd in een veiligheidscircuit.
- Het cabinet is zo geconstrueerd dat max. straling aan buitenzijde van het cabinet $< 2,5\mu\text{Sv h}^{-1}$ is.
- Er vindt periodiek onderhoud plaats, 1 x per jaar;
- Voor gebruik moet worden afgesproken via een elektronische agenda, de sleutel worden opgehaald en ingetekend worden in logboek
- Bij het activeren van de stralingsbundel wordt als eerste het veiligheidscircuit gecontroleerd, indien dit in orde is start de bestraling;
- Bij het activeren van de stralingsbundel gaat een röntgensignaleringslamp branden;
- Het toestel is voorzien van duidelijk zichtbare waarschuwingstekens "röntgenstraling";
- Het toestel stopt direct met stralen wanneer het veiligheidscircuit (bijvoorbeeld door openen van de afschermingsdeur) wordt onderbroken;

- *Maatregelen gericht op de werkplek:*

- Er is een röntgensignaleringslamp op de bestralingsopstelling.
- De werkplek wordt uitsluitend gebruikt voor de beschreven handelingen en opslag en er kan grote apparatuur staan.

- *Andere organisatorische maatregelen:*

- Het personeel dat het toestel bedient heeft een applicatietraining ondergaan en heeft specifieke werkinstructies ontvangen;
- Er zijn specifieke protocollen aanwezig, zodat altijd de optimale instelling wordt gekozen.



Universiteit
Leiden

Basisdocument B3-70

Gebruik van het Aribex MD röntgentoestel ten behoeve van niet destructief onderzoek (NDO) aan archeologisch materiaal

Gebruik van de Aribex MD röntgentoestel ten behoeve van niet destructief onderzoek (NDO) aan archeologisch materiaal

Technische gegevens “Nomad MD”.



1. Berekeningen

a. Berekening van de dosis voor de medewerkers.

Volgens de werkprocedure wordt voor het inschakelen van het apparaat een afstand van 150 cm (markering op de grond) van het apparaat in acht genomen. Op deze afstand is geen meetbare dosis aanwezig

b. Berekening van de stralingsbelasting in naburige ruimten (D002 en D006)

De ruimte die relatief het meest belast wordt is naastliggende ruimten D002 en D006.

Deze ruimten zijn onderwijsruimten waar zoals eerder gemeld geen meetbare dosis zal worden waargenomen volgens de specificaties van de fabrikant.

c. Berekening van de stralingsbelasting in de naastliggende ruimte.

De belasting in naastliggende ruimten wordt veroorzaakt door het percentage röntgenstraling dat door scattering (hoek 90°) wordt geïnduceerd door de loodslab (op de tafel) is 0,05% en is veel minder dan het fantoom in de specificaties.

Maximaal is de scattering van het lood: $18 \times 10^{-3} \text{ (Gy/u)} / 3600 \text{ (s/h)} \times 0,05\% = 2,5 \times 10^{-11} \text{ Gy/s}$
Dit geeft een maximale dosis van 250 nSv per shot op 50 cm afstand.

Deze Röntgenstraling van de scattering moet een afstand van 1,5 m. afleggen om in de naastliggende ruimte te komen.

Volgens de specificaties: bestraling van het fantoom geeft scattering op 140 cm afgenomen tot max 2,7 nSv/s.

d. Berekening van de stralingsbelasting aan de terreingrenzen

De terreingrens is ≥ 15 meter van het gebouw. De straal is naar beneden gericht.

De belasting van de grens bestaat uit röntgenstraling afkomstig door scattering van de loodslab. (zie IRCP 33 grafiek blz 55, bijlage 4b).

Stralingsbelasting_{terreingrens}:

$$250 \text{ nSv/s}, 1 \text{ m} * (1/15)^2 \text{ m} * 300 \text{ sec} * 0,0005 = 1,0 \text{ nSv/jaar} \ll 0,1 \text{ mSv/jaar}$$

Hierbij is geen rekening gehouden met afscherming door muren ect.

Toetsingsniveau voor externe straling (E_{sn}) : 16 nSv/jaar

Zie Besluit Stralingsbescherming 2001 hoofdstuk 5 (Bevolkingsblootstelling) artikel 48

2. Maatregelen/Voorzieningen/procedures ter bescherming van mens, dier en goederen.

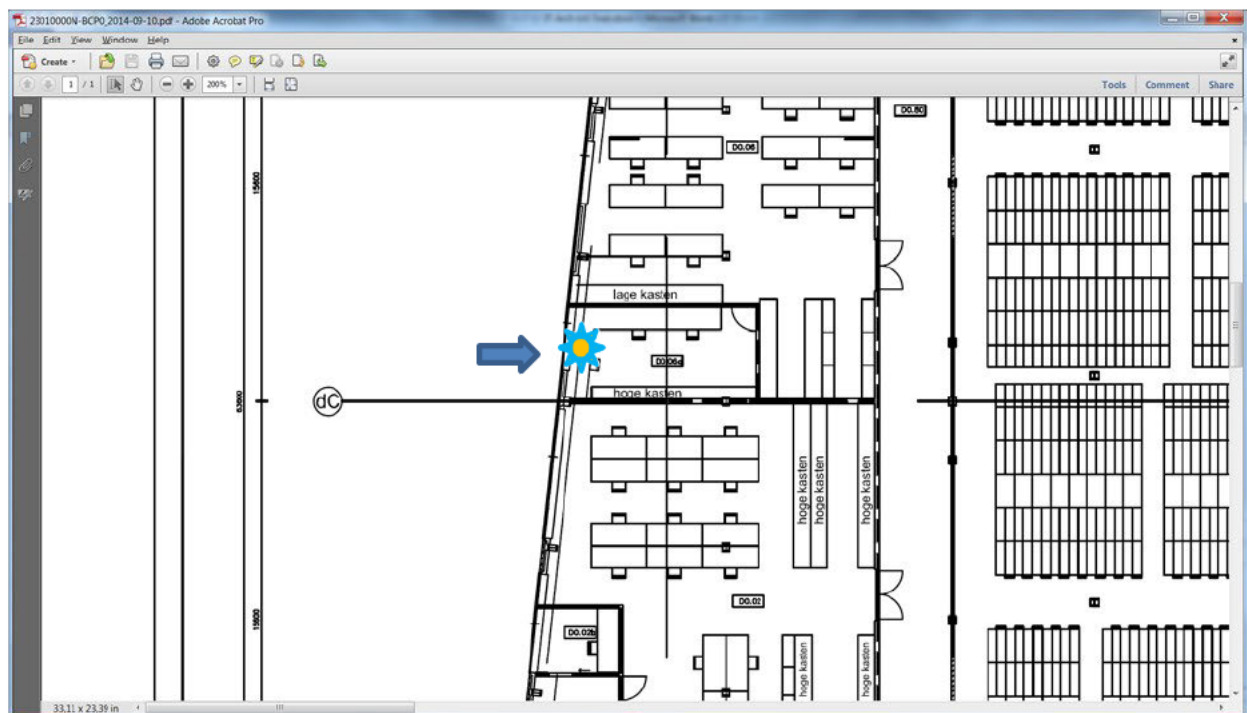
De plaatsing van het apparaat (kamer D006a is gesitueerd bij het raam op de begane grond) is zo gekozen dat de belasting van de omgeving minimaal is. De kamer is tijdens het doormeten geautoriseerd toegankelijk door geclassificeerd personeel (gesloten deur). Het apparaat wordt dusdanig geplaatst dat dosis in nabijgelegen ruimten niet meetbaar is. Op tafel wordt tijdens de meting een 0,5 mm loodslab aangebracht om bestraling van genitaliën en ongewenste scattering te voorkomen.

Om onnodige bestraling door scattering te voorkomen wordt tussen operator en het bestralingsapparaat een afstand van 150 cm loodrecht op het object in acht genomen. De raanzijde grenst aan 15 meter gras afgebakend met een sloot. Dit terrein is niet toegankelijk voor personen.

Er is een duidelijke procedure waardoor de kans op calamiteiten minimaal wordt. (zie procedure bijlage 6).

De ruimte D006a is 3,5 m breed en 8 m lang (raam-wand).

De spot (te bestralen object) bevindt zich aan de raamkant.



3. Werkinstructies “Nomad MD” bestralingsapparaat

1. Alleen de lokale stralingsdeskundige bedient het stralingsapparaat.
2. Apparaat wordt in stelling gezet om het object te kunnen bestralen.
3. Er wordt afstand genomen van het monster (minstens 150 cm) tot achter de markering op de grond.
4. Activeer de *remote controle* en wacht tot de opname is gemaakt.
5. Voor bestraling van verschillende monsters: doorloop procedure punten 2-4 zo vaak als nodig is.
6. Vermeld in het logboek de datum en het aantal bestralingen. Ook dienen foutmeldingen altijd te worden genoteerd.

4. Incidentenplan.

Incident of ongeval binnen de bestralingsruimte.

Wanneer er een incident of ongeval plaats vindt waarbij het slachtoffer bestraald is, worden behalve de calamiteitenprocedure ook de lokale stralingsdeskundige en de coördinerend stralingsdeskundige (90-4333) gewaarschuwd.

Indien nodig wordt de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) van de universiteit (dhr. R. Huinen; tel. 3253) en/of de stralingsarts van de afdeling VGM (tel. 8015) ingeschakeld. In een zo spoedig mogelijk stadium zal de arbeidsinspectie (NLA) en de milieu-inspectie worden ingelicht over het incident of ongeval.

Brand.

Zie calamiteitenplan van Steenis.

5. Calamiteitenplan van Steenis gebouw

Datum: 01-01-2024

In het calamiteitenplan zijn de procedures vastgelegd die binnen het van Steenis gevolgd worden in geval van een (milieu)calamiteit of brand.

In het plan staat een overzicht van plaatsen waar bij een calamiteit 'gevaar' voor mens of milieu te verwachten is.

Het calamiteitenplan bevindt zich in de kamer van de beheerder van Steenis (dir. Bedrijfsvoering W&N), faculteitsbureau W&N en bij de AMD (HB 106).

Proeven met röntgenstraling

Algemene informatie

overzicht

In een viertal proeven onderzoekt u de eigenschappen van het röntgen-toestel en de röntgenbundel (R-codes), in de overige zes ligt het accent op de stralingsbescherming bij radiologische toepassingen (S-codes). Elke proef herkent u aan een interne code, bijvoorbeeld 'R1' of 'S4'.

proeven

De proeven met röntgenstraling omvatten:

- proef R1: Stralingskwaliteit
- proef R2: Output van een röntgentoestel
- proef R3: Lekstraling uit een röntgenbuis
- proef R4: Metingen met de vlakke ionisatiekamer
- proef S1: De "air-gap"- of Grødeltechniek
- proef S2: Uittreedosis en belichtingsregeling
- proef S3: Stralingsbelasting patiënt
- proef S4: Stralingsbelasting van werkers
- proef S5: Strooistralingsreductie met een rooster
- proef S6: De verzwakking van een loodschort

proeven volgorde

In de practicumzaal treft u maximaal vijf opstellingen aan die elk geschikt zijn om een deel van de proeven uit te voeren. De volgorde waarin u de proeven uitvoert is afhankelijk van het roulatieschema en de opstelling waar u zich bevindt.

opstelling	I	II	III	IV
type toestel	90/20	90/20	90/40	90/40
proeven	proef R2 proef R1 proef R3 proef R4 proef S1 proef S6	proef R2 proef R1 proef R3 proef R4 proef S1 proef S6	proef S2 proef S3 proef S4 proef S5	proef S2 proef S3 proef S4 proef S5

Belasting van de röntgenbuizen

series in rustig tempo uitvoeren

Tijdens de proeven met röntgenstraling zal de buis behoorlijk worden belast. Het aantal opnamen en de duur per opname zal groot zijn in vergelijking tot het dagelijks gebruik voor medische doeleinden. Om de levensduur van de buis te verlengen is het belangrijk om bij een serie opnamen niet te 'jagen'. Wanneer u tussen de metingen door in rustig tempo de meetwaarden afleest en noteert en eventuele aanpassingen aan de opstelling uitvoert zal de buis niet teveel worden belast.

*controle van de
temperatuur*

Ter controle kunt u tussentijds de temperatuur van de buis met de handpalm voelen. Wanneer u uw hand langere tijd op de buis kan laten rusten is de temperatuur laag genoeg en zal de buis niet teveel zijn belast.

*ruimtelijk inzicht
in potentiële
blootstelling*

Stralingshygiëne tijdens het röntgenpracticum

Degene die het röntgentoestel inschakelt, of een opdracht daartoe verstrekt, is verantwoordelijk voor de blootstelling van zichzelf en anderen. Tijdens het uitvoeren van de röntgenproeven zullen we hier extra aandacht aan besteden. Ioniserende straling is niet zintuiglijk waarneembaar, daarom dient u:

- ruimtelijk inzicht te hebben in de grootte-orde van de stralingsniveau's in de ruimte wanneer het toestel wordt ingeschakeld, en;
- te weten waar zich anderen bevinden en hoe zij zijn beschermd.

Voor vaste opstellingen kan het handig zijn om dit inzicht in uw manier van werken (procedures) te vertalen.

*wanneer mag u
stralen*

Rekening houdend met stralingsniveaus in de directe bundel en ernaast (strooi- en lekstraling) zijn we tot het volgende **voorschrift** gekomen. U mag uw röntgentoestel uitsluitend inschakelen indien:

- alle aanwezigen in de zaal een **loodschort dragen**;
- practicanten van uw en de beide 'buur' opstellingen zich **achter de bedieningslessenaars** bevinden (zie de gestreepte lijn in de figuur);
- practicanten van uw en de beide 'buur' opstellingen door de **voorzijde van hun loodschort** worden beschermd;
- u een duidelijk verstaanbare **waarschuwing** hebt gegeven dat u gaat stralen.

*hoe blootstelling
van uzelf en an-
deren te beperken*

De hoeveelheid straling waaraan u tijdens het uitvoeren van de röntgenproeven wordt blootgesteld bedraagt hooguit enkele microsieveerts. De dosis bij dit röntgenpracticum staat dus niet in vergelijking tot doses die men tijdens röntgengeleide medische procedures kan ontvangen. Als nevendoelestelling van dit practicum willen we demonstreren dat u de blootstelling van uzelf en anderen kunt beïnvloeden. Opdat u tijdens uw werkzaamheden in staat bent om de blootstelling van uzelf en anderen tot een weloverwogen minimum te beperken (toepassen van het ALARA-principe).

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-0.0: Basisdocument: Omgaan met radioactief afval

Versie	4
Publicatiedatum	woensdag 17 oktober 2018, 15:45:05
Datum laatste goedkeuring	maandag 22 april 2024, 08:43:39
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

Bij werkzaamheden met radionucliden kunnen radioactieve afvalstoffen ontstaan. Het [Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming](#) (Bbs) van de Kernenergiewet geeft criteria aan voor het ontdoen van radioactieve afvalstoffen.

De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) heeft de taak, als enig bedrijf in Nederland, om radioactief afval te verzamelen, verwerken en op te slaan. Alle bedrijven in Nederland die een vergunning op grond van de kernenergiewet hebben om met radioactieve stoffen te werken, zijn verplicht hun radioactief afval aan COVRA aan te bieden.

Het opslaan van radioactief afval door de COVRA is kostbaar en milieubelastend. Aanbevolen wordt om radioactief afval zo veel mogelijk te beperken, te kiezen zo laag mogelijk activiteiten en voor isotopen met een korte halfwaardetijd. De SBE kan radioactief afval opslaan met het oog op fysisch verval tot beneden de vrijstellingswaarde voor een periode van maximaal twee jaar (uitstralen). Afval met een activiteit beneden de vrijstellingswaarde kan als gewoon afval afgevoerd worden en hoeft niet naar de COVRA. Het beheer van (radioactief) afval binnen het LUMC en de Universiteit Leiden is zo georganiseerd dat optimaal gebruik kan worden gemaakt van deze uitstraalmogelijkheid. Dit is beschreven in de volgende Zenya-documenten:

- [B4-1.0: Radioactief afvalverwerking op de afdeling](#)
- [B4-2.0: Opslag en afvoer radioactief afval door de SBE](#)

De toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS) is verantwoordelijk voor de inzameling radioactief en niet-radioactief afval in de radionuclidenlaboratoria. De stralingsbeschermingsbenheid (SBE) is verantwoordelijk voor de opslag en afvoer van (radioactief) afval naar erkende verwerkers.

In het algemeen kan onderscheid gemaakt worden tussen:

- Niet-radioactief afval: afval waarvan de activiteit beneden de vrijstellingswaarde ligt
- Kortlevend radioactief afval met $T_{1/2} < 100$ dagen
- Langlevend radioactief afval met $T_{1/2} > 100$ dagen, zoals 3-H en 14-C

Deze categorieën afval worden gescheiden ingezameld en aangeboden aan Afvalbeheer. Alle colli die radioactieve afvalstoffen bevatten, moeten een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift "radioactief afval" dragen, zijn voorzien van een duidelijk zichtbaar waarschuwingsteken voor radioactiviteit volgens NEN 3011 en gegevens over de aard en de activiteit van de inhoud. De SBE gebruikt de volgende sticker die aan deze criteria voldoet:



2. Niet radioactief afval

Niet radioactief afval, zoals papier en karton en bedrijfsafval wordt gescheiden verzameld op de werkplek, conform de interne procedures zoals beschreven in het Afvalhandboek. Dit is ook van toepassing op niet radioactief chemisch- en specifiek ziekenhuisafval. Voordat dit afval uit de werkruimtes wordt verwijderd, wordt door de TMS gecontroleerd op eventuele besmetting. Verder worden alle etiketten met stralingstekens verwijderd of onherkenbaar gemaakt voordat deze bij het niet radioactief afval gedeponeerd worden.

3. Kortlevend radioactief afval. ($T_{1/2} < 100$ dagen)

3.1 Vast afval

Vast afval wordt opgeslagen met het oog op fysisch verval tot beneden de vrijstellingswaarde voor een periode van maximaal twee jaar (uitstralen). Deze periode is afhankelijk van de halfwaardetijd van het isotoop. Het kortlevend

afval wordt na voldoende fysisch verval als niet radioactief afval afgevoerd. Opslag vindt plaats in de daartoe bestemde ruimtes van de SBE in de zone C0, totdat de activiteit op geen enkel punt meetbaar is met een monitor of de detectiepoorten bij Afvalbeheer. De SBE is verantwoordelijk voor de juiste afvoer van dit afval. Na verval worden alle stralings- en waarschuwingssymbolen verwijderd of onherkenbaar gemaakt.

3.2 Vloeibaar afval

Vloeibaar afval wordt eveneens opgeslagen met het oog op fysisch verval tot beneden de vrijstellingswaarde voor een periode van maximaal twee jaar (uitstralen). Deze periode is afhankelijk van de halfwaardetijd van het isotoop. Het uitgestraalde afval wordt als niet radioactief afval afgevoerd. Opslag vindt plaats in de daartoe bestemde ruimtes van de SBE in de zone C0, totdat de activiteit op geen enkel punt meetbaar is met een monitor of de detectiepoorten bij Afvalbeheer. De SBE is verantwoordelijk voor de juiste afvoer van dit afval.

3.3 Gas

Radioactieve, kortlevende gasvormige stoffen mogen slechts via de zuurkast worden geloosd, waarbij radioactieve edelgassen via een "trap" dienen te worden weggevangen en vertraagd te worden geloosd.

4. Langlevend radioactief afval: ($T_{1/2} > 100$ dagen)

In het algemeen wordt langlevend afval boven de vrijstellingswaarde afgevoerd naar de COVRA. Langlevend afval, overtollige (ijk)bronnen worden gescheiden ingezameld en aangeboden aan de SBE.

5 Tankinstallatie voor vloeibaar kortlevend afval

Op de begane grond van de zone C0 bevinden zich decaytanks waarop de I-131-behandelruimten van Nucleaire Geneeskunde zijn aangesloten. Niveau signalering van de tanks wordt gecontroleerd door de SBE. Volle tanks worden na ten minste 6 maanden fysisch verval geloosd op het riool. Alvorens tot lozing van het afvalwater wordt overgegaan, wordt de activiteit en concentratie in de tanks gemeten en/of berekend door de SBE. Lozing geschiedt door de SBE overeenkomstig de daaraan in de vergunning gestelde voorwaarden. Iedere lozing wordt opgetekend in een register, dat gedurende minimaal twee jaren wordt bewaard.

6 Radioactieve kadavers van proefdieren

Radioactief besmette proefdieren worden in diepgevroren toestand verzameld in SZA-vaten en aan de SBE aangeboden of in diepgevroren verpakkingseenheden van één liter. Op de verpakkingseenheid is het nuclide en de activiteit vermeld. Tot het moment dat afvoer plaatsvindt, worden de kadavers opgeslagen in de vrieskist van de afvalruimte van de SBE.

7. Tot slot

Etiketten, afvalformulieren, coderingstape en waarschuwingstekens zijn via de SBE verkrijgbaar. De SBE kan nadere inlichtingen verstrekken of nadere voorwaarden stellen.

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-1.0: Radioactief afvalverwerking op de afdeling

Versie	4
Publicatiedatum	vrijdag 12 april 2024, 15:52:37
Datum laatste goedkeuring	vrijdag 12 april 2024, 15:52:37
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

Radioactief afval wordt binnen het LUMC en de Universiteit Leiden gescheiden van andere afvalstromen ingezameld en overgedragen aan de stralingsbeschermingseenheid (SBE). De SBE beheert dit afval met als doel, naast het voldoen aan de vigerende regelgeving, het waarborgen van de stralingshygiëne, vermindering van milieulast en beperking van de kosten.

Een deel van het afval wordt opgeslagen met het oog op fysisch verval tot beneden de vrijstellingsgrenzen. Dit uitgestraalde afval is niet meer radioactief en kan als een normale afvalstroom verwerkt worden. Radioactief afval waarvoor opslag met het oog op radioactief verval niet zinvol is wordt afgevoerd naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA).

Hieronder wordt de procedure voor het LUMC beschreven die van toepassing is voor de radionuclidenlaboratoria. Het radioactief afval van de verpleegafdeling Nucleaire Geneeskunde (NuGe) wijkt op een aantal punten af van hieronder beschreven procedure en wordt beschreven in een aparte procedure. De Universiteit Leiden heeft een eigen universitaire regeling voor radioactief afval (website Universiteit Leiden/ afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM)).

2. Het verzamelen van radioactief afval op de afdelingen

De inzameling van afvalstoffen uit radionuclidenlaboratoria is onder te verdelen in de volgende afvalstromen: niet radioactief besmet en (mogelijk) radioactief besmet. Het niet radioactief besmet afval is geclassificeerd als restafval en wordt als zodanig via het reguliere circuit naar Afvalbeheer afgevoerd. Radioactief besmet afval (RA-afval) wordt apart gelabeld en gescheiden ingezameld en afgevoerd naar de C0 opslagfaciliteit van de SBE.

Extra etikettering:

Afval dat radioactief besmet is, wordt naast de reguliere etikettering extra voorzien van een etiket RADIOACTIEF AFVAL. Dit om een duidelijk onderscheid te maken met afvalstromen die niet zijn besmet met radioactieve stoffen:



Op het etiket worden aanvullende gegevens genoteerd zoals afdeling, nuclide en activiteit. De volgende stromen RA-afval worden afgevoerd naar de SBE:

1 - Vloeibaar chemisch afval

- Laag calorisch (waterig) en hoog calorisch (brandbaar) vloeibaar chemisch afval. Vloeibaar chemisch afval wordt verzameld in 10 liter UN-gekeurde jerrycans. Jerrycans voor vloeibaar chemisch afval zijn voorzien van de correcte sticker voor het type vloeibaar chemisch afval (waterig, organisch brandbaar e.d.). De indeling in waterig, brandbaar of halogeenhoudend is conform de indeling volgens het [Afvalhandboek Gevaarlijk Afval](#) op Zenya.



- Oplossingen met radioactief jodium worden, om ontsnapping van (radioactief) jodiumdamp te voorkomen, altijd basisch gehouden door loog toe te voegen te voorkomen.
- Vaten met een hoog stralingsniveau worden afgeschermd met lood of perspex (acrylaat).
- Bewaar jerrycans in een lekbak.
- Vloeibaar hoogactief Cr-51 afval wordt ook in jerrycans verzameld. Vanwege de straling wordt de jerrycan achter een afdoende loodafscherming opgeslagen of in een speciale verrijdbare houder. Volle jerrycans na overleg

aanbieden aan de SBE.

2 - Vast restafval

- Radioactief besmet restafval wordt verzameld in afsluitbare kunststof vaten van 50 liter. Deze zwarte vaten worden RALA vaten genoemd (radioactief afvalvat laboratoria) en hebben geen UN-kenmerk.



3 -Afval met een infectierisico

- RA-afval met een infectierisico is besmet met micro-organismen en/of GGO's, bevat scherpe voorwerpen (naalden) of proefdierkadavers. Deze indeling is conform die uit het Afvalhandboek Gevaarlijke Stoffen. Dit afval wordt verzameld in UN-gekeurde vaten voor Specifiek Ziekenhuisafval (SZA-vaten). SZA-vaten zijn (standaard) voorzien van ADR sticker type 6.2 en UN code 3291.



- Scherpe voorwerpen en naalden worden verzameld in een naaldenbeker. Volle naaldenbekers worden apart aan de SBE aangeboden. Let erop dat de RA-sticker niet over de 6.2 sticker geplakt wordt.



4 -Overig afvalstoffen

- Deze vallen niet in een van de bovenstaande categorieën en zijn bijvoorbeeld radioactieve bronnen, restampullen, telpotjes, telmatjes e.d.
- Afgedankte ingekapselde radioactieve bronnen, radioactieve rookmelders e.d. worden door de SBE verzameld voor afvoer naar de COVRA. De kosten ervan zullen worden doorberekend naar de afdeling.
- Restampullen. Liefst in de originele verpakking, voorzien van afscherming en met radioactiviteit-symbool aanbieden bij de SBE.
- Lege bronhouders met loodafscherming kunnen eveneens via de SBE worden afgevoerd.




- Telpotjes van veegproeven e.d. worden apart ingezameld in 60 liter dekselvaten.



3. Ophalen van radioactief afval uit de radionuclidenlaboratoria

Medewerkers van Afvalbeheer accepteren alleen afval dat aan de volgende voorwaarden voldoet:

- Het op te halen afval staat gereed op een vaste plek in de radionuclidenruimte, bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de toegangsdeur.
- De afvalvaten zijn schoon aan de buitenzijde en goed afgesloten met het deksel.
- De jerrycans zijn schoon aan de buitenzijde goed afgesloten met de dop.
- Voor afvalbeheer wordt op elk aangeboden vat een ingevulde schoonverklaring aangebracht tezamen met de - ingevulde- gele sticker "Radioactief afval":

Dit vat met radioactief afval kan worden meegenomen	
<input type="checkbox"/> vat is goed afgesloten	
<input type="checkbox"/> RA-sticker is geplakt en ingevuld	
<input type="checkbox"/> Vat is NIET besmet	
Gecontroleerd door:	
.....	
d.d.	

Ophalen:

Op vaste tijden halen de medewerkers van Afvalbeheer het afval op vanuit de radionuclidenlaboratoria.

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-2.0: Opslag en afvoer radioactief afval door de SBE

Versie	7
Publicatiedatum	maandag 8 april 2024, 15:47:00
Datum laatste goedkeuring	maandag 8 april 2024, 15:47:00
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

Inleiding

Radioactieve stoffen met een halveringstijd van minder dan 100 dagen worden maximaal 2 jaar opgeslagen met het oog op fysisch verval tot niet-radioactieve afvalstoffen. Deze handeling wordt "uitstralen" genoemd en vindt plaats in het B-complex op de C0-83. Ook langlevend en/ of hoogactief afval, overtollige bronnen worden tijdelijk opgeslagen in C0-83 voor hergebruik of afvoer naar de COVRA.

Aanleveringsvoorwaarden:

- Radioactief afval op de Afdeling wordt uitsluitend verzameld in de daarvoor bedoelde afvalvaten zoals beschreven in het basisdocument op Zenya [B4-1.0: Radioactief afvalverwerking op de afdeling](#).
- Afval dat niet radioactief besmet is wordt niet geaccepteerd: gebruik hiervoor de reguliere afvalstromen
- De verpakking is aan de buitenzijde schoon.
- De verpakking is zorgvuldig gesloten (voor SZA afval zie [Zenya procedure](#))
- De verpakking is voorzien van de sticker (RADIOACTIEF AFVAL) om een duidelijk onderscheid te maken t.o.v. andere afvalstromen



- Op de sticker is aangegeven is welk radionuclide(n) het betreft, de geschatte maximale activiteit(en), afdeling en locatie.
- Ieder aangeboden vat is voorzien van een ingevulde schoonverklaring.
- Afvalbeheer controleert of de vaten zijn voorzien van deze stickers en bijbehorende schoonverklaring. Vaten met onvolledige gegevens worden niet geaccepteerd.
- De volgende afvalvaten kunnen worden aangeboden:



10 liter jerrycan



SZA vat



RALA vat



naaldenbeker

Inboeken RA-afval

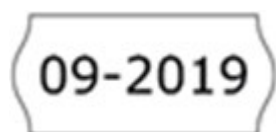
- Voor registratie van de aantallen afvalvaten worden alle RA-afvalvaten voorzien van een ronde sticker met oplopend nummer.
 Jerrycan: rode sticker (referentie: Seton Consa 2 RGE of hetetiket.nl 701)
 SZA vaten: groene sticker (referentie Seton Consa 2 VRT)
 RALA vaten: gele sticker (referentie Seton Consa 2 JNE)



Voor het jaarverslag worden de totalen over het afgelopen jaar doorgegeven.

Opslagperiode afval

Alle afvalvaten worden gedurende 12 maanden opgeslagen t.b.v. radioactief verval tot beneden de vrijstellingsgrens. Al dit afval wordt gestickerd met maand-jaartal waarop het afval afgevoerd kan worden, zie onderstaand voorbeeld.



Uitzondering zijn afvalvaten met H-3, C-14, F-18 of Tc-99m: deze kunnen na een week worden afgevoerd naar Afvalbeheer. Na registratie met een nummersticker kunnen ze op een transportkar geplaatst worden. Na (minimaal) een week kan een volle transportkar aangeboden worden aan Afvalbeheer. Vaten met H-3 of C-14 afval zitten altijd beneden de vrijstellingsgrens en kunnen in principe direct weg. Vanuit logistiek oogpunt worden deze vaten net zo behandeld als F-18 of Tc-99m. Naaldenbekers worden gedurende 6 maanden opgeslagen in het labrynt. Na eindcontrole worden de naaldenbekers ingepakt in kartonnen dozen.

In de onderstaande tabel staan de meest gebruikte nucliden, hun halfwaardetijd en de praktische opslagtijd:

Nuclide	Halfwaardetijd (T½)	10 x T½ (afgerond)	Praktische opslagtijd
F-18	1,8 uur	1 dag	1 week
Tc-99m	6 uur	2,5 dagen	1 week
Y-90	2,7 dagen	1 maand	12 maanden
In-111	2,8 dagen	1 maand	12 maanden
I-131	8 dagen	3 maanden	12 maanden
Ra-223	11,4 dagen	4 maanden	12 maanden
P-32	14,3 dagen	5 maanden	12 maanden
Cr-51	28 dagen	9 maanden	12 maanden
I-125	60 dagen	19 maanden	12 maanden
S-35	87 dagen	2,5 jaar	12 maanden
H-3	12 jaar	n.v.t.	i.h.a. << vrijstellingsgrens
C-14	5730 jaar	n.v.t.	i.h.a. << vrijstellingsgrens

- Tip: verplaats de RA sticker naar het deksel van het vat, om te voorkomen dat deze er na 12 maanden niet meer afgaat.

- Als de afvalvaten voorzien zijn van een rode, gele of groene nummersticker en een sticker met de afvoerdatum, kunnen ze in de stelling worden geplaatst in het vak met de maand van afvoeren. De vakken zijn voorzien van magnetische bordjes met daarop de maand van binnekomsst en van afvoer.



- De stellingen waar het afval wordt opgeslagen zijn verdeeld in 12 vakken. Ieder vak heeft drie legplanken. Per legplank kunnen 6 RALA of 8 SZA vaten staan. Er kunnen maximaal 3×6 tot $8 = 24$ vaten per maand opgeslagen worden.
- Als de naaldenbekers zijn voorzien van een sticker met afvoerdatum, kunnen ze in een vak in het labrynt geplaatst worden. Verplaats de RA sticker naar het deksel, om te voorkomen dat deze er niet meer afgaat.
- Om opslagruimte te besparen, kunnen vaten met H-3, C-14, F-18 of Tc-99m direct op de kar worden gezet. Deze kunnen namelijk na een week al weg. Voordat de kar vol is, is dit ruimschoots gehaald.

criterium en eindcontrole

Na 12 vakken is de cyclus rond en komt men bij een vol vak aan. Dit afval heeft dan 12 maanden gestaan en kan worden afgevoerd. Uitgestraald afval wordt **altijd** voordat het wordt afgevoerd via een reguliere afvalstroom gecontroleerd op restactiviteit (1^e controle).

- Het meten van eventuele restactiviteit in afvalvaten wordt uitgevoerd in een van de twee testopstellingen in de tankruimte en in de kluisruimte. Beiden bestaan uit een Mini-Monitor met NaI-scintillatiedetector in een loodkasteel. Het afval is niet (meer) radioactief als er geen detecteerbare restactiviteit is.
- Afval dat nog radioactiviteit bevat wordt teruggezet en opnieuw opgeslagen voor verval. Alleen de datumsticker hoeft aangepast te worden.
- Voordat het afval afgevoerd wordt, worden alle RA-symbolen van de verpakking verwijderd, zwart gemaakt of overgestickerd zodat deze niet meer herkenbaar zijn. Dit geldt ook voor de naaldenbekers.
- Let op: de ADR transportetiketten op de vaten moeten goed leesbaar blijven.
- Als eindcontrole (2^e controle) wordt al het afval ook nog door de detectiepoorten bij Afvalbeheer gereden. Als de detectiepoorten niet reageren kan het afval conform de eisen worden afgevoerd.
- Mochten onverhoopt de detectiepoorten reageren, dan wordt het bewuste afvalvat apart gezet en gaat deze terug naar B0-83.
 - RALA vaten kunnen weg als bedrijfsafval (perscontainer)
 - SZA vaten kunnen weg als SZA (blauwe zeecontainer)
 - Naaldenbekers in kartonnen dozen met klasse 6.2 sticker met "Oververpakking" en UN3291
 - Jerrycans kunnen vrijwel altijd weg als waterig chemisch afval

Administratie

Alle ontvangen afvalvaten/ -containers e.d. met een inhoud van 5 liter of meer krijgen een olopend volgnummer. Voor het jaarverslag worden de totalen over het afgelopen jaar opgegeven. (Afgedankte) ingekapselde bronnen, ijkbronnen, rookmelders e.d. worden geregistreerd door de SBE met het oog op doorberekening voor afvoer naar de COVRA..

Afval

Het afval dat op C0 in opslag is bestaat grofweg uit vast en vloeibaar afval.

1. VLOEIBAAR AFVAL

1.1 Jerrycans

Deze 10 liter jerrycans zijn afkomstig uit de radionuclidenlaboratoria. Controleer altijd of de dop goed is aangedraaid. Het afval is doorgaans ingedeeld als "waterig chemisch afval". Dit afval krijgt, naast de afvoerdatum, een rode volgnummersticker. Na 12 maanden uitstralen gaat dit afval als waterig chemisch afval weg.



1.2 Jerrycans met Cr-51

Hoge concentraties Cr-51 oplossingen worden in 10 liter Jerrycans verzameld en door de laboratoriummedewerkers zelf naar de SBE gebracht. Medewerkers van Afvalbeheer nemen dit afval niet mee. Dit afval is ingedeeld als "waterig chemisch afval".

Na 12 maanden uitstralen wordt de inhoud overgegoten in een jerrycan en gaat als waterig chemisch afval weg.



1.3 Plastic telflesjes met vloeistof

Telpotjes met telvloeistof worden op de afdeling verzameld in zwarte 60 liter dekselvaten of stevige plastic zakken. Volle vaten of zakken worden naar de SBE gebracht. De meeste telpotjes zijn afkomstig van veegproeven en bevatten geen activiteit. De rest kan P-32, S-35, H-3 of C-14 bevatten. De telvloeistof bevat onder meer 1,2,4-trimethylbenzeen.

Na ten minste 3 maanden uitstralen gaat het afval weg als organisch afval in kleinverpakking onder UN-code: UN1993 FLAMMABLE LIQUID, N.O.S. (not viscous) (1,2,4-trimethylbenzene).



1.4 Radioactief afvalwater in decay-tanks

Decay-tanks zijn aangesloten op het riool van de verpleegafdeling Nucleaire Geneeskunde (8e etage). Iedere tank heeft een inhoud van 12m³. In totaal zijn er vier tanks. Al het vuilwater/ afvalwater van patiënten behandeld met I-131 (T_{1/2} = 8 dagen) worden in deze tanks verzameld. De tanks zijn genummerd 5,6,7 en 8.

Ten minste één tank blijft ter beschikking voor eventuele calamiteiten zoals bijvoorbeeld voor de opvang van afvalwater uit de overstroomput van de lekbak waar de tanks in staan. Er is ook een aansluiting voor een tankwagen aanwezig.



- Het niveau is visueel afleesbaar met een peilschaal en elektronisch via het GBS. Bij een vullingsgraad van 80% waarschuwt het GBS de Storingsdienst van Infra. Deze neemt contact op met de SBE. De SBE wisselt dan van tank. De volle tank wordt afgesloten en gedurende 6 maanden uitgestraald.
- Als een tank in gebruik wordt genomen, dan wordt deze aangesloten op het riool van C8 en voorzien van een bordje "in gebruik" met een startdatum.
- Als de tank vol is, d.w.z. gevuld tot 80% van de inhoud, wordt deze afgesloten en voorzien van bordje "vol" met een lozingsdatum. De lozingsdatum is 6 maanden na afsluiten.
- Na uitstralen (6 maanden) wordt een monster uit de tank genomen en gemeten door middel van vloeistof scintillatietelling (LSC). De inhoud van een decay-tank wordt pas geloosd op het regulier riool, nadat de meting heeft aangetoond dat maximaal te lozen activiteit niet wordt overschreden.
- De lege tank wordt voorzien van een bordje "leeg". De controlemeting wordt gearhiveerd t.b.v. Het jaarverslag.

2. VAST AFVAL

2.1 Zwarte Rala-vaten

De radioactief laboratorium afvalvaten (Rala-vaten) zijn afkomstig van de radionuclidenlaboratoria (C-labs en B-labs) of van Nucleaire geneeskunde (NuGe). De Rala-vaten worden door Afvalbeheer naar de afvaltussenopslag C0-202. Het afval is ingedeeld als restafval. Dit afval krijgt, naast de afvoerdatum, een gele volgnummersticker.

Na 12 maanden uitstralen gaat dit afval als zodanig weg.



2.2 Blauwe SZA-vaten

Deze zijn afkomstig van de radionuclidenlaboratoria (C-labs en B-labs), van Nucleaire Geneeskunde (NuGe) op C2 of van het Proefdiercentrum (PDC) op E0. Deze vaten bevatten radioactief besmet specifiek ziekenhuisafval (SZA).



De SZA-vaten worden door Afvalbeheer naar de afvaltussenopslag C0-202 gebracht. Dit afval krijgt, naast de afvoerdatum, een groene volgnummersticker.

Na één week tot 12 maanden uitstralen gaat dit afval als SZA naar de ZAVIN.

2.3 Naaldenbekers

Volle naaldenbekers worden de gebruikers of door Afvalbeheer naar C0-202 gebracht en kunnen afkomstig zijn van:

- NuGe C2 en C0 (Tc-99m)
- PDC op E0 (Tc-99m en In-111)
- Angiokamer van de Radiologie (Y-90).
- Röntgen toedienkamer C2-243 (Y-90).

De naaldenbekers worden voorzien van een sticker met afvoerdatum en op volgorde van binnenkomst op de stelling in het labyrint geplaatst.

Na 3-6 maanden uitstralen worden de naaldenbekers na eindcontrole ingepakt in een kartonnen omverpakking en afgevoerd naar Afvalbeheer voor vernietiging door de ZAVIN.



2.4 Loodpotjes al dan niet met inhoud.

Loodpotjes al dan niet gevuld met glazen flesjes, ampullen of capsules radioactieve stof worden door de gebruiker of door Afvalbeheer naar C0-202 gebracht. Deze zijn afkomstig van NuGe C2/C8 (capsules, flesjes) of de radionuclidenlaboratoria (restant label).

- De loodpotjes worden verzameld in de bak "vuil" op de kar in C0. Als de bak vol is, worden de loodpotjes opengemaakt en op radioactiviteit gecontroleerd.
- Loodpotjes met inhoud die niet meer radioactief is worden ontdaan van hun inhoud, kunststof buitenmantel en van eventuele RA-symbolen aan de buitenzijde. De inhoud (glazen flesjes, capsules e.d.) en buitenmantel wordt als SZA-afval afgevoerd.
- Het lege loodpotje wordt in de bak "schoon" geplaatst. Als de bak vol is, gaat deze als oud lood naar Afvalbeheer.

2.5 Afvalzakken

Deze zijn afkomstig uit de patiëntenkamers van de NuGe op C8. Dit afval bestaat uit huishoudelijk afval en beddengoed, is besmet met I-131 en komt via de goederenlift naar C0-79.

Deze afvalzakken worden gestickerd met een afvoerdatum en in de stelling geplaatst. Na 3 maanden worden de zakken, na controle op restactiviteit, afgevoerd.

- **Huishoudelijk afval.** Huishoudelijk afval zit altijd in zwarte zakken. Uitgestraalde zakken gaan weg als restafval in de groene rolcontainer. Als de groene rolcontainer vol is, wordt deze na een extra week aangeboden aan Afvalbeheer.



- **Beddengoed.** Beddengoed zit altijd in blauwe afvalzakken en wordt direct verzameld in zgn. draadcontainers voor wasgoed. Als zo'n container vol is, wordt deze ten minste twee maanden apart gezet om verder uit te stralen. Uitgestraald beddengoed gaat na eindcontrole door de detectiepoortjes bij Afvalbeheer terug naar de linnenkamer voor transport naar de wasserij. In de gang C0-00 staat een draadkar waar dit beddengoed in kan.



2.6 Proefdierkadavers

Radioactief besmette proefdieren worden ingevroren bewaard bij -20oC in een SZA-vat in de vrieskist. De activiteit van dit afval ligt beneden de vrijstellingsgrens. Als het SZA-vat vol is wordt deze afgesloten en dezelfde dag naar Afvalbeheer gebracht voor direct transport naar de ZAVIN. Dit wordt van tevoren afgestemd met Afvalbeheer.

2.7 Nuclidengeneratoren

Gebruikte generatoren worden in hun originele transportverpakking door de NuGe naar C0-202 gebracht. Controleer of NuGe de rode of groene checklist heeft ingevuld en de bijbehorende retourpapieren heeft bijgevoegd. Controleer of de trackingcode op de verpakking overeenkomt met die op het retourformulier.

Er zijn twee typen nuclidengeneratoren:

- **99 Mo /99m Tc generator (Ultratechnekow)**
De Ultratechnekow (99Mo, T1/2 = 66 uur) bevat nog te veel restactiviteit en kan pas 6 weken na ontvangst worden teruggestuurd.
Deze generator wordt direct verzendingsgereed gemaakt met de stickers uit de retourpapieren. De restactiviteit (1 Mbq) en transportindex (0) wordt ingevuld op het transportformulier. Het transportformulier wordt na ondertekening bij de transportverpakking gehouden. Na 6 weken opslag wordt het geheel aangeboden worden aan de transporteur.
- **81 Rb /81m Kr generator (Kryptoscan)**
De Kryptoscan (81Rb, T1/2 = 4,6 uur) kan al na 1 week na ontvangst worden teruggestuurd.
Deze generator wordt direct verzendingsgereed gemaakt met de stickers uit de retourpapieren. Er hoeft geen restactiviteit en transportindex worden ingevuld op het transportformulier. Het transportformulier wordt na ondertekening bij de transportverpakking gehouden. Na 1 week opslag wordt het geheel aangeboden worden aan de transporteur.

3. GESLOTEN BRONNEN

3.1 Oogschildjes van de Brachytherapie (Ru-106)

De oogschildjes die niet meer door Brachytherapie worden gebruikt, worden naar de SBE gebracht en opgeslagen. Er is een speciale loodpot in kluis 3. Deze schildjes kunnen incidenteel nog door Brachytherapie worden opgehaald om te gebruiken.

Ru-106 heeft een halfwaardetijd van 373 dagen. Schildjes die niet meer gebruikt worden, gaan daarom naar de COVRA.

De schildjes staan geregistreerd met hun code, activiteit en de opslaglocatie in:



3.2 Overige bronnen

Bronnen of apparaten die bronnen bevatten en die niet (meer) worden gebruikt worden voor opslag naar de SBE gebracht. Deze bronnen worden gebruikt voor onderzoek. Afgedankte bronnen worden verzameld voor transport naar de COVRA (doorgaans eens in de vijf jaar). De verwerkingskosten worden doorberekend naar de ontdoener.

Enkele voorbeelden:

- IJkbronnen voor Gammacamera's van de NuGe
- IJkbronnen en demonstratiebronnen
- Rookmelders

Alle functionele of afgedankte bronnen in opslag bij de SBE zijn geregistreerd door de SBE onder meer ten behoeve van de jaarrapportage, en afvoerkosten..

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-4.0 Periodieke controle van ingekapselde radioactieve bronnen (lektesten)

Versie	1
Publicatiedatum	donderdag 25 november 2021, 14:47:05
Datum laatste goedkeuring	vrijdag 30 mei 2025, 13:42:48
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

Doel

Dit voorschrift is bestemd voor toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming (TMS) en beschrijft de periodieke controle van ingekapselde radioactieve bronnen op lekkage binnen het LUMC en Universiteit Leiden.

Definities

Ingekapselde bron

Ingekapselde bronnen zijn radioactieve stoffen die:

- Ingebed zijn in vast niet-radioactief dragermateriaal
- Gehecht aan vast niet-radioactief dragermateriaal
- Omgeven zijn door een omhulling van niet-radioactief materiaal

Zodanig dat het dragermateriaal en/of de omhulling voldoende weerstand bieden om onder normale gebruiksomstandigheden elke verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen.



Lektest

Veegtest om na te gaan of er geen scheuren of breuken in de inkapseling van een gesloten bron zitten. Deze kunnen het gevolg zijn van stoten of vallen maar ook de inwerking van de ioniserende straling kan leiden tot het broos worden van (kunststof) omhulsels. De frequentie van de test is afhankelijk van het radionuclide, de activiteit van de bron en de radiotoxiciteit.

Een ingekapselde bron wordt beschouwd lek te zijn wanneer de afgewreven activiteit bij een lekttest aan de broncapsule meer bedraagt dan:

- 18,5 Bq bij α -emitters
- 185 Bq bij andere radionucliden

Wanneer alleen de bronhouder geveegd kan worden is de bron lek als de afgewreven activiteit aan de bronhouder meer is dan:

- 1,85 Bq bij α -emitters
- 18,5 Bq bij andere radionucliden

Afwrijfbaar activiteit

Activiteit die tijdens decontaminatie of een veegtest afgewreven kan worden op een tissue of wattenstaaf.

Controle van de ingekapselde bron

De controle van ingekapselde bronnen bestaat uit een visuele controle en een lekttest.

Visuele controle

De visuele controle van een ingekapselde radioactieve bron moet minimaal één keer per jaar plaatsvinden. Tijdens deze controle wordt op de volgende punten gelet:

- Bevindt de ingekapselde bron zich in de ruimte zoals aangegeven in de Interne Toestemming?
- Ziet de bron eruit zoals verwacht? Vergelijk de bron eventueel met een foto.
- Vertoont de bron geen visueel waarneembare gebreken, zoals deuken, krassen of breuken?

- Is de gegevensregistratie correct?

Lekcontrole

De lekcontrole wordt door middel van een veegtest uitgevoerd en getoetst aan de norm. De frequentie van de lekcontroles wordt bepaald door de activiteit en de radiotoxiciteit.

De lekttest wordt uitgevoerd door de TMS, mits op het niveau van toezichthoudend medewerker stralingsbescherming voor verspreidbare radioactieve stoffen of op het niveau van coördinerend deskundige. Indien hier niet aan kan worden voldaan kan een verzoek worden ingediend om de lekttest door een stralingsdeskundige van de Stralingsbeschermingseenheid te laten uitvoeren.

De frequentie van de visuele controle en veegtest is ten minste een maal per jaar. Voor bronnen met een lage activiteit (0,02 Reinh en < 1MBq) of bronnen die een gasvormige radioactieve stof bevatten is geen lekcontrole vereist.

Om aan te sluiten bij wet- en regelgeving wordt de term afgewreven activiteit gehanteerd. Onder afgewreven activiteit wordt die activiteit verstaan die bij de lekcontrole van de broncapsule wordt verwijderd.

Een ingekapselde bron wordt beschouwd lek te zijn wanneer de afgewreven activiteit meer bedraagt dan 185 Bq. Wanneer niet de broncapsule maar de bronhouder wordt geveegd moet deze waarde door 10 worden gedeeld. Wij hanteren een ander criterium aangezien metingen in Bq niet in alle gevallen mogelijk is. Indien er afgewreven activiteit meetbaar is, dan wordt de bron als lek beschouwd. Zie onderstaande formule:

$$LD = 4,65 \sqrt{BKGND} \text{ (totaal aantal counts)}$$

Deze formule is toepasbaar indien de veegproef als paar gemeten worden en dat er, per monster, ten minste 70 counts verzameld worden.

BKGND (CPM)	Count time (min)	LD (bruto CPM)	LD (netto CPM)	Opmerking
10	1	25	15	De teltijd van 1 minuut is tekort.
15	1	33	18	De teltijd van 1 minuut is tekort.
20	1	41	21	De teltijd van 1 minuut is tekort.
10	10	15	5	Boven 15 CPM: significant verhoogd.
15	10	21	6	Boven 21 CPM: significant verhoogd.
20	10	27	7	Boven 27 CPM: significant verhoogd.

- Voer voldoende veegtesten uit om een betrouwbare controle uit te voeren.
- Gebruik filtreerpapier (bijvoorbeeld Whatman no. 1) in een formaat van 1 x 1 cm of wattenstaafjes. Hanteer filtreerpapier met een pincet.
- Bevochtig voor gebruik het filtreerpapier / wattenstaafje met water.
- Veeg het oppervlak van de bron of bronhouder en plaats het veegmonster in een telpotje. Knip na veegen het kopje van het wattenstaafje af.
- Veeg een schoon (niet besmet) oppervlak en gebruik deze als background
- Veeg kritische locaties rondom de bronhouder of ECD.
- Tel de monsters in een Vloeistofscintillatie Teller (LSC). Gebruik het programma veegproef [radionuclide] (zie iProva [Instellingen vloeistofscintillatieteller \(LSC\)](#)).
- De metingen worden weergegeven in CPM. Monsters met een activiteit die significant boven de achtergrond is geven aan dat de bron lek is.
- Indien de bron lek blijkt te zijn, mag de bron niet meer worden gebruikt en dient de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACSD) zo spoedig mogelijk te worden gewaarschuwd.

Bij een verdenking op een lek van de ingekapselde bron (ook bij een afgewreven activiteit < 18,5 Bq), wordt de broncapsule of bronhouder schoongeveegd en wordt de lekttest herhaald na 7 dagen. Totdat definitief is zeker gesteld

dat de ingekapselde bron niet lek is, wordt deze als open radioactieve stof beschouwd. Ingekapselde bronnen waarvan niet met zekerheid kan worden vastgesteld dat zij niet lek zijn, worden als potentieel lekke bron overgedragen aan de Stralingsbeschermingseenheid.

Administratie

Bij het uitvoeren van controles (visueel en lek) van ingekapselde bronnen worden de volgende gegevens geregistreerd: naam van de uitvoerder en verantwoordelijke, datum controle, bronidentificatie (bronnummer), afgewreven activiteit, methode van de lekttest. De gegevens en resultaten van een controle worden ten minste 5 jaar bewaard en op verzoek aan de SBE beschikbaar gesteld.

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-5.0 Periodieke controle op radioactieve oppervlaktebesmetting (veegtsten)

Versie	1
Publicatiedatum	donderdag 25 november 2021, 14:57:33
Datum laatste goedkeuring	vrijdag 30 mei 2025, 13:43:01
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

Doel

Dit voorschrift is bestemd voor toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming (TMS) en beschrijft de periodieke controle op radioactieve oppervlaktebesmetting binnen het LUMC en de Universiteit Leiden.

Definities

Besmetting

Ongewenste aanwezigheid van radioactieve bronnen dat een besmettingsrisico kan vormen voor werknemers.

Oppervlaktebesmetting

Oppervlakte met een afwrijfbare of niet-afwrijfbare α -, γ - of β -activiteit. Het gevaar van een afwrijfbare activiteit is de verspreiding en kans op inwendige besmetting. Het gevaar van een niet-afwrijfbare besmetting is uitwendige bestraling. Er zijn wettelijke grenzen vastgesteld voor afwrijfbare besmettingen in radiologische ruimten:

- Voor γ - of β - stralers 4 Bq/cm² gemiddeld over 300 cm².
- Voor α - emitters 0,4 Bq/cm² gemiddeld over 300 cm².

Besmette voorwerpen die een radiologisch ruimte verlaten mogen een afwrijfbare besmetting hebben niet hoger dan 1/10 van de genoemde waarden.

Afwrijfbare activiteit

Activiteit die tijdens decontaminatie of een veegtest afgewreven kan worden op een tissue of wattenstaaf.

Niet-afwrijfbare activiteit

Activiteit die na decontaminatie achterblijft op het besmette oppervlak en niet (meer) te verwijderen is.

Meetinstrument

Instrument dat geschikt is voor het meten van ioniserende straling. Voor de keuze van het instrument wordt gelet op het type straling en de energie van die straling. Voor besmettingscontrole zijn de volgende meetinstrumenten gebruikelijk:

- Vloeistof Scintillatie Telling (LSC). Deze techniek is bruikbaar voor α -, β - en γ -emitters maar bij uitstek geschikt voor β -emitters met een $E_{\beta, \max} < 150$ KeV.



- GM-buis, geschikt voor een snelle opsporing van β -emitters met een $E_{\beta, \max} \gg 150$ KeV en γ -emitters. Gebruik wel een buis met een oppervlak van tenminste 15 cm². Vooral bruikbaar voor opsporing en in beperkte mate analyse. Detecteert vooral puntbesmettingen, minder geschikt voor grote oppervlakken. Alleen bruikbaar voor decontaminatie.



- NaI-kristal idem, maar dan voor "harde" β - en γ -emitters zoals 131I en 51Cr.



- Oppervlaktebesmettingsmonitor (bijvoorbeeld Berthold LB124). Geschikt voor α , γ - en harde β -emitters. Dank zij de ingebouwde bibliotheek kan de activiteit direct in Bq/cm² worden weergegeven.



Controle van het werkoppervlak

De controle van het werkoppervlak kan door gebruik te maken van een Mini monitor, een oppervlaktebesmettingsmonitor of met behulp van een veegtest. De Mini monitor of de oppervlaktebesmettingsmonitor is niet geschikt voor zachte bèta-emitters, zoals ³H, ¹⁴C of ³⁵S. Gebruik hiervoor een veegtest.

Monitoren

- Gebruik een geschikte handmonitor (zie definities), schakel deze in en controleer de conditie van de batterijen.
- Registreer eerst het achtergrond niveau.
- Houdt de buis ongeveer 1 cm van het oppervlak en beweeg deze langzaam over het oppervlak.
- Uitslagen tweemaal boven de achtergrond (Mini monitor) of 4 Bq/cm² (Berthold) geven een besmetting aan. Deze moeten gedecontamineerd worden.
- Leg de resultaten vast.

Veegtest

Deze methode is geschikt voor het controleren op besmettingen en geconstateerde (rest)besmettingen.

- Neem voldoende veegtesten om een betrouwbare controle uit te voeren.
- Gebruik filtreerpapier (bijvoorbeeld Whatman no. 1) in een formaat van 1 x 1 cm. Hanteer deze met een pincet.
- Bevochtig voor gebruik het filtreerpapier met water.
- Veeg een schoon (niet besmet) oppervlak en gebruik deze als background
- Veeg kritische locaties zoals werkoppervlakken, deurkrukken, handvaten e.d.
- Veeg een oppervlak van 10 x 10 cm (100 cm²) en plaats het filtreerpapier in een telpotje.
- Analyseer de monsters in een vloeistofscintillatie teller (LSC). Gebruik het programma veegproef [radionuclide] (zie iProva [B4-3.0 Instellingen vloeistof scintillatie teller \(LSC\)](#)).
- Monsters met een activiteit significant boven de achtergrond worden als besmet beschouwd. Zie onderstaande formule:

$$LD = 4,65 \sqrt{BKGND} \text{ (totaal aantal counts)}$$

Deze formule is toepasbaar indien de veegproef als paar gemeten worden en dat er, per monster, ten minste 70 counts verzameld worden.

BKGND (CPM)	Count time (min)	LD (bruto CPM)	LD (netto CPM)	Opmerking
10	1	25	15	De teltijd van 1 minuut is tekort.
15	1	33	18	De teltijd van 1 minuut is tekort.
20	1	41	21	De teltijd van 1 minuut is tekort.
10	10	15	5	Boven 15 CPM: significant

				verhoogd.
15	10	21	6	Boven 21 CPM: significant verhoogd.
20	10	27	7	Boven 27 CPM: significant verhoogd.

Decontaminatie

- Draag nitril onderzoekshandschoenen
- Neem een vochtig reinigingsdoekje (bijvoorbeeld Wecoline) en wrijf over de plek. Niet uitsmeren, maar met een korte ophalende beweging over de plek gaan.
- Het reinigingsdoekje als besmet afval wegdoen.
- Controleer met de (besmettings)monitor of er activiteit op het reinigingsdoekje zit / of dat de waarde beneden 4 Bq/cm² is. Herhaal desnoods de reiniging.
- Is het reinigingsdoekje niet besmet, dan geeft het oppervlak geen besmetting meer af en kan het vrijgegeven worden.

ONBEHEERDE AFDRUK

B4-6.0 Controle besmettingsmonitor

Versie	1
Publicatiedatum	dinsdag 14 december 2021, 09:13:20
Datum laatste goedkeuring	vrijdag 13 juni 2025, 09:52:19
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

Doel

Het controleren van de werking van een (besmettings)monitor.

Controle GM buis

De Mini Monitor uitgerust met een grootvenster GM buis (bijvoorbeeld type EP15FL) kan gecontroleerd worden met de ^{14}C -bron en de ^{32}P bron.

Controle scintillatiedetector

De Mini Monitor uitgerust met een scintillatiedetector (bijvoorbeeld type 44A) kan gecontroleerd worden met de ^{32}P bron en de ^{129}I bron.

Gebruikte bronnen

^{14}C bron

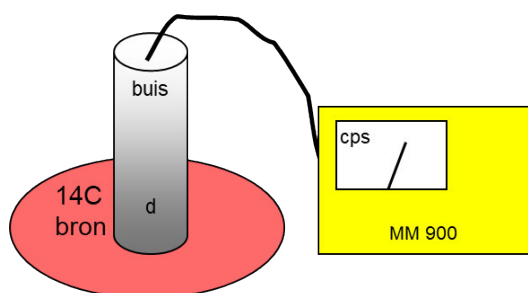
Type C-14 AB RF83

Diameter: 19,8 cm (308 cm²)

Activiteit: 3,81 kBq op 12 oktober 1982

Methode:

- Meet de diameter op in cm van het venster van de buis.
- Meet de achtergrondstraling.
- Plaats de detector voorzichtig op de bron.
- Noteer het netto aantal counts per seconde (CPS) en lees het resultaat af in de tabel.



Tabel

	EP15FL						
Diameter d (cm)	4,37	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Oppervlak (cm ²)	14,99	0,79	3,14	7,07	12,56	19,63	28,26
Netto cps	Efficiency						
1	1	21	5	2	1	1	1
2	2	41	10	5	3	2	1
3	3	62	15	7	4	2	2
4	4	82	21	9	5	3	2
5	5		26	11	6	4	3

6	6	31	14	8	5	3
7	8	36	16	9	6	4
8	9	41	18	10	7	5
9	10	46	21	12	7	5
10	11	51	23	13	8	6
12	13	62	27	15	10	7
14	15	72	32	18	12	8
16	17	82	37	21	13	9
18	19	93	41	23	15	10
20	22		46	26	16	11
22	24		50	28	18	13
24	26		55	31	20	14
26	28		59	33	21	15
28	30		64	36	23	16
30	32		69	39	25	17
32	35		73	41	26	18
34	37		78	44	28	19
36	39		82	46	30	21
38	41		87	49	31	22
40	43		92	51	33	23
42	45		96	54	35	24
44	47			57	36	25
46	50			59	38	26
48	52			62	40	27
73	79			94	60	42

³²P bron

Type: ⁹⁰Sr "the Nucleus"

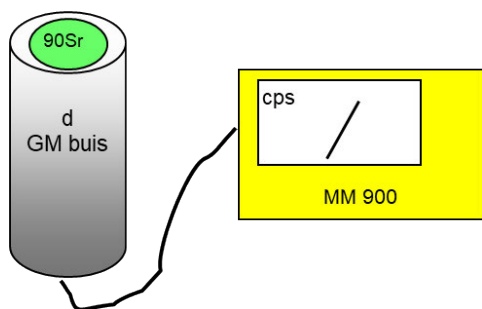
Diameter: 2,5 cm (5 cm²)

Activiteit: 0,1 µCi (37 kBq) op 12 oktober 1982

Methode:

- Meet de diameter op in cm van het venster van de buis.
- Meet de achtergrondstraling.
- Plaats de ijkbron voorzichtig op de detector.

- Noteer het netto aantal counts per seconde (CPS) en lees het resultaat af in de tabel.



Tabel

	EP15FL	44A			
Diameter (cm)	4,37	3,20	3,00	4,00	5,00
Oppervlak (cm ²)	14,99	8,04	7,07	12,56	19,63
Netto cps	Efficiency				
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
10	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
20	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
30	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
40	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
50	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
60	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
70	10	10	10	10	10
80	11	11	11	11	11
90	13	13	13	13	13

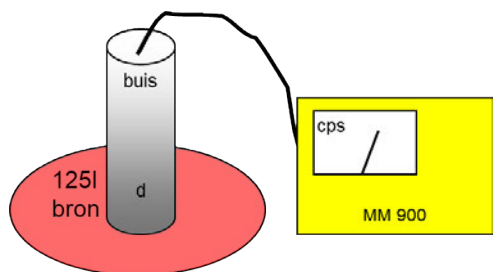
100	14	14	14	14	14
150	21	21	21	21	21
200	29	29	29	29	29
250	36	36	36	36	36
300	43	43	43	43	43
350	50	50	50	50	50
400	57	57	57	57	57
450	64	64	64	64	64
500	71	71	71	71	71

¹²⁹I bron

Type ¹²⁵I RF83 I-129 mock
Diameter 19,8 cm (308 cm²)

Methode:

- Meet de diameter op in cm van het venster van de buis.
- Meet de achtergrondstraling.
- Plaats de detector voorzichtig op de bron.
- Noteer het netto aantal counts per seconde (CPS) en lees het resultaat af in de tabel.



Tabel

	EP15FL	44A			
Diameter d (cm)	3,20	3,20	3,00	3,50	4,00
Oppervlak (cm ²)	8,04	8,04	7,07	9,62	12,56
Netto cps					
1	1,7	1,7	2,0	1,4	1,1
2	3,5	3,5	3,9	2,9	2,2
3	5,2	5,2	5,9	4,3	3,3

4	6,9	6,9	7,9	5,8	4,4
5	8,7	8,7	9,9	7,2	5,5
6	10	10	12	8,7	6,7
7	12	12	14	10	7,8
8	14	14	16	12	8,9
9	16	16	18	13	10
10	17	17	20	14	11
12	21	21	24	17	13
14	24	24	28	20	16
16	28	28	32	23	18
18	31	31	35	26	20
20	35	35	39	29	22
25	43	43	49	36	28
30	52	52	59	43	33
35	61	61	69	51	39
40	69	69	79	58	44
45	78	78	89	65	50
50	87	87	99	72	55
55	95	95		80	61
60				87	67
65				94	72
70				100	78

ONBEHEERDE AFDRUK

B5-1.0 Taken en verantwoordelijkheden (poli)klinische behandeling met open radioactieve bronnen

Versie	1
Publicatiedatum	woensdag 17 oktober 2018, 14:21:09
Datum laatste goedkeuring	dinsdag 21 januari 2025, 10:11:01
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1. Inleiding

Dit document beschrijft de taken en verantwoordelijkheden van Sectie Nucleair Geneeskundige (Radiologie) m.b.t. de (poli)klinische patiëntbehandeling met open radioactieve bronnen enerzijds, en de stralingshygiënische taken en verantwoordelijkheden van de stralingsbeschermingseenheid (SBE), onderdeel van VGM/HRM t.a.v. de werknemers, de leden van de bevolking en het milieu anderzijds.

Het geeft het kader aan waarbinnen de stralingshygiënische zorg per type (poli)klinische behandeling met open radioactieve bronnen nader dient te worden uitgewerkt.

Sectie Nucleaire Geneeskunde volgt de aanbevelingen voor Het werken met therapeutische doses radionucliden. De Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (NVNG) heeft tevens aanbevelingen opgesteld, die onder meer de optimale hoeveelheden toe te dienen activiteit voor standaard en andere situaties bevatten. Invulling geschiedt middels door sectie Nucleaire Geneeskunde vastgestelde protocollen. Alle behandelingen en onderzoeken door sectie Nucleaire Geneeskunde bij patiënten staan beschreven in het Kwaliteitssysteem van het LUMC (Zenya). De klinisch fysici en toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming(TMS'en) zijn hierbij nauw betrokken.

2. Maximale toe te dienen activiteit

Uitgangspunten bij de bepaling van de maximale activiteit die (poli)klinisch mag worden gegeven, zijn de aanbevelingen van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (NVNG) die onder meer de optimale hoeveelheden toe te dienen activiteit voor standaard en andere situaties bevatten.

De behandelingen en onderzoeken bij patiënten worden uitgevoerd volgens het Kwaliteitssysteem van het LUMC (Zenya) waarbij de klinisch fysicus van sectie Nucleaire Geneeskunde nauw is betrokken.

3. Selectie van patiënten

Op grond van de informatie die door de aanvragende specialist over de patiënt is verstrekt wordt door een Nucleair Geneeskundige of Internist met stralingsdeskundigheid op CD-niveau (of vergelijkbaar) bepaald of de betreffende patiënt in aanmerking komt voor een (poli)klinische behandeling.

Criteria zijn onder meer:

- Maximaal toe te dienen activiteit;
- Woon-/leefomstandigheden van de patiënt. Situaties met kleine kinderen thuis, kleine behuizing of geen aansluiting op de riolering kunnen redenen zijn om niet tot (poli)klinische behandeling over te gaan.
- Incontinentie van patiënten. Zij worden minimaal tot 24 uur na toediening op de verpleegsectie Nucleaire Geneeskunde opgenomen.

4. Informeren van de patiënt

De gedragsregels die de patiënt na toediening dient te volgen ter beperking van de bestraling en besmetting van personen worden tijdig en schriftelijk aan de patiënt bekend gemaakt.

Op de dag van toediening, voorafgaande aan de feitelijke toediening, worden door een Nucleair Geneeskundige of Internist of onder diens verantwoordelijkheid door een assistent-geneeskundige in opleiding (AGIO), de leefregels met de patiënt doorgenomen.

Blijkt dat de patiënt niet aan de gedragsregels kan of wil voldoen, of bestaat er bij de arts twijfel hieromtrent, dan volgt nader overleg met de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD) van VGM alvorens al dan niet tot (poli)klinische behandeling wordt overgegaan.

5. Bestelling/ontvangst/controle radiofarmacon

Sectie Nucleaire Geneeskunde draagt zelf zorg voor de bestelling van het radiofarmacon. De TMS van Nucleaire Geneeskunde houdt toezicht op de bestellingen die uitsluitend via het bestelsysteem van het LUMC (FLITS) kunnen worden gedaan. Via dit systeem wordt de stralingsbeschermingseenheid (SBE) geïnformeerd met vermelding van activiteit, leverdatum en calibratiedatum.

Sectie Nucleaire Geneeskunde controleert en prepareert het radiofarmacon in het B-laboratorium van de apotheek en zet dit vervolgens in een adequate loodafscherming klaar voor toediening in een van de toedienkamers.

6. Toediening

Toediening geschiedt volgens het betreffende protocol in de toedienruimte van Nucleaire Geneeskunde van sectie Nucleaire Geneeskunde door een Nucleair Geneeskundige of Internist met stralingsdeskundigheid CD of onder diens verantwoordelijkheid en na diens schriftelijke opdracht door een persoon, die bekwaam is om deze voorbehouden handeling naar behoren te verrichten.

De verantwoordelijk arts dient zo nodig direct beschikbaar te zijn.

Na orale toediening blijft de patiënt nog 1 uur in een gecontroleerde ruimte nabij de toedienruimte. Indien de patiënt in die periode moet braken dan geschiedt dit in de toedienkamer in een, daartoe bestemde, afsluitbare container. De container wordt daarna onverwijld via de nuclidenlift naar de decay-ruimten van de SBE afgevoerd.

Op de dag van toediening (vaste dag in de week) dient er op de verpleegsectie Nucleaire Geneeskunde (C8-P; LOCK) een bed gereed te staan om een patiënt eventueel op te nemen.

7. Toezicht/controle

De TMS houdt toezicht op de naleving van de vastgestelde stralingshygiënische richtlijnen m.b.t. de behandeling met open radioactieve bronnen. De verpleegafdeling Nucleaire Geneeskunde valt onder direct toezicht van de TMS. Door middel van frequente contacten, klinische lessen wordt aan de functie van de TMS inhoud gegeven.

De schoonmakers worden begeleid en wekelijks vindt er een besmettingscontrole van de afdeling plaats door de TMS en het huishoudelijk afval vindt plaats via de SBE.

8. Registratie

Van iedere therapeutische toediening wordt een registratie bijgehouden volgens het in het betreffende protocol (Zenya) beschreven formulier ter informatie van de SBE.

ONBEHEERDE AFDRUK

B6-0.0: Basisdocument: Werken met gesloten radioactieve bronnen

Versie	4
Publicatiedatum	woensdag 17 oktober 2018, 16:35:16
Datum laatste goedkeuring	dinsdag 23 april 2024, 08:46:54
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1 Inleiding

Voor het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van gesloten bronnen is een Interne Toestemming nodig, afgegeven door de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD; Afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM)).

Gesloten bronnen dienen, voorzover ze thans aangeschaft worden, wat betreft constructie te voldoen aan de International Standard ISO-normen no. 2919/2012 (Sealed radioactive sources),.

Hoewel gesloten bronnen slechts een zeer geringe kans op verspreiding of besmetting opleveren, dient men er toch voldoende aandacht aan te schenken. Gesloten bronnen kunnen door breuk (stoten, vallen, inwendige gasdrukopbouw), deformatie van het inactieve omhullende materiaal en onjuist gebruik lek raken en een radioactieve besmetting veroorzaken.

2 Definitie

Een gesloten of ingekapselde bron wordt gevormd door een hoeveelheid radioactieve stof, welke:

- a. op hechte wijze in vaste niet-radioactieve stoffen is opgenomen;
- b. omgeven is door een niet-radioactief omhulsel;
- c. een gesloten bron heeft altijd een certificaat.

3 Gebruik

Toepassen van gesloten bronnen mag uitsluitend plaatsvinden in daarvoor bestemde en/of door de SBE goedgekeurde ruimten en/of installaties.

Het feitelijk gebruik van de bron mag niet zwaarder zijn dan waarvoor deze volgens de toegekende ISO-classificatie is ontworpen.

Nimmer dienen modificaties aan de bron of bronhouder te worden uitgevoerd.

De SBE voert de ingangscntrole uit op alle binnenkomende bronnen. Bij ontvangst worden alle gegevens betreffende de bron en de naam van de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming (TMS) en afdeling opgenomen in het registratiesysteem. Afgifte van de bron vindt plaats aan de TMS.

Bij iedere bron behoort een gebruikerskaart welke steeds in de directe nabijheid van de bron bewaard wordt.

Het werken met gesloten radioactieve bronnen kan op een veilige manier geschieden, wanneer aandacht besteed wordt aan de volgende stralingshygiënische maatregelen:

- afstand tot de bron
- Afscherming
- tijdlimiet

Tijdens het werken met gesloten bronnen moet men over een geschikt meetinstrument beschikken om een indruk te hebben van het dosistempo. Men dient bekend te zijn met de kwaliteit en de energie van de uitgezonden straling en zijn eigenschappen.

Het dragen van een persoonsdosimeter is in het algemeen verplicht tenzij een risicoanalyse anders aanwijst.

Uitgezonderd zijn bronnen die uitsluitend β -straling met een $E_{\max} < 500$ keV en / of α -straling uitzenden.

Werkzaamheden met gesloten radioactieve bronnen geschieden uitsluitend volgens een door de SBE goedgekeurd protocol. In het bijzonder bij hoog-actieve en / of hoog-energetische bronnen dienen de handelingen vooraf te worden gesimuleerd.

Bij het hanteren van bronnen dient, met gepaste zachtheid, gebruik gemaakt te worden van hulpgereedschappen. De bronnen dienen nimmer met onbeschermd vingers aangepakt te worden.

Indien nodig dienen persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt te worden, zoals (loodglas)brillen bij zachte γ -straling. Hoogenergetische bètabronnen dienen afgeschermd te worden met lage Z-materialen (bijv. perspex).

Radioactieve bronnen nooit onbeheerd achterlaten en/of zonder waarschuwingstekens. Na gebruik onverwijld opbergen.

Buiten de ruimte moet de effectieve dosis voor derden beperkt blijven tot 20 $\mu\text{Sv}/\text{week}$.

4 Opslag

Bronnen met een geringe gebruiksfrequentie dienen in de centrale kluisruimte van de SBE opgeborgen te worden. Niet in gebruik zijnde bronnen dienen in een door de SBE goedgekeurde en aangewezen bergplaats te worden opgeborgen.

De bergplaats dient afgesloten en voorzien te zijn van waarschuwingstekens.

De sleutel is in beheer bij de TMS en de SBE heeft een kopiesleutel.

Regelmatige controle van container of bergplaats op besmetting is noodzakelijk om een vroege indicatie te krijgen van lekkage van de bronhouder.

De afscherming van de bergplaats dient zodanig te zijn dat het dosistempo op 10 cm afstand van enig punt van de bergplaats niet meer bedraagt dan 1 $\mu\text{Sv}/\text{h}$.

5 Intern transport

De radioactieve bron mag uitsluitend worden getransporteerd in een transportcontainer met zodanige wanddikte, dat het dosistempo op 10 cm afstand van enig punt van de container niet meer bedraagt dan 0,1 mSv/h.

De transportcontainer dient aan de buitenzijde te zijn voorzien van een duidelijk leesbaar en onuitwisbaar opschrift, luidende: "Radioactieve stoffen", alsmede een waarschuwingsteken voor radioactiviteit welke voldoet aan normvoorschrift NEN-3011.

Bij iedere bron wordt bij transport uit de centrale kluisruimte een gebruikerskaart gevoegd met de brongegevens, datum van aankomst, datum van uitgifte en verwachte retourdatum, bestemming en naam van TMS.

6 Incidenten

Indien een radioactieve bron of het onderdeel van het apparaat waarin zich de bron bevindt een defect vertoont, dient besmetting van milieu en personen te worden voorkomen.

De TMS en de SBE dienen onverwijld te worden gewaarschuwd. Vermissingen dienen onmiddellijk bij de SBE te worden gemeld.

Indien het vermoeden bestaat dat een radioactieve bron lekt, dient onmiddellijk alle werk gestaakt te worden en de TMS en de SBE gewaarschuwd te worden. Alles moet in het werk gesteld worden om besmetting van personen en milieu te voorkomen.

7 Controle

Gesloten bronnen met een activiteit van 1 MBq of meer of een $Re_{inh} \geq 0,02$ dienen minstens 1x per jaar op lekkage van het actieve materiaal gecontroleerd te worden, mede afhankelijk van de gebruiksfrequentie en uitvoering c.q. classificatie.

Een ingekapselde bron wordt beschouwd lek te zijn, wanneer de 'afgewreven' hoeveelheid radioactiviteit bij controle meer bedraagt dan 20 Bq voor α -stralers en 185 Bq voor andere nucliden.

Afhankelijk van de mate van overschrijding van deze waarden, worden maatregelen getroffen en meldingsprocedures gevolgd.

Registratie en melding aan de overheidsinstanties geschiedt centraal door de SBE.

8 Radiotherapie met ingekapselde radioactieve bronnen

Radiotherapie met gesloten bronnen staat beschreven in Basisdocument *B6-12 Gesloten bronnen voor radiotherapie*.

9 Bijzondere radioactieve bronnen

Kleine ingebouwde (embedded) bronnen

Iedere aanschaf van apparatuur waarin een ingekapselde (gesloten) bron is geplaatst, zoals electroncapture-detectors, scintillatietellers, dient te worden gemeld bij de SBE.

Demontage en/of reiniging van deze bronnen geschiedt door een erkende en deskundige firma.

Nimmer mag apparatuur aan andere gebruikers of leveranciers worden overgedragen, zonder voorafgaande toestemming van de SBE.

Eventuele (tijdelijke) opslag geschiedt in de kluisruimte van de SBE.

Afvoer van dergelijke bronnen wordt verzorgd met medeweten van de SBE.

10 Opmerkingen

De gebruiker van de bron dient te zorgen voor schriftelijke veiligheidsinstructies die op de werkplek aanwezig dient te zijn.

De verplichte melding van ontvangst c.q. afvoer van radioactieve bronnen geschiedt via de SBE.

De aanschaf van bronnen met een activiteit groter dan in de Kernenergiewet-vergunning is vergund, is niet toegestaan. Alle formaliteiten en overleg met de vergunning verlenende instanties dienaangaande geschiedt door de SBE.

De SBE kan te allen tijde nadere voorschriften geven.



Leids Universitair
Medisch Centrum

Basisdocument B6-10

Gebruik Teletherapietoestellen (lineaire versnellers)

1-7-2025

Gebruik Teletherapietoestellen (lineaire versnellers)

1 Teletherapietoestellen

De afdeling Radiotherapie van het LUMC beschikt over 5 lineaire versnellers of teletherapietoestellen van het merk Elekta. De maximale versnellerspanning voor het opwekken van fotonen bedraagt 15 MV. De maximale elektronenenergie is 15 MeV. Alle versnellers staan opgesteld in gecontroleerde zones in speciaal daarvoor geconstrueerde versnellerruimtes met aparte bedieningsruimtes. Deze ruimtes zijn zodanig ontworpen dat zij onder normale omstandigheden voldoende afscherming garanderen voor het personeel volgens het ALARA-principe en in ieder geval een effectieve dosis lager dan **1 mSv/jaar** garanderen. Met de versnellers werken verschillende groepen medewerkers: laboranten, medisch specialisten, versnellertechnici, klinisch-fysisch medewerkers, klinisch fysici en onderhoudsmedewerkers Elekta.

2 Maatregelen stralingsveiligheid

Op de afdeling is een aantal generieke maatregelen genomen ter bevordering van de stralingsveiligheid rondom de teletherapietoestellen:

1. *Periodieke controles technische voorzieningen* Periodieke controles op de stralende apparatuur en daaraan gerelateerde zaken zijn opgezet en worden uitgevoerd conform NCS-rapporten 9 en 11. Er wordt per jaar een planning gemaakt voor de onderhouds- en controlebeurten. De resultaten worden bij elk en per toestel in een toestelboek bewaard.
2. *Bevoegdheden verschillende medewerkers om met stralingsbronnen te werken en controles uit te voeren.* Deze zijn geborgd door de vergunning en door de controlerende functie van de plaatselijk stralingsdeskundige waarbij alleen bevoegde laboranten, medewerkers van de klinische fysica en artsen zelfstandig mogen werken met stralende apparatuur. Generieke en specifieke beoordeling bevoegd- en bekwaamheid is altijd aan de plaatselijk stralingsdeskundige, zie hiertoe het stralingsreglement. De toezichhoudend medewerker stralingsbescherming (TMS) is benoemd door het afdelingshoofd in samenspraak met de algemeen coördinerend stralingsdeskundige.
3. *Overzicht uitgevoerde stralingsmetingen en veiligheidscontroles.* Er zijn maandelijks rapportages van dosimetriedienst Mirion over de badge uitslagen beschikbaar. Daarnaast worden jaarlijkse rapportages van de uitslagen gemaakt en deze worden vergeleken met die van voorgaande jaren. Uitslagen >1 mSv worden direct teruggekoppeld naar de drager inclusief een verzoek tot analyse in relatie met de handeling. De badges van de afdeling radiotherapie worden beheerd door de klinisch-fysische groep.

Daarnaast zijn er technische voorzieningen getroffen om te voorkomen dat personen op plaatsen kunnen komen met een hoge stralingsintensiteit. Deze betreffen:

- Toegang tot de versnellerruimte op andere manieren dan via de beddendeur of de ‘fysieke barrière’ is er niet: de technische ruimtes die in de poerenkelder gelegen zijn onder de versnellerruimtes zijn afgeschermd met muren en slechts toegankelijk via een afgesloten deur met een interlock. Op de deuren zijn de wettelijk verplichte signaleringen aanwezig. De klinisch-fysische groep beheert de sleutel.
- De beddendeuren/fysieke barrières van de versnellerruimtes zijn allen voorzien van een actief schakelende deur interlock. Door het sluiten van de deur en de fysieke barrière komt de schakelaar op “vrij”. Pas dan kan het toestel stralen.
- Het toestel kan alleen van buiten gestart worden na het ingeven van specifieke wachtwoorden.
- Op het bedieningspaneel bevindt zich een goed zichtbare noodstop, zodat ook vanaf de console de bestraling meteen gestopt kan worden. De noodstop wordt regelmatig op functionaliteit gecontroleerd tijdens onderhoud.
- Vanuit de bedieningsruimte is cameratoezicht in de bunker.

3 Onbedoelde gebeurtenissen

De volgende voorziene onbedoelde gebeurtenissen zijn geïdentificeerd en verder uitgewerkt in deze paragraaf:

1. een medewerker loopt tijdens een bestraling de bunker binnen
2. versneller gaat stralen als er een medewerker in de bunker aanwezig is

Op basis van onderstaand “worstcasescenario” kan een schatting gemaakt worden van de dosis die een medewerker kan oplopen bij bovenstaande voorziene onbedoelde gebeurtenissen.

Als een persoon onverhoopt nog aanwezig is in de bunker tijdens het starten van de bestraling kan deze de bestraling onderbreken door op de noodstop te drukken. Stel deze persoon bevindt zich op 1 meter van het isocentrum[#]). In het 'worst case' scenario doet deze persoon er 10 seconden over om de noodstop in te drukken. De eerste 3 seconden is de doserate 0 Gy/minuut, daarna loopt deze op tot een maximum van 600 cGy/minuut.

Deze persoon zal dan dosis oplopen ten gevolge van:

1. strooistraling afkomstig van de patiënt
Bij loodrechte inval is de strooistraling < 0,005 % per 400 cm² op 1 m
De maximale klinische veldgrootte in het isocentrum is 400 cm²
De strooistraling is dan < 0,005 %
In 10 sec is de dosis t.g.v. deze strooistraling $0,00005 * 6000\text{mSv}/60\text{s} * (10\text{s} - 3\text{s}) = 0,035 \text{ mSv}$
2. lekstraling afkomstig van de kop van de versneller
De lekstraling is < 0,1 % van de isocentrumdosis
Op 1 m geeft dit in 10 sec een bijdrage van: $0,001 * 6000\text{mSv}/60\text{s} * (10\text{s} - 3\text{s}) = 0,700 \text{ mSv}$

In totaal is de effectieve dosis in dit 'worst case' scenario: **0,74 mSv**. Metingen bij een 40x40 cm² veld dat water aanstraalt bevestigen dit. Op 1 meter van het isocentrum bedraagt de gemeten oppervlakte dosis (diepte < 1.5 cm) 10 seconden na start 0,7 – 0,9 mGy; de gemeten dosis op 5 cm diepte bedraagt - mGy,

#) Bij deze berekening is er van uitgegaan dat het uitgesloten is dat een medewerker van de radiotherapie een bundel aanzet terwijl een collega zich in de bundel bevindt en dat deze medewerker zich dan niet binnen de 3 seconden opstart tijd van de bundel uit de bundel zou bewegen,

3.1 Risico's voorziene onbedoelde gebeurtenissen

Voor beide voorziene onbedoelde gebeurtenissen rond te teletherapietoestellen wordt uitgegaan van een effectfactor $E = 7$ (i.e, effectieve dosis 0,5-1 mSv) op basis van de berekening in paragraaf 2.2. Zie ook Appendix 1 voor de definitie van de effectfactoren, De belastingsfactor B is afzonderlijk ingeschat voor de verschillende groepen medewerkers op de teletherapietoestellen, Hierbij is gebruik gemaakt van de definities zoals gegeven in Appendix 1.

De waarschijnlijkheidsfactor W is voor beide voorzien onbedoelde omstandigheden afzonderlijk ingeschat op grond van de in paragraaf 2.1 beschreven maatregelen en de bekende historie in relatie tot de desbetreffende voorzien onbedoelde omstandigheid,

3.1.1 Een medewerker loopt tijdens een bestraling de bunker binnen

Het labyrint is afgesloten met een fysieke barrière of een beddendeur welke een deurinterlock geeft indien geopend. Dit zorgt ervoor dat de bestraling onmiddellijk gestopt wordt,

Er zijn in Nederland geen gevallen bekend waar het toestel, ondanks de gemaakte deurinterlock toch doorstraalt.

Een conservatieve schatting, namelijk 30 fracties/dag/versneller x 100 versnellers in Nederland x 200 dagen/jaar x 10 jaar = $6 \cdot 10^6$ fracties zonder incidenten in Nederland rechtvaardigt een waarschijnlijkheidsfactor $W = 0,1$ (kans 10^{-6}),

Mocht dit echter toch gebeuren dan zijn er nog de volgende ingebouwde veiligheden:

- In elk labyrint is een lichtsluis aanwezig welke een interlock genereert als een persoon door de sluis loopt.
- Er wordt door middel van een optisch signaal aangegeven in welke toestand de versneller zich bevindt (beam off, beam on).
- Er is een impliciet akoestisch signaal hoorbaar als de versneller in de beam on mode staat (het geluid van de RF).
- Op een aantal plaatsen in de versnellerruimte bevinden zich noodstoppen, Deze zijn duidelijk aangegeven, Het indrukken van de noodstop stopt de bestraling.
- Alle personen die het toestel mogen bedienen zijn gekwalificeerd.

Dit leidt tot de volgende risicotabel voor de voorziene onbedoelde gebeurtenis "medewerker loopt tijdens bestraling de bunker binnen" met in de laatste kolom het risicogetal $R [1]$.

Medewerker	Eff, dosis (mSv)	E	B	W	R
Laborant	0,7	7	10	0,1	7
Versneller technicus	0,7	7	10	0,1	7
Medisch specialist	0,7	7	6	0,1	4
Klinisch-fysisch medewerker	0,7	7	6	0,1	4
Klinisch fysicus	0,7	7	3	0,1	2
Onderhoudsmedewerkers leverancier	0,7	7	2	0,1	1
Overige leden van de samenleving	0,7	7	0,5	0,1	0,4

E = effectfactor B = belastingsfactor W = waarschijnlijkheidsfactor R = risicogetal

3.1.2 versneller gaat stralen als een medewerker in de bunker aanwezig is

In tegenstelling tot de in paragraaf 2,3,1 beschreven situatie hoeft geen interlock te worden verbroken om te gaan stralen als er een persoon in de bunker aanwezig is. Wel moeten meerdere veiligheidsmaatregelen en procedures falen (zie onderstaande opsomming). Daarom is deze voorzien onbedoelde omstandigheid ingeschat als praktisch onmogelijk ($W = 0,2$; kans 10^{-5}). Deze kans komt overeen met het feit dat dit de afgelopen 10 jaar niet gebeurd is in het LUMC.

- Op de monitoren in de bedieningsruimte wordt een groot deel van de bunker afgebeeld, Gespecialiseerd personeel houdt de monitoren continu in de gaten.
- Er wordt door middel van een optisch signaal aangegeven in welke toestand de versneller zich bevindt (beam off, beam on).
- Via de intercom zijn in de bedieningsruimte de geluiden vanuit de bunker hoorbaar.
- Alle personen die het toestel mogen bedienen zijn gekwalificeerd.
- Bij de versnellerruimten is een lichtsluis in het labyrint aanwezig, die een interlock genereert als een persoon door de sluis loopt.
- Volgens protocol sluit de laatste medewerker die de versnellerruimte verlaat de fysieke barrière en noemt de naam van de patiënt, pas daarna mag het toestel gaan stralen.
- Als technici binnen aan het werk zijn wordt ervoor gezorgd dat er altijd een interlock actief is zodat er niet gestraald kan worden, Tevens genereert de deur van de technische ruimte, een deurinterlock indien geopend.

Dit leidt tot de volgende risicotabel voor de voorziene onbedoelde gebeurtenis “ versneller gaat stralen als een medewerker in de bunker aanwezig is” met in de laatste kolom het risicogetal R [1].

Medewerker	Eff. dosis (mSv)	E	B	W	R
Laborant	0,7	7	10	0,2	14
Versneller technicus	0,7	7	10	0,2	14
Medisch specialist	0,7	7	6	0,2	8
Klinisch-fysisch medewerker	0,7	7	6	0,2	8
Klinisch fysicus	0,7	7	3	0,2	4
Onderhoudsmedewerkers leverancier	0,7	7	2	0,2	2
Overige leden van de samenleving	0,7	7	0,5	0,2	1

E = effectfactor B = belastingsfactor W = waarschijnlijkheidsfactor R = risicogetal

3.2 Risico's m,b,t, cone-beam CT op het teletherapietoestel

Op 2 versnellers is een *cone-beam*-CT aanwezig (combinatie kV-bron en detectorpaneel). De energie (max, 130 kV), de *doserate* en de maximale veldgrootte van de kV-bron zijn vele malen lager dan die van de bijbehorende versneller. De plaatsing en veiligheidsmaatregelen zijn gelijk aan die van de versneller. Daarom gaan wij in deze risicoanalyse er van uit dat alle risico's m.b.t. cone-beam-CT niet significant zijn in vergelijking met de beschreven risico's rondom de versneller.

3.3 Samenvatting

Voor de teletherapietoestellen zijn de risicogetallen van de voorzien onbedoelde gebeurtenissen laag met een maximumwaarde van 14 (zie pag. 5). Het betreft hier een zeer beperkt risico met een effectieve dosis van maximaal 0,7 mSv, waarvoor geen verdere maatregelen nodig zijn,

De ruimtes waarin de versnellers staan opgesteld zijn geclassificeerd als gecontroleerde zones, Op basis van deze risicoanalyse is dat aan de veilige kant [zie Appendix 1],

4, Kruisverwijzing

- Leidraad risicoanalyse stralingstoepassingen (RIVM; 2010)
- Documenten (Zenya; documentenbeheersysteem)

Basisdocument B6-20

*Gebruik afterloader, oogapplicatoren en jodiumzaadjesimplantatie
(incl. risicoanalyse)*

1. Brachytherapie

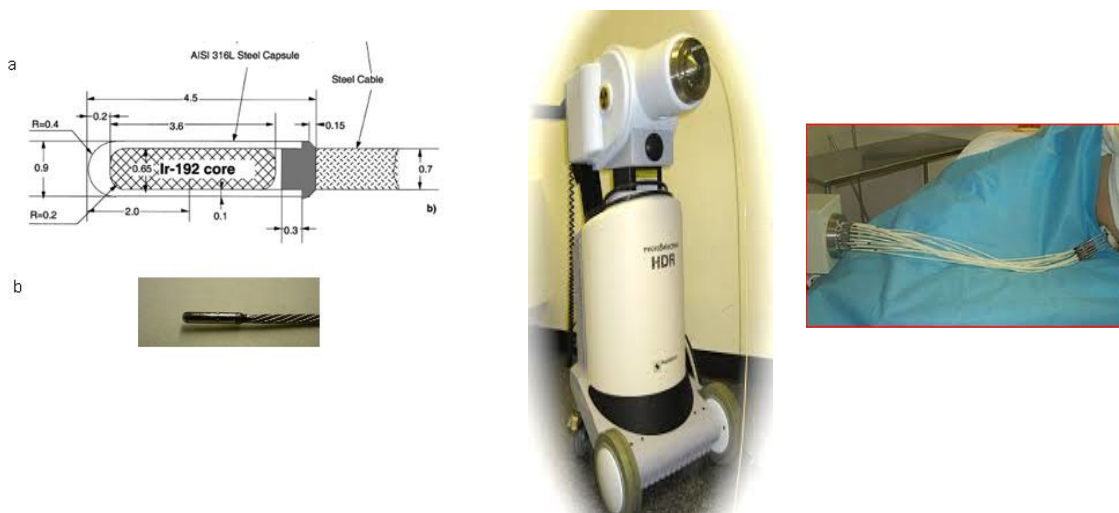
De brachytherapie op het LUMC bestaat uit 3 modaliteiten, waarbij gebruik gemaakt wordt van drie verschillende radioactieve isotopen:

1. high-dose rate (HDR) *Microselectron afterloadertechnieken met Iridium-192* voor de behandeling van gynaecologie, rectum- en oesophagustumoren.
2. implantaties met *Jodium-125 zaadjes* voor de behandeling van prostaatumoren.
3. *Ruthenium-106 oogapplicatoren* voor de behandeling van oogtumoren.

In de volgende secties zullen per modaliteit de (deel)handelingen in het proces weergegeven worden met de bijbehorende voorzien onbedoelde gebeurtenissen.

2 HDR brachytherapie met Ir-192 Microselectron afterloader

De HDR afterloader bevindt zich in een gecontroleerde zone in een speciaal daarvoor geconstrueerde brachybunker (k0-18g) met aparte bedieningsruimte. De HDR afterloader bevat een hoogradioactieve (tot 12 Ci) Ir-192 bron in een inwendige kluis. De bunker is zodanig ontworpen dat onder normale omstandigheden voldoende afscherming garanderen voor het personeel volgens het ALARA-principe en in ieder geval een effectief dosistempo lager dan 1 mSv/jaar garanderen. In de brachybunker werken verschillende groepen medewerkers: brachylaboranten, medisch specialisten, klinisch-fysisch medewerkers, klinisch fysici en onderhoudsmedewerkers Elekta/Nucletron. Per jaar worden ongeveer 250 brachytherapie behandelingen (fracties) gegeven.



2.1 Maatregelen stralingsveiligheid

Op de afdeling is een aantal generieke maatregelen genomen ter bevordering van de stralingsveiligheid rondom de HDR afterloader:

1. *Periodieke controles technische voorzieningen* Periodieke controles op de stralende apparatuur en daaraan gerelateerde zaken zijn opgezet en worden 3 maal per jaar uitgevoerd door de leverancier.
2. *Bevoegdheden verschillende medewerkers om met stralingsbronnen te werken en controles uit te voeren.* Deze zijn geborgd door de vergunning en door de controlerende functie van de TMS waarbij alleen bevoegde laboranten, medewerkers van de klinische fysica en artsen zelfstandig mogen werken met stralende apparatuur. Generieke en specifieke beoordeling bevoegd- en bekwaamheid is altijd aan de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming (TMS). De TMS is benoemd door het afdelingshoofd in samenspraak met de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD).
3. *Overzicht uitgevoerde stralingsmetingen en veiligheidscontroles.* Er zijn maandelijkse rapportages van de dosimetriedienst Mirion over de badge-uitslagen beschikbaar. Aan de hand van een risicoanalyse wordt bepaald voor welke medewerkers deze relevant zijn. Daarnaast worden de

jaarlijkse uitslagen gemaakt en deze worden vergeleken met die van voorgaande jaren. Uitslagen van >1 mSv/m worden direct teruggekoppeld naar de drager inclusief een verzoek voor een analyse in relatie tot de handelingen. De badges van de afdeling radiotherapie worden beheerd door de klinische-fysische groep.

De handelingen en deelhandelingen met Ir-192 vinden in zijn geheel plaats in de brachybunker. Er is een aantal technische voorzieningen rondom deze bunker getroffen om de stralingsveiligheid te vergroten:

- Er is slechts 1 toegangsdeur tot de bunker.
- Als de HDR afterloader niet in gebruik is bevindt de bron zich in de inwendige kluis van de HDR afterloader. De inwendige kluis kan van buitenaf niet worden benaderd. Het uitsturen van de stralingsbron kan alleen softwarematig
- De bron kan pas uitgestuurd worden vanuit de bedieningsruimte als de toegangsdeur is gesloten. Personeel is nooit in de brachybunker als de Ir-192 bron buiten de HDR afterloader is.
- De toegangsdeur is voorzien van een actief schakelende deur-interlock, zodra de deur geopend wordt zal de bron direct worden teruggetrokken in de interne kluis. Dit gebeurt in een tijdsbestek van enkele seconden.
- De bedieningsconsole in de bedieningsruimte heeft een sleutel-interlock, zonder de sleutel en in de juiste positie is het niet mogelijk om de bron uit te sturen.
- Voor het uitsturen van een bron is een bevestiging nodig waarbij de bediener zijn/haar inlognaam en wachtwoord moet ingeven.
- In de bunker, op de HDR afterloader en op het bedieningsconsole zijn noodstoppen aanwezig. Bij het activeren van een noodstop zal de bron direct worden teruggetrokken in de interne kluis.
- Vanuit de bedieningsruimte is cameratoezicht in de bunker
- Vanuit de bedieningsruimte is er een drietal indicatoren waaraan gezien kan worden of de bron uitgestuurd is:
 - boven de toegangsdeur bevindt zich een waarschuwingslamp welke geactiveerd wordt zodra een onafhankelijke detector (Geiger-Müller detector bevestigd aan het plafond) in de bunker straling detecteert.
 - naast de deur geeft een indicator aan hoe hoog de straling is in de ruimte op basis van deze onafhankelijke stralingsdetector in de bunker.
 - op het bedieningsconsole van de HDR afterloader gaat een waarschuwingslampje branden, zodra de bron zich buiten de interne kluis bevindt. Dit lampje is gekoppeld aan een stralingsdetector in de HDR afterloader.

2.2 Voorziene onbedoelde gebeurtenissen

De handelingen die rond de HDR afterloader uitgevoerd worden zijn:

	Handeling	Locatie	Medewerker(s)	Zone
1	Intern transport bron tbv bronwissel	LUMC	Leverancier/ beveiliging	---
2	Bronwissel	brachybunker	Leverancier	Gecontroleerd
3	Acceptatie van de bron na een bronwissel	brachybunker	KFM, KF	Gecontroleerd
4	Acceptatie van nieuwe applicatoren	brachybunker	KFM, KF	Gecontroleerd
5	Behandeling met HDR afterloader	brachybunker	Laborant/medisch specialist/KF	Gecontroleerd

KFM = klinisch- fysisch medewerker, KF = klinisch fysicus

Bij alle handelingen, op het intern transport na, zijn er twee voorzien onbedoelde gebeurtenissen geïdentificeerd:

1. De HDR-bron (Ir-192) blijft vastzitten buiten de interne kluis van de HDR-afterloader tijdens de behandeling van een patiënt.
2. Een medewerker is in de brachybunker als de bron is uitgestuurd.

Voor het intern transport zijn geen voorzien onbedoelde gebeurtenissen gedefinieerd:

- De bron wordt intern getransporteerd in de transportkluis van de leverancier. Deze kluis is beveiligd tegen onbevoegd openen.
- Het intern transport wordt uitgevoerd door een technicus van de firma Elekta/Nucletron en begeleid door personeel van de beveiliging LUMC.
- De kortste weg wordt genomen van de centrale kluisruimte naar de brachybunker

De Ir-192 bron die gebruikt wordt in het LUMC heeft een maximale activiteit van 440 GBq (12 Ci). Dit geeft een dosistempo van maximaal 56 mSv per uur op 1 meter afstand. Zie o.a. het stralingshygiëne protocol Iridium van het LUMC.

2.3 Risico's voorziene onbedoelde gebeurtenissen

De risico's voor de twee voorzien onbedoelde gebeurtenissen worden hieronder verder uitgewerkt.

Bron blijft vastzitten tijdens behandeling van een patiënt

Als de bron in de applicator vast blijft zitten tijdens de behandeling van een patiënt treedt de noodprocedure in werking en moet een medewerker z.s.m. naar binnen om applicator/transfertubes (met Ir-192 bron) uit de patiënt te verwijderen en de patiënt naar buiten te vervoeren. Tijdens het verwijderen zal de medewerker substantiële dosis oplopen afhankelijk van hoelang deze handelingen duren. Voor een schatting van de op te lopen dosis is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij de medewerker 8 minuten bezig is met het verwijderen van de applicator uit de patiënt op een gemiddelde afstand van 30 cm van de Ir-192 bron. De effectieve dosis die deze medewerker in deze situatie oploopt is **85 mSv**

Voor het bepalen van het risicogetal R van deze voorziene onbedoelde gebeurtenis wordt gerekend met een effectfactor E van 100 (zie Appendix 1). Er worden meerdere dagen (3-4) per week patiënten behandeld, waardoor voor de belastingsfactor B een waarde is gekozen tussen dagelijks en wekelijks (5). De waarschijnlijkheidsfactor W is bepaald op 0,1. De reden hiervoor is:

- Het is niet eerder voorgekomen in de 18 jaar dat de HDR afterloader in bedrijf is en ook niet gerapporteerd in Nederland over de laatste 10 jaar.
- De HDR afterloader stuurt eerst een dummy-bron uit om na te gaan of er geen obstructies zijn voordat de echte bron uitgestuurd wordt.
- De HDR afterloader wordt goed onderhouden.
- Transfertubes en applicatoren worden iedere 2 en 3 jaar vervangen, respectievelijk. Dit zijn de veilige levensduren die de fabrikant oplegt en garant voor staat (door op tijd te vervangen wordt overmatige slijtage voorkomen en daarmee de kans op vastlopen).

Dit leidt tot de volgende risicotabel voor deze voorziene onbedoelde gebeurtenis.

Medewerker	Eff. dosis (mSv)	E	B	W	R
Brachylaborant	85	100	5	0,1	50
Medisch specialist	85	100	5	0,1	50
Klinisch fysicus	85	100	5	0,1	50

E = effectfactor B = belastingsfactor W = waarschijnlijkheidsfactor R = risicogetal

Om ervoor te zorgen dat de medewerkers adequaat reageren als een bron blijft vastzitten, wordt jaarlijks de noodprocedure geoefend. Dit gebeurt onder verantwoordelijkheid van de TMS voor brachytherapie. De noodprocedure is protocollair beschreven en is erop gericht de bron (met applicator/transfertubes) zo snel mogelijk uit de patiënt te verwijderen, waarbij de medewerker zo min mogelijk dosis oploopt.

Medewerker is in de brachybunker als de bron is uitgestuurd

Indien een medewerker zich in de brachybunker bevindt, kan het theoretisch gebeuren dat een andere medewerker de bron naar buiten stuurt. De medewerker zal zich dan z.s.m. naar buiten moeten begeven of op de noodstop op het HDR drukken. Uitgaande van een aanwezigheid van 1 minuut in de bunker op een afstand van 1 meter van de bron loopt deze medewerker maximaal een effectieve dosis van **1 mSv** op.

Voor het bepalen van het risicogetal R van deze voorziene onbedoelde gebeurtenis wordt gerekend met een effectfactor E van 1 (zie Appendix 1). Er worden meerdere dagen (3-4) per week patiënten behandeld, waardoor voor de belastingsfactor B een waarde is gekozen tussen dagelijks en wekelijks. Voor de klinisch-fysisch medewerker is een waarde gekozen tussen maandelijks en jaarlijks in gezien acceptatiemetingen voor een nieuwe bron hooguit 4 keer per jaar plaatsvinden en voor de nieuwe applicatoren om het jaar. De waarschijnlijkheidsfactor W is bepaald op 0,1. De reden hiervoor is:

- De ruimte is overzichtelijk en er is cameratoezicht vanuit de bedieningsruimte.
- De deur van de brachybunker moet gesloten worden, dit wordt gedaan door de laatste persoon die de bunker uit gaat.
- Het is niet eerder voorgekomen dat een medewerker in de ruimte achterbleef terwijl de bron uitgestuurd werd.

Dit leidt tot de volgende risicotabel voor deze voorziene onbedoelde gebeurtenis.

Medewerker	Eff. dosis (mSv)	E	B	W	R
Brachylaborant	1	1	5	0,1	0,5
Medisch specialist	1	1	5	0,1	0,5
Klinisch fysicus	1	1	5	0,1	0,5
Klinisch-fysisch medewerker	1	1	1,5	0,1	0,2

E = effectfactor B = belastingsfactor W = waarschijnlijkheidsfactor R = risicogetal

2.4 Samenvatting

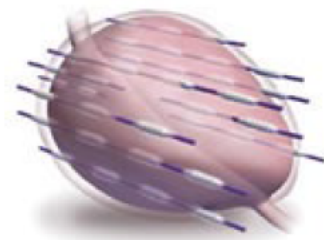
Voor de HDR-brachytherapie behandeling heeft alleen de voorzien onbedoelde gebeurtenis “bron blijft vastzitten tijdens behandeling patiënt” een relatief hoog risicogetal van 50 (zie pag. 11), waarbij een zeer hoge effectieve dosis kan worden opgelopen van 85 mSv. De kans dat deze gebeurtenis plaatsvindt is echter uitermate klein. Maatregelen die zijn getroffen om ervoor te zorgen dat de bron niet vast blijft zitten zijn correct onderhoud van apparatuur en toebehoren volgens specificaties van de fabrikant. Daarnaast zijn er technische maatregelen getroffen, waarbij het HDR eerst een dummy-bron door het systeem stuurt alvorens de echte bron naar buiten te sturen. In het geval de bron toch vast blijft zitten treedt er een noodprocedure in werking. Deze procedure wordt jaarlijks met de medewerkers geoefend. Verdere maatregelen zijn niet nodig.

De ruimte waarin de HDR afterloader staat opgesteld is geclassificeerd als een gecontroleerd zone. Op basis van deze risicoanalyse is dat correct [zie Appendix 1].

3. Implantaties met Jodium-125 zaadjes

Bij deze vorm van inwendige bestraling worden kleine radioactieve bronnen, zaadjes genoemd, in en rondom de prostaat geplaatst. De zaadjes bestaan uit een titaniumomhulsel met daarin het Jodium-125. De implantaties worden uitgevoerd op afdeling Urologie door de radiotherapeut van Radiotherapie. De zaadjes blijven permanent aanwezig in de patiënt en zijn na 1 jaar volledig uitgestraald.

De 125-I-zaadjes worden aangeleverd door de leverancier bij Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM). De 125-I-zaadjes worden in een beschermend metalen doosje naar afdeling Urologie gebracht in de röntgenkamer. De laborant prepareert de naalden met Jodium-125-zaadjes achter een stralingsbeschermend scherm voor die door de radiotherapeut in de prostaat worden gebracht. Voor controle op de positie van de zaadjes wordt een röntgenfoto gemaakt door de uroloog. De klinisch fysicus is direct betrokken bij de implantatie.



4. Ru-106 oogapplicatoren

Het LUMC maakt voor de behandeling van oogmelanomen gebruik van radioactieve ruthenium oogapplicatoren. Deze applicatoren zijn gemaakt van zilver en bevatten een Ruthenium-106 coating geheel omsloten door het zilver. Het betreft hier dus een gesloten, radioactieve bron. De applicatoren worden gemaakt door de firma Eckert & Ziegler BEBIG, Duitsland (www.bebig.com). De oogapplicator wordt tijdens een operatie op het oog van de patiënt gehecht. De patiënt moet vervolgens enkele dagen in het ziekenhuis blijven, waarna de applicator weer uit de patiënt wordt verwijderd. Bij de behandeling zijn verschillende afdelingen betrokken nl. De afdeling Klinische Oncologie/Radiotherapie, de Centrale Sterilisatie Dienst (CSD), het OK-centrum en de afdeling



Oogheelkunde. Het LUMC is het enige ziekenhuis in Nederland dat deze behandeling aanbiedt. Per jaar worden ongeveer 90 patiënten behandeld.

4.1 Maatregelen stralingsveiligheid

De oogheelkundige behandeling met Ru-106 oogapplicatoren bestaat uit een aantal deelhandelingen waar verschillende afdelingen en personen bij betrokken zijn. In chronologische volgorde betreffen de handelingen het volgende:

Handeling	Locatie	Medewerker(s)	Zone
1 Applicator klinisch vrijgeven	Brachyruimte	KFM	Bewaakte
2 Applicator gereedmaken voor sterilisatie	Brachyruimte	Brachylaborant	Bewaakte
3 Applicator steriliseren	CSD	CSD-medewerker	
4 Applicator aanbrengen op het oog van de patiënt	OK centrum	Specialist OK	
5 Verpleging van patiënt met applicator		Verpleegster	
6 Applicator verwijderen uit de patiënt	OK centrum	Specialist OK	
7 Applicator schoonmaken en opslaan	Brachyruimte	Brachylaborant	Bewaakte

CSD = centrale sterilisatie dienst, KFM=klinisch fysisch medewerker

Op de afdeling is een aantal generieke maatregelen genomen ter bevordering van de stralingsveiligheid rondom de het gebruik van de Ru-106-oogapplicatoren:

- Bij binnenkomst in het LUMC worden Ru-106-oogschildjes onderworpen aan een aantal kwaliteitsmetingen, waaronder een visuele controle en veegtest, voordat de schildjes klinisch vrij worden gegeven.

- Gedurende de klinische levensduur van het schildje worden regelmatig visuele controles uitgevoerd eventueel gevolgd door een veegtest.
- de oogapplicatoren bevinden zich zo vaak mogelijk in de loodcontainer van de fabrikant of in een rvs-container.
- Tijdens transport binnen het LUMC wordt gebruik gemaakt van aluminium koffers waarin de rvs-container zich in het midden van de koffer bevindt.
- Sterilisatie vindt plaats in de rvs-container.
- De oogapplicator wordt nooit met de handen aangeraakt, maar altijd met (lange) pincetten. Dit komt terug in alle protocollen rondom de manipulatie van de oogapplicatoren.
- Waar mogelijk wordt gewerkt achter een afscherming (loodscherm).
- Waar mogelijk wordt de applicator in water ondergedompeld.
- Medewerkers zijn geïnstrueerd om de meest actieve kant van de applicator, de holle zijde, zoveel mogelijk van de persoon (of personen) af te houden bij manipulatie van de applicator.
- De patiënt (en verplegend personeel) ontvangt eveneens instructie wat te doen bij de, onwaarschijnlijke, mogelijkheid dat de patiënt de applicator verliest.

Behandeling met rutheniumoogapplicator buiten het LUMC

Omdat de bron gehecht zit aan het oog en zodoende de kans van eraf vallen vrijwel uitgesloten is, is de behandeling met de bron te vergelijken met het bijvoorbeeld het ontslag van patiënten met 125-I-zaadjes in de prostaat of voor de markering van maligne tumoren en/of lokale metastasen.

In bijzondere gevallen komt het voor dat patiënten niet in het LUMC met een ruthenium-oogapplicator kunnen worden behandeld vanwege een geïndiceerde aandoening. Omdat de patiënt in alle gevallen tijdens de behandeling onder medische controle moet blijven én op het juiste moment weer terug moet zijn voor het verwijderen van het schildje, bestaat de mogelijkheid de behandeling met de bron in een zorghotel in de nabijheid van het LUMC uit te voeren. Hierbij worden strikte afspraken gemaakt met het (zorg)hotel (binnen 200 m) en is een protocol met leefregels en instructies ontwikkeld. In ‘corona-tijd’ (2020-2023) is een dergelijk scenario besproken met de ANVS (ANVS-PP-2020/0054930-04). Op basis hiervan zijn voorwaarden geformuleerd (zie bijlage).

Tabel 1 Equivalente dosistemp (μSv/h/MBq) ruthenium oogapplicator (uit: “Instructions for use” Bebig).

Afstand	Holle zijde		Bolle zijde	
	Hp (10) γ-straling	Hp(0,07) /β-straling	Hp (10) γ-straling	Hp(0,07) /β-straling
10 cm	3,1	860	2,6	170
30 cm	0,7	95	0,6	13

Tabel 2 Equivalente dosistemp (μSv/h/MBq) aan het oppervlak van de verpakking van een 20 MBq ruthenium-oogapplicator.

Verpakking	Dosistempo oppervlak (μSv /h)	Afstand applicator tot oppervlak (cm)
Rvs-container	400	2,5
Rvs-container + aluminiumkoffer	28	12

Bovenstaande maatregelen garanderen dat het personeel regulier onder de effectieve dosislimiet van 1 mSv/jaar en equivalente dosislimiet voor vingerdosis van 50 mSv/jaar blijft. Dit is gebaseerd op berekeningen, waarbij gebruik gemaakt is van de dosistempo gegevens van de leverancier (tabel 1) en metingen van het dosistempo aan het oppervlak van een aluminium transportkoffer (tabel 2). Verder is aangenomen dat één brachylaborant, één oogarts en één verpleegkundige de helft van alle patiëntbehandeling doen (i.e. 45 patiënten). In werkelijkheid is er een pool van 6 brachylaboranten en 3-4 oogartsen. De berekeningen zijn hieronder per medewerkerscategorie uitgewerkt.

Klinisch-fysisch medewerker

Dosis op handen tijdens het schoonmaken

Eén klinisch-fysisch medewerker die gedurende een jaar alle nieuwe oogapplicatoren klinisch vrijgeeft. Het betreft metingen achter loodglas en met een pincet. Het gaat om maximaal 8 applicatoren per jaar.

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- gemiddelde afstand handen-schildje: 10 cm
- tijdsduur metingen (inclusief veegtest) (per schildje): 4 minuten
- schildje altijd met de holle (actieve) kant van de persoon afgekeerd
- 8 schildjes per jaar

Geschatte maximale eq. dosis op de handen: $3,4 \text{ mSv h}^{-1} \times 4/60 \text{ h} \times 8 \text{ schildjes} = \mathbf{2 \text{ mSv/jaar}}$

Brachylaborant

dosis op handen tijdens het schoonmaken

Eén brachylaborant die gedurende een jaar alle rutheniumschildjes schoonmaakt *achter loodglas* en met een pincet, loopt maximaal de volgende equivalente dosis op de handen op:

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- gemiddelde afstand handen-schildje: 10 cm
- tijdsduur schoonmaakbeurt (per schildje): 2 minuten
- schildje altijd met de holle (actieve) kant van de persoon afgekeerd
- 45 schildjes per jaar

Geschatte maximale eq. dosis op de handen: $3,4 \text{ mSv h}^{-1} \times 2/60 \text{ h} \times 45 \text{ schildjes} = \mathbf{5 \text{ mSv/jaar}}$

Transport van oogapplicatoren in het ziekenhuis

Eén brachylaborant die gedurende een jaar 45 rutheniumschildjes binnen het ziekenhuis transporteert. Transport naar CSD (en terug) en naar OK centrum (en terug). Transport vindt plaats met rutheniumschildje in rvs-container en aluminium koffer.

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- Aluminiumkoffer tegen het lichaam
- tijdsduur transport van brachyruimte (K0-18) naar de CSD: 5 minuten
- tijdsduur transport van brachyruimte (K0-18) naar J4-18: 10 minuten
- 45 schildjes per jaar

Geschatte maximale eff. dosis gedurende: $28 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 30/60 \text{ h} \times 45 \text{ schildjes} = \mathbf{0,6 \text{ mSv/jaar}}$

Personeel Centrale Sterilisatie Dienst (CSD)

Een persoon die gedurende een jaar alle ruthenium oogapplicatoren steriliseert, loopt maximaal de volgende equivalente dosis op:

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- gemiddelde afstand lichaam-schildje: 30 cm
- totale tijdsduur vasthouden rvs-container (in papier) voor steriliseren van 1 schildje: 30 seconden.
- totale tijdsduur vasthouden aluminium koffer met schildje voor steriliseren van 1 schildje: 10 minuten.
- 90 schildjes per jaar

Geschatte max. eq. dosis op de handen: $400 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 30/3600 \text{ h} \times 90 \text{ schildjes} = \mathbf{0,3 \text{ mSv/jaar}}$

Geschatte max. eff dosis: $28 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 10/60 \text{ h} \times 90 \text{ schildjes} = \mathbf{0,4 \text{ mSv/jaar}}$

OK-personeel

Een oogarts die gedurende een jaar 45 ruthenium oogapplicatoren zowel inbrengt als verwijdert, loopt maximaal de volgende equivalente dosis op:

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- gemiddelde afstand handen-schildje tijdens manipulatie schildje: 10 cm
- gemiddelde afstand lichaam-schildje: 30 cm
- tijdsduur manipulatie van een schildje: 5 minuten inbrengen, 2 minuten uithalen
- schildje altijd met de holle (actieve) kant van de persoon afgekeerd
- 45 patiënten per jaar (= 90 manipulaties inbrengen/verwijderen)

Geschatte max. eq. dosis op de handen: $3.4 \text{ mSv h}^{-1} \times 7/60 \text{ h} \times 90 \text{ manipulaties} = \mathbf{35 \text{ mSv/jaar}}$

Geschatte max. eff. dosis: $28 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 10/60 \text{ h} \times 45 \text{ schildjes} = \mathbf{0,3 \text{ mSv/jaar}}$

Verplegend personeel oogheelkunde

De elektronen-(β)-straling wordt volledig door de patiënt geabsorbeerd en levert dus geen bijdrage aan het equivalente dosistempo buiten de patiënt. Een verpleegkundige die gedurende een jaar alle patiënten met een rutheniumschildje verpleegt, loopt maximaal de volgende equivalente dosis op:

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- afscherming: 1.5 cm weefsel (transmissie: 0,87 voor γ -straling)
- 45 patiënten per jaar
- 5 dagen behandeling per patiënt
- 2 uur patiëntcontact per dag op een gemiddelde afstand van 1 meter

Geschatte max. eff. dosis: $1 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 2 \text{ h dag}^{-1} \times 5 \text{ dagen patiënt}^{-1} \times 45 \text{ patiënten jaar}^{-1} = \mathbf{0,5 \text{ mSv/jaar}}$

4.2 Voorziene onbedoelde gebeurtenis en risicoanalyse

Intern transport van een applicator vindt altijd plaats in een dubbele verpakking (applicator in een rvs-container, die op zijn beurt in een koffer gaat) of een verzegelde verpakking plaats. Op dit gebied wordt dan ook geen voorzien onbedoelde gebeurtenissen verwacht. Hetzelfde geldt voor het steriliseren van de applicator, deze zit in een afgesloten container die in zijn geheel het sterilisatieproces doorloopt.

Op het moment dat de applicator zich buiten de rvs-container bevindt, kan het gebeuren dat de oogapplicator valt dan wel naast het loodscherm of op de grond. De medewerker is dan gedurende een bepaalde tijd rechtstreeks blootgesteld aan straling van de oogapplicator. De maximale dosis die bij deze voorziene onbedoelde gebeurtenis kan worden opgelopen is als volgt berekend:

Aannames:

- bron activiteit: 20 MBq
- afscherming: geen
- schildje ligt met holle kant richting medewerker (meest ongunstig)
- tijdsduur dat schildje met holle kant richting medewerker ligt: 1 minuut
- tijdsduur om schildje in rvs-container te krijgen: 5 minuten
- gemiddelde afstand handen-schildje: 10 cm
- gemiddelde afstand lichaam-schildje: 30 cm

Geschatte max. eq. dosis op de handen: $[18 \text{ mSv h}^{-1} \times 1/60 \text{ h}] + [3,4 \text{ mSv h}^{-1} \times 5/60 \text{ h}] = \mathbf{0,6 \text{ mSv}}$

Geschatte max. eff. dosis: $14 \text{ } \mu\text{Sv h}^{-1} \times 5/60 \text{ h} = \mathbf{1,2 \text{ } \mu\text{Sv}}$

Deze voorziene onbedoelde gebeurtenis kan alleen optreden bij de volgende medewerkersgroepen: brachylaboranten, klinisch-fysisch medewerkers en OK personeel. Voor het bepalen van het risicogetal van deze voorziene onbedoelde gebeurtenis wordt gerekend met een effectfactor E van 1 (zie appendix 1). Er worden 90 patiënten per jaar behandeld. Als uit wordt gegaan van 45 patiënten per brachylaborant/OK-personeel, wordt de belastingsfactor B gelijk aan 3. Voor de klinisch-fysisch medewerker is deze factor 2. Voor de waarschijnlijkheidsfactor W is een waarde van 3 gekozen.

Medewerkers zijn zeer voorzichtig bij het uit de rvs-container halen van de applicator, mede omdat de applicator steriel de patiënt in moet. Echter bij het schoonmaken van de applicator achter het loodglas, kan de applicator buiten het loodglas vallen.

Dit leidt tot de volgende risicotabel voor deze voorziene onbedoelde gebeurtenis:

Medewerker	Eff. dosis (mSv)	E	B	W	R
Brachylaborant	0,01	1	3	3	9
Specialist OK	0,01	1	3	3	9
KFM	0,01	1	2	3	6

E = effectfactor; B = belastingsfactor; W = waarschijnlijkheidsfactor; R = risicogetal;
KFM = klinisch-fysisch medewerker

4.3 Samenvatting

Voor de behandeling van oogtumoren met rutheniumoogapplicatoren is voor de verschillende medewerkers categorieën een schatting gemaakt van de op te lopen jaardosis tgv reguliere blootstelling en blootstelling tgv voorzien onbedoelde gebeurtenissen. In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van deze jaardosis opgesplitst naar de verschillende medewerkers categorieën.

	Regulier eq. handdosis (mSv)	Regulier eff. dosis	Voorzien onbedoeld eq. handdosis (mSv)	Voorzien onbedoeld eff. dosis (mSv)
KFM	2		0,6	0,001
Brachylaborant	5	0,6	0,6	0,001
CSD-medewerker	0,3	0,4	x	X
Specialist OK	35	0,3	0,6	0,001
verpleegster	x	0,5	x	x

CSD = centrale sterilisatie dienst, KFM=klinisch fysisch medewerker

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de absolute dosisniveaus laag zijn. Ook de dosis die kan worden opgelopen bij een voorzien onbedoelde gebeurtenis is laag. De handdosis voor de (oog)specialist op OK is het hoogst. De klinische protocollen op OK bevatten duidelijke instructies voor manipulatie van de oogapplicatoren, waarbij afstand houden d.m.v. het gebruik van een pincet en de holle kant van de applicator van je afgekeerd, het belangrijkste zijn. Verdere maatregelen zijn niet nodig.

De brachyruimte (NB: dit is niet de brachybunker!) is geclassificeerd als een bewaakte zone. Op basis van deze risicoanalyse is dit correct [zie Appendix 1]. Voor de overige ruimtes waar met rutheniumapplicatoren wordt gewerkt, zijn de dosisniveaus zo laag dat deze niet zijn geclassificeerd.

5. Kruisverwijzing

- Basisdocument B6-00 Werken met gesloten radioactieve bronnen;
- Basisdocument B6-12 Werken met gesloten radioactieve bronnen voor therapie;
- Veiligheidsinstructies Brachytherapie (Zenya; documentenbeheerssysteem)
- Noodprocedure HDR-afterloader (Zenya; documentenbeheerssysteem);
- Beveiliging HDR-bron 192-Iridium (Zenya; documentenbeheerssysteem)
- Risicoanalyse Radiotherapie;
- Beveiliging intern transport van de HDR-bron.

Bijlage

Voorwaarden voor de behandeling met 106-Ru-rutheniumapplicatoren buiten het LUMC

1. De algemeen coördinerend deskundige (acd) van het LUMC wordt vóóraf op de hoogte gesteld van het voornemen een patiënt met een rutheniumapplicator (106-Ru) op te nemen in het daarvoor aangewezen (zorg)hotel. Met de acd worden de voorwaarden en aangepaste leefregels doorgenomen en stelt de acd de ANVS op de hoogte (indien noodzakelijk).
2. De acd ontvangt van de behandelend arts Oogheelkunde of betrokken klinisch fysicus gegevens over de bron (maximale activiteit, maximale dosis die een begeleider kan ontvangen), naam en adres van het (zorg)hotel en naam en telefoonnummer van een contactpersoon (direct betrokkene) van het verblijf.
3. De zorginstelling LUMC beschikt over een kernenergiewetvergunning en de noodzakelijke deskundigheid om handelingen met desbetreffende stralingsbronnen uit te voeren. De voorschriften uit de vergunning en de bepalingen krachtens het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming gelden onverkort.
4. De (extra) handelingen zijn medisch noodzakelijk en houden verband met de bijzondere (geïndiceerde) omstandigheden waarin de patiënt zich bevindt.
5. De behandelend arts acht deze aangepaste opname verantwoord.
6. In geval van complicaties kan de patiënt onverwijld worden behandeld. Daarvoor bevindt het (zorg)hotel in de nabijheid (binnen 200 m) van het LUMC en is ook een klinisch fysicus beschikbaar.
7. Er wordt voldaan aan de basisnormen (rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimieten) voor stralingsbescherming.
8. De zorginstelling LUMC is te allen tijde verantwoordelijk voor de veiligheid van patiënten, werknemers en leden van de bevolking die betrokken zijn bij de medische handelingen.
9. Er wordt extra aandacht besteed aan de leefregels van de patiënt en eventuele begeleiders. Hierin staat ook wanneer en hoe een patiënt contact moet opnemen.
10. Er wordt passende voorlichting en instructie gegeven aan de medewerkers in het (zorg)hotel, zodat zij weten wat het betekent (en welke maatregelen ze eventueel kunnen nemen) als ze een patiënt zien met een bandje "Licht Radioactief".

– Einde –

ONBEHEERDE AFDRUK

B7-0.0: Basisdocument: Werken met open radioactieve bronnen in radionuclidenlaboratoria

Versie	4
Publicatiedatum	vrijdag 19 oktober 2018, 14:08:40
Datum laatste goedkeuring	maandag 22 april 2024, 08:44:57
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1 Inleiding

Het bereiden, voorhanden hebben, vervoeren, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen is niet toegestaan zonder Interne Toestemming, afgegeven door de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (ACD). De voorwaarden hierin genoemd vormen de basis van het werk in de radionuclidenlaboratoria.

De aanschaf van alle radioactieve stoffen geschiedt uitsluitend via het bestelsysteem FLITS (LUMC) of Bestelsysteem (Universiteit Leiden) door de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS). De verplichte meldingen aan de overheidsinstanties geschiedt eveneens centraal door de SBE.

Het werken met open bronnen kan behalve uitwendige stralingsbelasting ook een besmetting met zich meebrengen, met als gevolg inwendige bestraling. De veiligheidsmaatregelen bij het werken met open bronnen zijn daarom gericht op het voorkomen van verspreiding van en besmetting met radioactieve stoffen en het afschermen tegen bestraling. Het bereiden, voorhanden hebben en toepassen van open radioactieve bronnen is daarom slechts toegestaan in door de SBE goedgekeurde radionuclidenlaboratoria.

Werkzaamheden met open bronnen geschieden onder toezicht van een TMS (niveau-3; cd), die verantwoordelijk is voor de stralingsveiligheid binnen zijn/haar radionuclidenlaboratorium.

Alle radionuclidenlaboratoria dienen te voldoen aan de eisen, die vermeld zijn in de bijlage van de vergunning, afgegeven aan LUMC en Universiteit Leiden.

2 Indeling werkzaamheden

Alle werkzaamheden in het radionuclidenlaboratorium geschieden onder begeleiding van een TMS, wiens aanwijzingen en instructies dan ook strikt opgevolgd dienen te worden.

Als regel mogen in radionuclidenlaboratoria geen andere dan radiologische werkzaamheden worden verricht; tenzij deze direct verband houden met de radiologische werkzaamheden.

Bij werkzaamheden in het radionuclidenlaboratorium dienen minstens twee personen aanwezig te zijn; buiten normale werktijden vereisen de werkzaamheden de toestemming van de TMS.

Toegang tot de radionuclidenlaboratoria is verboden voor onbevoegden. Onnodig verblijf in een radionuclidenlaboratorium is niet toegestaan.

Roken, eten, drinken en het opbrengen van cosmetica is in een radionuclidenlaboratorium niet toegestaan, alsmede het meenemen van persoonlijke eigendommen.

Afhankelijk van de verspreidingskans en de activiteit van het radionuclide dienen bepaalde werkzaamheden verricht te worden in een zuurkast of veiligheidskabinet.

Buiten de radionuclidenlaboratoria zijn geen bewerkingen met radioactieve stoffen toegestaan.

Indien eenvoudige metingen en handelingen met speciale apparatuur buiten het radionuclidenlaboratorium moeten worden verricht, zoals het werken met een ultracentrifuge of spectrofotometer, dient men duidelijk zichtbaar het NEN-3011 waarschuwingsteken op deze apparatuur aan te brengen.

Na afloop van de werkzaamheden dient de betreffende ruimte, alsmede de apparatuur op juiste wijze gecontroleerd te worden op radioactieve besmetting en zonodig te worden gedecontamineerd.

3 Indeling radionuclidenlaboratoria

Bij de methode voor klasse-indeling (afkomstig uit de "Richtlijn Radionuclidenlaboratoria") wordt de maximaal te hanteren hoeveelheid activiteit voor handelingen weergegeven volgens de volgende formule:

$$X_{\max} = 0,02 \cdot 10^{p+q+r}$$

waarin:

X_{\max} = maximaal te hanteren activiteit, uitgedrukt in radiotoxiciteits-equivalenten Re_{inh}

$1 Re_{inh}$ geeft bij directe inname via inhalatie een effectieve dosis van 1 Sv

p = verspreidingsparameter

0: geen, -1: lage tot -4: hoge verspreidingskans

q = laboratorium- of beschermingsparameter

0: meetkamer, 1: D-lab, 2: C-lab, 3: B-lab

r = lokale ventilatieparameter

0: tafel, 1: lokale afzuiging, 2: goedwerkende zuurkast of veiligheidskabinet

0,02 = dosislimiet voor radiologisch werkers in Sv/jaar

Het vaststellen van de verspreidingsparameter voor de diverse handelingen geschiedt in overleg met de TMS'en van de SBE.

Met behulp van de DCC (dosisconversiecoëfficiënt, Sv/Bq) van het radionuclide kan X_{\max} worden omgerekend naar maximaal te hanteren activiteit, uitgedrukt in becquerel (volgens ICRP-119; www.icrp.org)

$$A_{\max} = X_{\max} / DCC_{\text{inh}}$$

De belasting van een radionuclidenruimte wordt per week bepaald volgens de volgende formule en moet kleiner zijn dan één.

$$B_w = \sum t/40 \cdot X/X_{\max} < 1$$

In de formule is:

B_w = belastingsfactor, gesommeerd voor alle handelingen en alle radionucliden

t = tijd dat de handeling duurt

40 = aantal uren per week dat een werker maximaal in een radionuclidenlaboratorium werkt

X = aantal radiotoxiciteitsequivalenten waarmee tegelijk wordt gewerkt

X_{\max} = aantal radiotoxiciteitsequivalenten waarmee maximaal tegelijk mag worden gewerkt

3.1 Klasse B-laboratoria

In de zuurkast of veiligheidskabinet type II (ventilatieparameter $r = 2$) van een laboratorium van klasse-B (beschermingsparameter $q = 3$) mogen alle handelingen worden toegepast.

Het maximaal aantal radiotoxiciteitsequivalenten (Re_{inh}) voor de diverse handelingen met verschillende verspreidingskansen (p), is:

$$p = -4: X_{\max} = 0,2$$

$$p = -3: X_{\max} = 2$$

$$p = -2: X_{\max} = 20$$

$$p = -1: X_{\max} = 200$$

Bij gebruik van een biologisch veiligheidskabinet type III (handschoenenkast) mag een factor 10 meer gebruikt worden dan in een goed werkende zuurkast of veiligheidskabinet type II.

In de werkruimte, b.v. op tafel (ventilatieparameter $r = 0$) mogen alleen handelingen met een lage verspreidingskans, $p = -2$ en -1 , worden toegepast. Werkzaamheden met gassen of droge poedervormige radionucliden of labelingen met jodium alleen in de zuurkast of veiligheidskabinet.

De limiet voor X_{\max} op tafel is een factor 100 lager dan voor X_{\max} in de zuurkast:

$$p = -2: X_{\max} = 0,2$$

$$p = -1: X_{\max} = 2$$

3.2 Klasse C-laboratoria

In de zuurkast of veiligheidskabinet (ventilatieparameter $r = 2$) van een laboratorium van klasse-C (beschermingsparameter $q = 2$) mogen alle handelingen worden verricht.

Het maximaal aantal radiotoxiciteitsequivalenten (Re_{inh}) voor de diverse handelingen met verschillende verspreidingskansen (p), is:

$$p = -4: X_{\max} = 0,02$$

$$p = -3: X_{\max} = 0,2$$

$$p = -2: X_{\max} = 2$$

$$p = -1: X_{\max} = 20$$

In de werkruimte, b.v. op tafel (ventilatieparameter $r = 0$) mogen geen handelingen met een hoge verspreidingskans, $p = -4$ en -3 , worden toegepast.

De limiet voor X_{\max} op tafel is een factor 100 lager dan voor X_{\max} in de zuurkast:

$$p = -2: X_{\max} = 0,02$$

$$p = -1: X_{\max} = 0,2$$

3.3 Klasse D-laboratoria/C-specifieke ruimtes

In een D-laboratorium is meestal geen zuurkast of veiligheidskabinet aanwezig en worden slechts werkzaamheden op tafel of in de werkruimte uitgevoerd (ventilatieparameter $r = 0$).

In de ruimtes aangeduid met C-specifieke ruimte of C-kweekkamer worden slechts enkele specifieke handelingen met radionucliden uitgevoerd, zoals het kweken van cellijnen e.d.

In deze ruimtes mogen geen handelingen met een hoge verspreidingskans $p = -4$ en -3 worden toegepast.

Het maximaal aantal radiotoxiciteitsequivalenten (Re_{inh}) voor de diverse handelingen met verschillende verspreidingskansen (p) is:

$$p = -2: X_{\max} = 0,002$$

$$p = -1: X_{\max} = 0,02$$

3.4 Werkruimtes buiten het regime van radionuclidenlaboratoria

Voor een dergelijke ruimte geldt een beschermingsparameter $q=0$ en een ventilatieparameter $r=0$. In deze ruimte is geen bewerking toegestaan met radioactieve stoffen, anders dan het plaatsen van afgesloten preparaten in een teller/detector, een spectrofotometer of een ultracentrifuge ($p=0$). De limiet voor de X_{\max} hierbij is 0,02.

4 Kleding

Algemene hygiëne: roken, eten, drinken en het opbrengen van cosmetica is in een radionuclidenlaboratorium niet toegestaan, alsmede het meenemen van persoonlijke eigendommen. Bij het betreden van het radionuclidenlaboratorium dient de normale witte laboratoriumjas verwisseld te worden voor de (speciale) RA-labjas (zie de [kledinginstructiekaarten](#)), welke bij het verlaten van de betreffende ruimte(n) weer geruimd dient te worden. Daar waar verhoogde kans op contaminatie is, dienen bij de handelingen met radioactieve stoffen tevens handschoenen gedragen te worden. Bij het betreden van een B-niveau laboratorium zijn tevens overschoenen, slossen of "speciale" schoenen vereist. Alvorens tot reiniging van RA-kleding wordt overgegaan, wordt deze gecontroleerd op besmetting.

5 Radiofarmaca

De radiofarmaca vallen zowel onder het regime van de Kernenergiewet als van de Wet op de Geneesmiddelenvoorziening. Gebruik van open radioactieve stoffen ten behoeve van behandeling of onderzoek van patiënten, is voorbehouden aan sectie Nucleaire Geneeskunde en heeft daarvoor een Interne Toestemming ontvangen van de ACD.

Alle radiofarmaca, voor diagnostiek en therapie, worden bereid, gecontroleerd en gedoseerd door sectie Nucleaire Geneeskunde in de apotheek (B-laboratorium C0-81) van afdeling Klinische Farmacie en Toxicologie (ziekenhuisapotheek). Dit geschiedt onder toezicht van de verantwoordelijke apotheker.

Alle toepassingen van radiofarmaca dienen geregistreerd te worden onder vermelding van de patiënt(code), de toegediende activiteit en nuclide en verdere relevante gegevens. Toediening van diagnostische doses (poliklinisch) geschiedt uitsluitend in de voor dit doel ingerichte toedienkamers van sectie Nucleaire Geneeskunde (C2-P). Voor therapie (klinisch) geschiedt deze toediening in de toedienkamer van de Nucleaire Geneeskunde Verpleegafdeling (C-8). Alle overige gevallen vereisen de goedkeuring en controle van de SBE. Tot de uitzonderingen behoren de toedieningen van radiofarmaca in de meetkamers van de Nucleaire Geneeskunde, indien dit voor het onderzoek noodzakelijk is. Het transport van radiofarmaca (in gebruiksklare vorm) dient altijd langs de kortste weg te geschieden, in een container welke voldoende afscherming biedt. Dit is met een dosistempo van maximaal 10 $\mu\text{Sv/h}$ op 10 cm afstand van het oppervlak van de container. In het algemeen kunnen diagnostisch behandelde patiënten normaal op de standaardverpleegafdelingen worden verpleegd. In een aantal gevallen kan de SBE nadere voorschriften opstellen.

6 Controle

Alle voorzorgen dienen gericht te zijn op het voorkomen van besmetting met radioactieve stoffen, van uitwendige bestraling en inwendige besmetting. Voorzorgsmaatregelen dienen genomen te worden om ongecontroleerde voorvallen te voorkomen. Moeilijke technieken dienen met niet-actief materiaal te worden geoefend. Regelmatig dient men werkplek, kleding, handen en schoenen te controleren op radioactieve contaminatie. Hiervoor beschikt men over geschikte stralingsdetectie-apparatuur. Men dient ervoor te waken, dat de maximaal toelaatbare - afwrijfbare- oppervlaktebesmetting van 4 Bq/cm^2 voor β/γ -stralers niet wordt overschreden. Niet te verwijderen besmettingen en incidenten dienen bij de TMS te worden gemeld.

Voor het verlaten van het laboratorium dient men eerst de handen te wassen en te controleren op besmetting, alvorens nadere controles worden uitgevoerd op besmetting van schoenen, kleding, enz.

Regelmatig wordt het radionuclidenlaboratorium gecontroleerd op besmetting en de resultaten genoteerd in een logboek. Deze metingen worden tezamen met andere gegevens van het betreffende laboratorium bewaard (5 jaar). Bepaalde werkzaamheden / nucliden geven een grotere kans op inwendige besmetting; afhankelijk van dit risico en de gehanteerde activiteit zal de SBE nadere regels opstellen en bioassay- /inwendige besmettingsanalyses (laten) uitvoeren.

Tenzij de risicoanalyse anders uitwijst, zoals bij het gebruik van radiofarmaca, is persoonlijke dosimetrie met een TLD-badge in researchlaboratoria niet verplicht.

7 Voorraad / opslag

Uitsluitend wekelijkse werkvoorraden mogen in een deugdelijke bergplaats in het betreffende laboratorium worden opgeslagen. De bergplaats dient door de SBE goedgekeurd te zijn. Alle grotere voorraden blijven in de kluisruimte van de SBE.

Radioactieve bronnen en stoffen mogen niet onbeheerd en/of zonder waarschuwingstekens worden achtergelaten; na gebruik dienen ze onverwijld opgeborgen te worden in de aangewezen bergplaats.

Alle radioactieve stoffen / bronnen, welke niet langer gebruikt (zullen) worden, worden ingeleverd bij de SBE.

Voor alle radioactief besmet laboratoriumafval geldt het 'Basisdocument: Omgaan met radioactief afval'.

Ten aanzien van alle in het laboratorium aanwezige stoffen en bronnen geldt dat de afscherming zodanig moet zijn dat op plaatsen waar personen kunnen verblijven, het dosistempo nooit hoger is dan 1 µSv/uur over één week gemiddeld.

8 Ventilatie

Storingen in het ventilatiesysteem van de werkruimten of de zuurkasten dienen onverwijld gemeld te worden bij de TMS en de SBE. Het ventilatievoud is volgens de bijlage van de vergunning 8 maal per uur. Het is streng verboden de ventilatie uit te schakelen of te wijzigen zonder toestemming van de SBE en de TMS.

De Instrumentele Dienst zal periodiek metingen uitvoeren ter controle van de goede werking van de zuurkasten. De luchtverplaatsingssnelheid in een goed werkende zuurkast is tussen 25 en 40 cm/seconde.

9 Incidenten en besmettingen

Iedere geconstateerde besmetting dient beperkt gehouden te worden tot een zo klein mogelijk oppervlak; dit geldt zowel voor personen als voor het laboratorium. Waarschuw onmiddellijk de TMS bij moeilijk te verwijderen besmettingen. Ingeval van huidbesmetting en kleine wonden, direct spoelen met veel water en grondig wassen met zeep. Ingeval van mogelijke inwendige besmetting of opname, direct de SBE waarschuwen.

Radioactief besmette materialen en plaatsen duidelijk herkenbaar merken. Zo spoedig mogelijk beginnen met decontamineren. Altijd van buiten naar binnen werken om het besmette gebied zo klein mogelijk te houden.

De maximale afwrijfbare oppervlaktebesmetting van voorwerpen die het laboratorium verlaten is 0,4 Bq/cm².

Tevens dienen incidenten met betrekking tot de lozing op de lozingspunten in het laboratorium gemeld te worden aan de SBE, alsmede incidenten ten aanzien van lozingen via het luchtafvoerkanaal.

10 Werkwijzen

Voor ieder radionuclidenlaboratorium is een verantwoordelijke TMS aangewezen. Alvorens men tot de radiochemische werkzaamheden wordt toegelaten, dient men de 'Werkinstructies Radioactieve Stoffen' (B7-6.0) van de SBE bestudeerd te hebben en praktijkinstructies ontvangen te hebben van de TMS.

Moeilijke syntheses of niet-routinematige bewerkingen behoren vooraf geoefend te worden met niet-radioactieve stoffen.

Behalve aan stralingshygiënische aspecten dient tevens aandacht besteed te worden aan de algemene veiligheidsvoorschriften.

In de regel dienen radioactieve stoffen in een zuurkast / veiligheidskabinet gehanteerd te worden.

Een goede planning van de werkzaamheden is kenmerkend voor een deskundig radiologisch werker. Alle benodigdheden en hulpmiddelen dienen vooraf verzameld en klaargezet te zijn, binnen handbereik.

Verspreiding van radioactieve stoffen dient te worden vermeden. Het transport dient zoveel mogelijk beperkt te worden.

Bij werkzaamheden en transport dienen maatregelen te zijn genomen ter voorkoming van kans op vallen en breuk.

Draag uitsluitend handschoenen als er kans is op besmetting; trek ze daarna, op de juiste wijze, spoedig uit ter voorkoming van verspreiding van besmettingen.

11 Opmerkingen

In eerste instantie is een ieder die radiochemisch werk verricht, zelf verantwoordelijk voor de uitvoering van de voorgeschreven veiligheidsmaatregelen onder begeleiding van de TMS.

In de voorkomende gevallen of bij twijfel dient contact opgenomen te worden met de SBE.

Incidenten / ongevallen met radioactieve stoffen dienen altijd onverwijld gemeld te worden aan de SBE.

De SBE kan te allen tijde nadere voorschriften geven en eventueel beperkingen opleggen.

12 Kruisverwijzing

- Interne Toestemming;
- Complexvergunning LUMC en Universiteit Leiden;
- Werkinstructies Radioactieve Stoffen;
- Taken en verantwoordelijkheden van de TMS;
- Basisdocument: Omgaan met radioactief afval;
- Risicoanalyse radionuclidenlaboratoria.

ONBEHEERDE AFDRUK

B7-5.0: Schoonmaken van ruimten waar radioactieve stoffen gehanteerd worden

Versie	4
Publicatiedatum	woensdag 11 april 2018, 14:21:44
Datum laatste goedkeuring	donderdag 17 augustus 2023, 09:13:08
Status	Gepubliceerd
Afdeling	-

Wijzigingen ten opzichte van vorige versie:

1 Inleiding

Conform de afspraken die gemaakt zijn met de schoonmaakbedrijven m.b.t. het schoonmaken van radionuclidenruimten en het verwijderen van huishoudelijk afval uit deze radionuclidenruimten, wordt in deze regeling een overzicht gegeven van voorwaarden en (te treffen) maatregelen.

2 Herkenning

Alle toegangsdeuren tot de radionuclidenlaboratoria zijn voorzien van onderstaand waarschuwingssymbool.



Verder staat op de hoofdtoegangsdeur tot deze laboratoria vermeld de categorie:

"C-niveau: Bewaakte zone" of **"B-niveau: Gecontroleerde zone"**

en ook de naam en het telefoonnummer van de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS).

3 Voorwaarden

- **Nimmer** dienen de Labtafeloppervlakken door het schoonmaakpersoneel gereinigd te worden.
- **Nimmer** dienen voorwerpen die voorzien zijn van het stralingssymbool te worden aangeraakt.

3.1 B-niveau: gecontroleerde zone

In het LUMC-ziekenhuis bevinden zich slechts enkele laboratoria en behandelruimten op B-niveau. Deze ruimten zijn **niet** zonder meer toegankelijk en worden uitsluitend schoongemaakt volgens afspraak. De TMS zal in dit geval de nodige instructies verstrekken. Het gaat hierbij om de volgende radionuclidenruimten:

- Het B-lab en de bereidingsruimte op C0-80 en -81 van KFT,
- De ontvangst en opslagruimten C0-79, -82 en -83 van de SBE/V&M,
- Het Hotel B-lab op T6-28 en -26 van divisie 4,
- De Brachy-behandelruimte K0-18 van Klinische Oncologie
- De verpleegafdeling C8-25 t/m 35 van de Nucleaire geneeskunde (zie 3.3).

3.2 C-niveau: bewaakte zone

Een nuclidenlaboratorium op C-niveau kan door het schoonmaakpersoneel vrij betreden worden. Bij de dagelijkse schoonmaak van deze laboratoria dienen de volgende zaken in acht te worden genomen:

- Alleen de papieren handdoek afvalzakjes en de afvalzakken van de huishoudelijk afvalbakken mogen afgevoerd worden.
- De **zwarte** afvalvaten of de **blauwe** SZA-vaten (met waarschuwingssymbool) bevatten radioactief afval en mogen **nooit** geleeagd worden of meegenomen worden.
- De handenwasbak bij de toegangsdeur en de deur zelf worden standaard schoongemaakt.
- Werkplekken als labtafels, zuurkasten en flowkasten mogen **nooit** gereinigd worden door de schoonmaakmedewerkers. Dit wordt gedaan door de laboratoriummedewerkers van de afdeling zelf.
- De vloer wassen of overige inventaris schoonmaken alleen op verzoek van en na instructie door de TMS.

De plaatselijke stralingsdeskundige kan per radionuclideruimte nadere instructies geven of beperkingen opleggen.

3.3 Verpleegafdeling Nucleaire Geneeskunde (C8-35)

Deze afdeling is ingedeeld in de categorie B-niveau en is niet zonder meer toegankelijk. Voor de schoonmaak van deze afdeling is een uitgebreide werkinstructie opgesteld:

1. Het vaste schoonmaakpersoneel dient bij de stralingsbeschermingseenheid (SBE), onderdeel van afd.V&M te zijn aangemeld. De schoonmakers worden door de TMS en de verpleging van de Nucleaire geneeskunde geïnstrueerd over de werkwijze.
2. Tijdens de schoonmaakwerkzaamheden dient de schoonmaakmedewerker persoonlijke beschermingsmiddelen te dragen: werkkleding, disposable handschoenen, disposable slofjes over de schoenen. Deze disposables zijn in de toegangssluis van de afdeling aanwezig.
3. Standaard voert de SBE op vrijdagmiddag in alle ruimten een besmettingscontrole uit van de vloeren. Hoge besmettingen worden door de SBE zo goed als mogelijk verwijderd. In C8-30 is de vloermonitor en een calamiteitenset met Decon-oplossing aanwezig. Aan de hand van de meetbevindingen en instructies op de ingevulde vrijgavebrief van de SBE kan dan op maandagmorgen de afdeling door het schoonmaakpersoneel worden schoongemaakt. De verpleging geeft in het logboek aan of er speciale maatregelen of aanpassingen van de schoonmaak nodig zijn. De map SBE-vrijgavebrieven en het Hago-logboek liggen op de kar in de sluis.
4. Extra schoonmaakwerkzaamheden of schoonmaak op afwijkende dagen kunnen via het servicepunt-FB, tst 65200 aangevraagd worden.
5. Bij de schoonmaakkar in de opslagruimte van de schoonmaakdienst, C8-33, ligt een lijst met wat er op de afdeling schoongemaakt moet worden en hoe. De schoonmaakdienst gebruikt een vochtige disposable microvezel mop voor de vloeren en vochtige disposable microvezeldoekjes voor de inventaris, wanden en toiletpot. Net als bij cytostaticaruimten wordt gewerkt van "schoon" naar "vuil". De disposable schoonmaakdoekjes worden weggegooid in een huisvuilzak en opgeslagen in de schoonmaakruimte, C8-33. Ook de niet-disposable schoonmaakmaterialen blijven na afloop op de afdeling in deze speciale opslagruimte.
6. Afvalbakken van de patiëntenkamers C8-28, -31 en-35 mogen niet door de schoonmaakmedewerkers worden geleegd. De schoonmaakmedewerkers voeren de afvalzakken wel af uit de overige ruimten zoals C8-27 (sluis), C8-27A (badkamer), C8-29 (kantoor verpleging), C8-34 (toedien/artsenkamer) en zetten deze in C8-33.
7. De verpleging zelf voert de afvalzakken van de patiëntenkamers af net als de zakken uit C8-33. Alle afvalzakken worden met een stralingsmonitor volgens protocol gemeten: hoog actieve zakken gaan met een datumsticker direct met de lift naar de SBE op C0 of via een speciale containerverzamelzak, laag actieve zakken worden tijdelijk op de afdeling bewaard in bakken in de afvalopslagruimte, C8-36. Afvalzakken die niet (meer) stralen worden door de verpleging via de groene afvalcontainer bij de liften afgevoerd.
8. Ook het beddengoed en eventueel besmette kleding van de patiënten wordt door de verpleging in zakken gedaan en volgens protocol gemeten: hoog actieve blauwe waszakken gaan met een datumsticker direct met de lift naar de SBE op C0, laag actieve blauwe waszakken worden tijdelijk op de afdeling bewaard in de afvalopslagruimte, C8-36. Ook patiëntenkleding die niet mag worden weggegooid wordt in C8-36 bewaard met de patiëntgegevens en de retourdatum op deze zak.
9. Wekelijks worden de zakken die in ruimte C8-36 liggen door de verpleging gemeten en indien mogelijk afgevoerd als bedrijfsafval of als vuil wasgoed.
10. De afgehaalde patiëntenbedden worden door de verpleging gemeten op besmetting. Met name de kussens en soms de matras kunnen besmet raken. Een besmette plek eerst zo goed als mogelijk schoonmaken met een microvezeldoekje en Decon-oplossing. Is de besmetting verwijderd dan kunnen de bedden schoongemaakt worden door de beddenreinigingsmedewerkers.
Dit gebeurt op de patiëntenkamer, bedden invoeren in Arta met vermelding van het kamernummer, vermelding dat het de NUGE betreft en dat het voor 9 uur moet ivm. opname. Het gebruikte schoonmaakmateriaal wordt in een zak gedaan en afgegeven aan de verpleging ter controle op straling. Als een besmet kussen na schoonmaken bij meting toch nog een te hoge uitslag geeft blijft deze uitstralen in C8-36. Besmette voorwerpen blijven dus altijd binnen het gesluisde gebied.
11. Iedereen die de afdeling verlaat moet in de sluis de handschoenen uitdoen. Daarna worden de handen gewassen en gemeten. Bij de overstap van 'vuil' naar 'schoon' worden de slofjes uitgedaan en in de afvalbak gooid.
12. Voor het melden van zakken in de RA-lift of bij logistieke vragen, bel de SBE via het secretariaat VGM [REDACTED]. Voor problemen met patiënten of bij incidenten, bel ook de TMS: tst [REDACTED].



Basisdocument B7-60

Werkinstructies Radioactieve stoffen in radionuclidenlaboratoria

ten behoeve van:

Universiteit Leiden

Leids Universitair Medisch Centrum

Inhoud

1	Inleiding.....	3
2	Organisatie stralingsbescherming.....	3
3	Radioactieve stoffen.....	3
3.1	Aanschaf en verplichte administratie	3
3.2	Radiofarmaca	4
3.3	Classificatie.....	4
4	Indeling radionuclidenlaboratoria	4
4.1	Klasse B- en C-laboratoria.....	4
4.2	Specifieke ruimten	5
4.3	Monster-meetkamers.....	5
5	Inrichting laboratoria.....	5
5.1	Inrichtingseisen	5
5.2	Watergebruik.....	6
5.3	Ventilatie.....	6
5.4	Gebruik van zuurkasten.....	6
5.5	Gebruik van veiligheidskabinetten (laminair flowkasten)	7
6	Richtlijnen voor radiologisch werk in laboratoria.....	7
6.1	Algemeen	7
6.2	Kledingdiscipline	7
6.3	Werkdiscipline	8
6.4	Controle en monitoring	9
7	Dosimetrie	9
8	Voorraad/opslag	10
9	Proefdieren	11
10	Radioactief afval.....	11
11	Calamiteiten en incidenten	12
11.1	Besmetting.....	12
11.2	Technische calamiteiten	13
	Bijlage 1 Veiligheidsmaatregelen	14
	Bijlage 2 Gegevens van veelgebruikte radionucliden	15
	Bijlage 3 Eigenschappen γ -stralende radionucliden.....	16
	Bijlage 4 Eigenschappen β -stralende radionucliden	17

1. Inleiding

Bij het gebruik van radioactieve stoffen moeten maatregelen getroffen worden om besmetting en bestraling van werknemers binnen het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) en Universiteit Leiden (LEI) te voorkomen.

Deze werkinstructies geven een reeks veiligheidsvoorschriften en regels om de risico's van het werken met radioactieve stoffen tot een aanvaardbaar niveau te beperken. Een radiologisch werker dient zich terdege bewust te zijn van zijn verantwoordelijkheid in deze.

2. Organisatie stralingsbescherming

Alle werkzaamheden in een radionuclidenlaboratorium vinden plaats onder toezicht en begeleiding van een toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (tms; voorheen 'plaatselijke stralingsdeskundige'). Deze houdt op de werkplek toezicht namens het afdelingshoofd of wetenschappelijk directeur (wd/ LEI) en is de schakel tussen de radiologisch werkers en de stralingsbeschermingseenheid (sbe) van LUMC en LEI.

De sbe is een onderdeel van afdeling Veiligheid, Gezondheid en Milieu (VGM; waaronder de Arbo-dienst voor LUMC en Universiteit Leiden). Zij coördineert, adviseert en controleert werkzaamheden op het gebied van stralingsbescherming (stralingshygiëne) binnen het LUMC en LEI. De stralingsdeskundige van de lokale Arbo- en Milieudienst (AMD/ Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen/ LEI) is eveneens lid van de sbe.

In eerste instantie is iedere radiologisch werker zelf verantwoordelijk voor de uitvoering van de voorgeschreven veiligheidsmaatregelen onder begeleiding van de tms.

Bij twijfel over de te nemen stralingshygiënische maatregelen dient contact opgenomen te worden met de tms, eventueel met de sbe. De sbe kan (via de tms) altijd nadere voorlichting, voorschriften geven of beperkingen opleggen.

Incidenten en ongevallen met betrekking tot radioactieve stoffen worden via de reguliere procedures binnen het LUMC en LEI geregistreerd en gemeld aan VGM.

3. Radioactieve stoffen

3.1 Aanschaf en verplichte administratie van radioactieve stoffen

Alle bestellingen vinden uitsluitend plaats via de tms volgens de vastgelegde reguliere procedures van LUMC (FLITS) of LEI (SAP/ SRM). Bestellingen vinden alleen plaats als de werkzaamheden zijn toegelaten door de algemeen coördinerend stralingsdeskundige (acd) van de sbe middels een Interne Toestemming waar een risico-analyse deel van uit maakt.

Ontvangsten anders dan via de tms dienen direct aan de sbe (of stralingsdeskundige AMD) gemeld te worden, zodat de zending kan worden gecontroleerd en geregistreerd.

Bij iedere toelevering hoort een gebruikerskaart, waarop het gebruik vermeld dient te worden.

De gebruikerskaart wordt bij de sbe of AMD ingeleverd bij teruggave of volledig gebruik van het radioactieve materiaal.

3.2 Radiofarmaca

De radiofarmaca vallen zowel onder het regime van de Kernenergiewet als van de Wet op de Geneesmiddelenvoorziening.

Alle radiofarmaca worden onder toezicht van de verantwoordelijke apotheker bereid, gecontroleerd

en gedoseerd in het B-laboratorium (C0-81) van afdeling Klinische Farmacie en Toxicologie (ziekenhuisapotheek).

Alle toepassingen van radiofarmaca dienen geregistreerd te worden onder vermelding van: patiënt met code, toegediende activiteit en nuclide en verdere relevante gegevens omtrent de toepassing.

3.3 Classificatie

De werkzaamheden met radionucliden worden geclassificeerd naar risico. Hierbij is de kans op inwendige besmetting (effect) van belang. Dit risico (kans \times effect) wordt onder meer bepaald door de vluchtigheid van de gehanteerde stof, de verspreidingskans bij de uitgevoerde handelingen en de ventilatie-voorziening in het laboratorium.

Behalve het risico bij inhalatie is de dosisconversiecoëfficiënt (DCC) – ofwel inhalatiedosiscoëfficiënt (e_{inh}) - van de stof van belang bij het vaststellen van de maximaal te hanteren activiteit.

De DCC (uitgedrukt in Sv per geïnhaleerde Bq) wordt onder meer bepaald door de halfwaardetijd, de effectieve stralingsenergie, de chemische verbinding en het daaraan gekoppelde metabolisme van de stof.

De radionuclidenlaboratoria zijn op grond van de aanwezige voorzieningen ingedeeld in een klasse, die beperkingen opleggen aan de maximale te hanteren activiteit van een nuclide.

4. Indeling radionuclidenlaboratoria

4.1 Klasse B- en C-laboratoria

De meeste radionuclidenlaboratoria in het LUMC en LEI zijn van klasse-C. Slechts enkele laboratoria behoren tot klasse-B.

In B-laboratoria is de maximale te hanteren activiteit, bij gelijksoortige handelingen, in het algemeen een factor 10 hoger dan in C-laboratoria. Dit heeft te maken met de hogere bouwkundige- en inrichtingseisen en de striktere gedragsregels in een B-laboratorium.

Zo is een B-laboratorium in het algemeen afgesloten indien deze niet in gebruik is, is er onder meer een sluis voor de handhaving van de onderdruk in het laboratorium en als extra drempel, een kledingvoorschrift, een nooddouche en wordt de afgezogen lucht gefilterd.

Bijlage 9 geeft een overzicht van de maximale te hanteren activiteit van de meest gebruikte nucliden. Uitsluitend bewerkingen met een lage verspreidingskans mogen buiten de zuurkast worden uitgevoerd. De daarbij te hanteren maximale activiteit is dan een factor 100 lager dan in de zuurkast.

Besprek met uw tms welke handelingen waar en hoe mogen worden uitgevoerd.

Voor elk experiment wordt een werkprotocol opgesteld, met daarin alle gegevens die voor de stralingshygiëne van belang zijn.

4.2 Specifieke ruimten

In ruimten aangeduid als C-specifieke ruimte of C-kweekkamer geldt voor de maximale te hanteren activiteit 0,1 maal de voor C-ruimten geldende normen, waarbij uitsluitend worden toegestaan de normale natte bewerkingen.

4.3 Monster-meetkamers

In deze ruimten zijn geen bewerkingen toegestaan met radioactieve stoffen, anders dan het plaatsen van monsters (verpakt in telflesjes) in de detectoren/counters. Teneinde het lage achtergrondniveau in deze ruimten te handhaven, verdient het de voorkeur om hoog-actieve monsters (meer dan 20 kBq) in de radionuclidenlaboratoria te meten.

5. Inrichting laboratoria

Alle radionuclidenlaboratoria zijn ingericht conform de eisen die zijn gesteld in de bijlage van de vergunning ingevolge het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

5.1 Inrichtingseisen

Het radionuclidenlaboratorium dient altijd een opgeruimde, ordelijke en schone aanblik te hebben.

- Er worden geen voorraden aangelegd in de radionuclidenlaboratoria.
- Plaats zo min mogelijk voorwerpen op de vloeren en dan zodanig, dat ook onder deze voorwerpen de vloer kan worden gereinigd.
- Alle voorwerpen moeten goed te decontamineren zijn. Daarom mogen uitsluitend goed decontamineerbare laboratoriumtafels, stoelen en krukken in de radionuclidenlaboratoria worden gebruikt. Kartonnen (opslag)dozen zijn ongewenst.
- Bureaus zijn in deze ruimten niet toegestaan en administratieve werkzaamheden dienen beperkt te worden tot die absoluut noodzakelijk zijn bij het uitvoeren van de experimenten.
- Notities dienen gemaakt te worden op een tafel zo ver mogelijk verwijderd van de werkzaamheden met radioactieve stoffen.
- Vorming van archieven en plaatsing van boeken dient te worden vermeden.
- Verwijder overbodige zaken tijdig uit het radionuclidenlaboratorium.
- Houd de deuren gesloten ter handhaving van de onderdruk en voor de juiste werking van de zuurkasten.

Waterstraalluchtpompen zijn niet toegestaan om te voorkomen dat radioactieve stoffen onbedoeld in het riool terecht komen. Bij werkzaamheden waarbij koeling met leidingwater nodig geacht wordt, dient men altijd vooraf overleg te plegen met de tms en/of de sbe.

5.2 Ventilatie

Alle radionuclidenlaboratoria hebben een verhoogde ventilatievoud vergeleken met standaardlaboratoria en hebben een onderdruk ten opzichte van de omgeving, teneinde verspreiding van materiaal en besmetting van de omgeving te voorkomen. Houdt daarom deuren gesloten!

Zuurkasten zijn de belangrijkste voorzieningen in een (radionucliden)laboratorium; deze zijn dan ook altijd in bedrijf. Meld storingen in de ventilatie en bij zuurkasten direct aan de tms of onderhoudsdienst.

Signalering op zuurkasten in radionuclidenlaboratoria

De meeste zuurkasten hebben een signalering voor de juiste werking. Neem deze signalering altijd serieus! Controleer, indien er geen signalering is of als men twijfelt, bijvoorbeeld met een stukje tissuepapier of er luchtverplaatsing is in de zuurkast. Laat indien nodig de luchtverplaatsingssnelheid testen of deze voldoende is voor het betreffende werk. De luchtverplaatsingssnelheid in de raamopening moet tussen de 25 en 40 cm/s liggen.

Signalering in B-ruimten

In deze ruimten bevindt zich tevens een onderdrukaanwijzing; deze dient regelmatig te worden gecontroleerd. Een brandende rode ronde lamp in en buiten het laboratorium betekent te lage onderdruk: werkzaamheden staken.

5.3 Gebruik van zuurkasten

De zuurkast is een uitermate belangrijke voorziening in het radionuclidenlaboratorium ter voorkoming van inwendige besmetting van de medewerkers. Het is daarom belangrijk op adequate wijze van de zuurkast gebruik te maken.

Een gulden regel is: hoe leger de zuurkast en hoe minder bewegingen erin en vlak ervoor worden gemaakt, hoe minder turbulenties er ontstaan in de zuurkast, hoe beter deze werkt.

Voorts zijn de volgende tips van belang hierbij:

- houd het zuurkastraam altijd zoveel mogelijk gesloten;
- loop niet vlak voor zuurkasten langs;
- beperk de opstelling van instrumenten en hulpmiddelen. Voorkom daarmee lekken uit de zuurkast door turbulentie van de luchtstroom in de werkopening;
- plaats opstellingen diep in de zuurkast;
- voorkom blokkering van afzuigopeningen vlak boven het werkblad;
- houd vloerruimte voor zuurkast vrij.

5.4 Gebruik van veiligheidskabinetten (laminair flowkasten)

Uitsluitend de veiligheidskabinetten klasse 2 zijn toegestaan in een radionuclidenlaboratorium.

De afvoer van deze flowkasten dient aangesloten te zijn op het centrale luchtafvoerkanaal van de betreffende ruimte.

Men dient bij vervanging van de filterunits uit deze kasten rekening te houden met mogelijke contaminatie.

De maximale te hanteren activiteit in een veiligheidskabinet is gelijk aan die in de zuurkast.

6. Richtlijnen voor radiologisch werk in laboratoria

6.1 Algemeen

- In radionuclidenlaboratoria mogen geen andere dan radiologische werkzaamheden worden verricht, tenzij deze direct verband houden met de radiologische werkzaamheden.
- In de radionuclidenlaboratoria werken uitsluitend geregistreerde radiologisch werkers. Toegang tot deze laboratoria is dan ook verboden voor onbevoegden.
- Onnodig verblijf in een radionuclidenlaboratorium is niet toegestaan.
- Roken, eten, drinken en het opbrengen van cosmetica is in een radionuclidenlaboratorium niet toegestaan, alsmede het meenemen van persoonlijke eigendommen.
- Nooit dient men in het radionuclidenlaboratorium met de handen in het gezicht te wrijven, noch haren te kammen of de neus te snuiten met handschoenen aan.
- Personen met verwondingen of huidafdoeningen aan de handen mogen niet zonder medische keuring met open bronnen werken; kleine wondjes aan de handen dienen doelmatig beschermd te zijn.
- Indien eenvoudige metingen en handelingen met speciale apparatuur buiten het radionuclidenlaboratorium verricht moeten worden, zoals het werken met een ultracentrifuge of spectrofotometer, dient men duidelijk zichtbaar het stralingssymbool aan te brengen.
- Na afloop van de werkzaamheden dient de radiologische werker de betreffende ruimte voorwerpen, alsmede de gebruikte apparatuur (op juiste wijze) te controleren op radioactieve besmetting en zo nodig te decontamineren. De resultaten hiervan worden genoteerd in een logboek. De tms ziet hierop toe en controleert steekproefsgewijs de besmettingscontroles.

Nadere voorwaarden voor het werk in de B-niveau laboratoria zijn bekend bij de tms.

6.2 Kledingdiscipline

Laboratoriumjassen

Alvorens het radionuclidenlaboratorium te betreden dient men de normale (laboratorium)jas op de kapstok bij de ingang van het laboratorium te hangen en de in het radionuclidenlaboratorium aanwezige -met een rode kraag of streep gemerkte- laboratoriumjas aan te trekken. Deze RA-jas dient altijd in het radionuclidenlaboratorium te blijven. Uitsluitend en alleen deze RA-jassen worden in het radionuclidenlaboratorium gedragen en kunnen na zorgvuldige controle met de besmettingsmonitor voor reiniging worden aangeboden aan de wasserij. Besmette jassen kunnen verpakt ingeleverd worden bij de SBE.

Handschoenen

Daar waar een verhoogde kans op besmetting is, worden bij de handelingen met radioactieve stoffen tevens handschoenen gedragen. Gebruik een type handschoen dat het meest geschikt is voor de chemicaliën waarmee wordt gewerkt. Laat u op de hoogte stellen van de eigenschappen van de handschoendoor de tms of sbe.

De voorkeur is de zogenoemde één-handschoen-methode zodat altijd één hand schoon is en de omliggende voorwerpen, zoals koelkasten, pipetten en apparatuur niet worden besmet.

Handschoenen dienen regelmatig vernieuwd te worden, zeker als er duidelijke besmetting van handschoenen heeft plaatsgevonden. Trek ze altijd omzichtig en binnenstebuiten uit, zonder de handen te besmetten.

Draag nooit handschoen buiten het laboratorium! Ook niet indien u weet dat deze niet zijn besmet.

6.3 Werkdiscipline

- Instrumentarium en glaswerk voor gebruik in het radionuclidenlaboratorium dient niet buiten de betreffende ruimte gebracht te worden, tenzij een grondige inspectie op radioactieve contaminatie heeft plaatsgevonden.
- Het is een kenmerk van een deskundige radiologisch werker vooraf werkzaamheden te plannen, alle gebruiksvoorwerpen klaar te zetten en (ingewikkelde) technieken te oefenen met niet-radioactieve stoffen.
- Bij kans op breuk of morsen dient men altijd in bakken en op celstof te werken en dit regelmatig doch tenminste bij beëindiging van de werkzaamheden te verversen.
- Voorraadflesjes met tracer altijd in een extra omhulling plaatsen (dubbelglas werken), teneinde omvallen te voorkomen.
- Het werkoppervlak dient altijd bedekt te zijn met celstofvellen (plastic zijde onder); het gebruik van aluminiumfolie en filtreerpapier wordt beslist afgewezen voor dit doel.
- Uitsluitend goed decontamineerbare voorwerpen en apparaten mogen bij radiologische werkzaamheden worden gebruikt.
- Om besmetting van tafels en vloeren te voorkomen worden buisjes, slangetjes, pipetten en andere mogelijk druppelende voorwerpen getransporteerd in een plastic bekertje.
- Bij overgieten van radioactieve vloeistoffen steeds om de hals van de fles, kolf, reageerbuis wat tissue wikkelen, teneinde de druppels die langs het glas lopen direct op te vangen.
- Pipetteren dient nooit met de mond te gebeuren. Bij het gebruik van automatische pipetten en injectiespuiten dient men bedacht te zijn op de vorming van aërosolen!
- Het verdient aanbeveling uitsluitend disposable materiaal te gebruiken.
- Als tijdens experimenten radioactieve gassen/dampen of aërosolen kunnen ontstaan, dienen voorzieningen te worden getroffen om deze zoveel mogelijk af te vangen zoals door een

zuurkast.

- Gebruik uitsluitend pluisvrij absorberend materiaal; wees extra voorzichtig met poedervormig en stofvormend materiaal!
- Vele handelingen/werkzaamheden dienen in de zuurkast te geschieden; gelet op de maximale toegestane activiteit op de werktafel.
- Voorzorgsmaatregelen dienen getroffen te worden om overlopen en ontsnappen van radioactieve (vloeistof) te voorkomen bijvoorbeeld door drukopbouw, temperatuurstijging, et cetera.
- Besmette voorwerpen direct decontamineren, of als RA-afval behandelen of "gemerkt" opbergen.

Behalve aan stralingshygiënische aspecten dient tevens voldoende aandacht besteed te worden aan de algemene veiligheidsvoorschriften.

Het werken met jodiumisotopen (^{125}I of ^{131}I) verdient extra aandacht, mede gezien de hoge DCC's. (zie bijlage 6):

- Vrijwel alle jodiumverbindingen zijn vluchtig en kunnen in het lichaam worden opgenomen (schildklier);
- Jodiumverbindingen niet in zuur milieu brengen om ontsnappen van het vluchtige I_2 te voorkomen. Als tijdens het experiment een zuur milieu noodzakelijk is, werkt men in een zuurkast;
- Voorraden goed afgesloten, bij de aanbevolen temperatuur bewaren en bij gebruik kortstondig openen;
- Indien mogelijk stabiliserende stoffen toevoegen (eiwitten, albumine);
- Afval basisch houden met NaOH en sulfiet (thiosulfaat), de afvalvaten kortstondig openen en goed sluiten.

6.4 Controle en monitoring

Regelmatig dient men werkplek en eigen kleding, schoenen enzovoorts te controleren op besmetting. Bij alle handelingen dient men verspreiding van het radioactieve materiaal te voorkomen en regelmatig de (juiste) monitor te hanteren om dit te controleren, teneinde een eventuele contaminatie spoedig te vinden.

De gebruikers van het radionuclidenlaboratorium dienen regelmatig de werkruimte op eventuele besmettingen te controleren door middel van een gevalideerde besmettingscontrole en de resultaten hiervan in een logboek bij te houden. Bij het hanteren van een meetinstrument/monitor altijd handschoenen uittrekken en met de detector nooit het te controleren oppervlak aanraken.

Bij een geconstateerde besmetting het gecontamineerde gebied zo klein mogelijk houden en bij decontaminatie subtiel te werk gaan. Iedere door uzelf niet (geheel) te verwijderen contaminatie direct melden aan de tms.

Binnen het radionuclidenlaboratorium is de maximale toegestane oppervlaktebesmetting 4 Bq/cm^2 , te middelen over maximaal 100 cm^2 .

Voorwerpen en instrumentarium mogen uitsluitend na een grondige controle op radioactieve besmetting buiten het radionuclidenlaboratorium worden gebracht. Voorwaarde is een maximale besmetting van $0,4 \text{ Bq/cm}^2$.

Vóór het verlaten van het radionuclidenlaboratorium dienen altijd eerst de handen gewassen te worden en daarna dient men schoenen, kleding, et cetera te controleren op mogelijke besmetting.

De sbe kan altijd nadere voorschriften/regels vaststellen, afhankelijk van eventuele risico's.

Schoonmaken van het C-niveau-laboratorium gebeurt na uitvoerige controle onder verantwoordelijkheid van de tms.

7. Dosimetrie

Tijdens radiologische werkzaamheden in een radionuclidenlaboratorium voor researchwerkzaamheden is het dragen van een persoonsdosimeter niet verplicht, tenzij de risicoanalyse anders uitwijst. De persoonsdosimeter registreert uitsluitend uitwendige bestraling en is strikt persoonsgebonden. Een persoonsdosimeter kan worden aangeschaft via de tms.

Bij het werken met open bronnen bestaat tevens het risico van verspreiding en dus besmetting van de werkplek. Dit kan bij onvoldoende werkdiscipline leiden tot een inwendige besmetting hetgeen een hoge inwendige stralingsdoses kan veroorzaken. Zeer veel stralingshygiënische maatregelen zijn dan ook gericht op het voorkomen van inwendige besmettingen.

Voor radiologisch werkers dient de opgelopen dosis zo laag mogelijk gehouden te worden en dit kan worden bereikt door:

- Het gebruik van lage activiteiten;
- Tijdsimitering: dosis wordt bepaald door werktijd;
- (dosis = dosistempo x tijd);
- Afstand houden tot de "bron";
- Voor gammastralers en hoogenergetische bètabronnen is het dosistempo omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand;
- Pak radioactief materiaal met hoge activiteit niet met de vingers vast, maar probeer gebruik te maken van pincetten of handling tools;
- Afscherming aanbrengen met geschikte verzwakkingsmaterialen rond de bron, waardoor verlaaging van de dosis tot een aanvaardbaar niveau wordt bereikt;
- Plaats afschermingsvoorzieningen zo dicht mogelijk bij de bron;
- Bedenk hierbij dat het stralingsverzwakkend vermogen van de wanden van de laboratoria in het algemeen zeer gering is en dat dus zeker afscherming voor de "buren" dient te worden aangebracht.

8. Voorraad/opslag

Uitsluitend dagelijkse werkvoorraden mogen in het radionuclidenlaboratorium worden opgeslagen met voldoende afscherming in een daartoe door de sbe goedgekeurde bergplaats die wordt afgesloten. Deze voorraad mag nooit de maximale werkhoeveelheid overschrijden.

Het beheer van de sleutel van de bergplaats berust bij de tms.

Radioactief materiaal, dat niet voor het lopend onderzoek in gebruik is, kan worden opgeslagen in de kluisruimte van de sbe.

Stockvoorraden en radioactief materiaal dat over een langere periode op de afdeling in gebruik is, dienen brandvertragend te worden opgeslagen.

Radioactieve stoffen mogen niet onbeheerd en/of zonder waarschuwingstekens worden achtergelaten.

Het dosistempo buiten de bergplaats mag in het algemeen niet meer bedragen dan 1 $\mu\text{Sv/h}$ op 10 cm afstand van het oppervlak.

De bergplaats wordt voorzien van waarschuwingstekens.

Alle op te bergen potjes, flesjes, buisjes, etc. dienen goed gesloten te zijn en voorzien van een waarschuwingssticker. Parafilm en folie alleen zijn onvoldoende! Let op de chemische eigenschappen van het op te bergen materiaal en van de verpakking! Gebruik de wettelijke etikettering. Controleer voorraden regelmatig in verband met decompositie en verwijder regelmatig onbruikbaar geworden materialen als radioactief afval.

9. Proefdieren

Toediening van radioactieve stoffen aan proefdieren alsmede huisvesting en operaties van radioactief besmette dieren moeten altijd in het radionuclidenlaboratorium plaatsvinden.

Proefdieren verblijven in, met waarschuwingsstickers gemerkte, kooien/bakken op een gaasrooster waaronder, (voor het dier onbereikbaar) celstof ligt om de uitwerpselen te verzamelen.

Bedenk dat alle stof en haren radioactief besmet kunnen zijn.

Alle afvalproducten als radioactief afval verzamelen, gescheiden in kort- en langlevend afval.

Alvorens kooien en bakken teruggaan naar de dierenstal worden ze gedecontamineerd en gecontroleerd op radioactieve besmetting door middel van een gevalideerde besmettingscontrole.

10. Radioactief afval

Verwezen wordt naar het document [B4-1.0: Radioactief afvalverwerking op de afdeling](#) of het veiligheidsreglement (LEI).

11. Calamiteiten en incidenten

11.1 Besmetting

Door regelmatig de besmettingsmonitor te hanteren kan een contaminatie vroegtijdig worden opgemerkt.

De omvang van iedere geconstateerde besmetting wordt beperkt gehouden tot een zo klein mogelijk oppervlak.

Steeds dient alle afwrijfbaar besmettingen te worden verwijderd en wel zo spoedig mogelijk na ontdekking.

Waarschuw onmiddellijk de tms bij moeilijk te verwijderen besmettingen.

Persoonlijk

Ingeval van besmetting van de huid of kleine wonden direct spoelen met veel water en grondig wassen met zeep. Bij een moeilijk te verwijderen besmetting tevens spoelen met een carrieroplossing van het gehanteerde materiaal.

Bij verwonding de wond zo goed mogelijk laten doorbloeden alvorens te stelpen.

Ingeval van mogelijke inwendige besmetting direct de sbe waarschuwen, waarna eventueel contact wordt opgenomen met de stralingsarts. Telefoonnummer VGM: 8015 (vanuit LEI) of 68015 (vanuit LUMC).

Materieel

Bij besmetting van instrumenten en oppervlakken wordt eerst de gemorste activiteit opnemen met celstof. Daarna reinigen met water, carrieroplossing of een verdunde lauwe oplossing van detergens. Na iedere stap wordt het te reinigen oppervlak en het gebruikte tissue met de monitor gecontroleerd. Vermijd een al te grote verspreiding van het RA-materiaal, ga subtiel te werk!

Iedere door uzelf niet te verwijderen besmetting melden aan de tms en/of de sbe.

Al er activiteit is gemorst op tafels of vloeren worden collega's ingelicht en het besmette gebied beperkt gehouden en duidelijk gemarkeerd.

Materialen en instrumenten met een niet afwrijfbare oppervlaktebesmetting van meer dan 0,4 Bq/cm² mogen het radionuclidenlaboratorium niet verlaten.

Decontaminatieproces

- Houd het besmette oppervlak zo klein mogelijk;
- Controleer na iedere stap het besmette oppervlak, alsmede het gebruikte tissue, met een geschikte monitor;
- Gemorste activiteit met celstof opnemen; poedervormig materiaal eerst nat maken met carrieroplossing.
- Vervolgens reinigen met water en droogwrijven.
- Indien noodzakelijk reinigen met carrieroplossing of een verdunde lauwe oplossing met detergens.
- Restbesmetting van meer dan 4 Bq/cm² melden bij de tms!

11.2 Technische calamiteiten

LUMC-situatie: Zowel op iedere zuurkast in het C-laboratorium als naast de deur buiten dit laboratorium wordt door middel van een gele en een groene lamp de werking van de ventilatie gesignaleerd. Zodra een van deze lampen knippert of dooft, is de ventilatie gestoord en worden de werkzaamheden direct gestaakt en wordt het laboratorium verlaten.

Tevens wordt de tms op de hoogte gesteld.

Na opheffing van de storing mag het laboratorium pas worden betreden en de werkzaamheden worden hervat na toestemming door de TMS.

LEI-situatie: Als de ventilatie in het (radionucliden)laboratorium is gestoord worden de werkzaamheden direct gestaakt en wordt het laboratorium verlaten. Tevens wordt de tms op de hoogte gesteld. Na opheffing van de storing mag het laboratorium pas worden betreden en de werkzaamheden worden hervat na toestemming door de tms.

12 Kruisverwijzing

De volgende regelingen zijn tevens van toepassing:

- Interne organisatie stralingsbescherming;
- Regeling Interne Toestemmingen;
- Taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden plaatselijk stralingsdeskundige;
- Aanmelden radiologische werkers;
- Omgaan met radioactief afval;
- Veiligheidsreglement
- Werken met open bronnen in radionuclidenlaboratoria.

Bijlage 1 Veiligheidsmaatregelen

Niet limitatief

- 1 Dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen (jas, handschoenen, veiligheidsbril, etc.)
- 2 Dragen van een persoonsdosimeter (TLD-badge), volgens de risico-analyse (op de juiste plaats op het lichaam)
- 3 Hanteren van juiste stralingsmeetapparatuur. (controle op besmetting)
- 4 Voorkomen van oppervlaktebesmetting.
- 5 Afschermen van de bron, houden van afstand en beperken van de tijd.
- 6 Werken in zuurkasten en in bakken met celstof.
- 7 Raadplegen van tms

Bijlage 2 Gegevens van veelgebruikte radionucliden

Nuclide	Stralingsenergie (keV)		T _{1/2} *
	β	γ	
3 H	18	-	12,6y
14 C	156	-	5700y
32 P	1710	-	14,3d
33 P	248	-	24,4d
35 S	167	-	87d
45 Ca	254	-	163d
51 Cr	-	323	27,8d
67 Ga	-	93/184/296	78h
89 Sr	1463	-	52,7d
99m Tc	-	140	6h
99 Mo	143/922	740/181	67h
106 Ru	39	-	368d
111 In	-	173/247	2,8d
123 I	-	160	13h
125 I	-	35	60d
131 I	610	365	8,04d
137 Cs	514	662	30,0y
192 Ir	670	296/317/468	74,2d
201 Tl	-	135/167	73h

* Eenheden bij T_{1/2} : h = uren, d = dagen, y = jaren

Tabel: Inhalatiedosiscoëfficiënten, radiotoxiciteitsequivalenten (Re_{inh}) en halfwaardetijden
 Datum: 3-5-2022

Naam radionuclide	Symbol radionuclide	$e(50)_{inh}$ (Sv/Bq)	$1 Re_{inh}$ (Bq)	$T_{1/2}$
Technetium	Tc-99m	2,90E-11	3,4E+10	6,02 h
Chroom	Cr-51	3,60E-11	2,8E+10	27,7 d
Tritium	H-3	4,20E-11	2,4E+10	12,3 a
Fluor	F-18	4,90E-11	2,0E+10	1,83 h
Rubidium	Rb-81	6,80E-11	1,5E+10	4,58 h
Thallium	Tl-201	7,60E-11	1,3E+10	3,04 d
Gallium	Ga-68	8,10E-11	1,2E+10	1,13 h
Gallium	Ga-67	1,10E-10	9,1E+09	13,2 h
Jodium	I-123	1,10E-10	9,1E+09	3,26 d
Indium	In-111	3,10E-10	3,2E+09	2,83 d
Zirkonium	Zr-89	5,50E-10	1,8E+09	3,27 d
Koolstof	C-14	5,80E-10	1,7E+09	5.730 j
Samarium	Sm-153	6,80E-10	1,5E+09	1,95 d
Zwavel	S-35	7,70E-10	1,3E+09	87,4 d
Holmium	Ho-166	8,30E-10	1,2E+09	1,12 d
Kobalt	Co-57	9,40E-10	1,1E+09	271 d
Molybdeen	Mo-99	1,10E-09	9,1E+08	2,75 d
Lutetium	Lu-177	1,10E-09	9,1E+08	6,71 d
Rhenium	Re-186	1,20E-09	8,3E+08	3,78 d
Fosfor	P-33	1,40E-09	7,1E+08	25,4 d
Yttrium	Y-90	1,70E-09	5,9E+08	2,67 d
Natrium	Na-22	2,00E-09	5,0E+08	2,6 a
Calcium	Ca-45	2,70E-09	3,7E+08	163 d
Fosfor	P-32	3,20E-09	3,1E+08	14,3 d
Technetium	Tc-99	3,20E-09	3,1E+08	2,13E5 j
Iridium	Ir-192	4,10E-09	2,4E+08	74,0 d
Strontium	Sr-89	5,60E-09	1,8E+08	50,5 d
Jodium	I-124	6,30E-09	1,6E+08	4,18 d
Jodium	I-125	7,30E-09	1,4E+08	60,1 d
Jodium	I-131	1,10E-08	9,1E+07	8,04 d
Ruthenium	Ru-106	3,50E-08	2,9E+07	1,01 a
Holmium	Ho-166m	7,80E-08	1,3E+07	1,20E3 j
Radium	Ra-223	5,70E-06	1,8E+05	11,4 d

Bijlage 3 Eigenschappen γ -stralende radionucliden

Radionuclide	Specifieke gamma-constante (bron-constante)
	Dosis ($\mu\text{Sv/h}$) t.g.v. 1 MBq (27 μCi) op 1 meter
47 Ca	0,15
51 Cr	0,0054
57 Co	0,023
59 Fe	0,17
67 Ga	0,025
99 Mo	0,026
99m Tc	0,023
111 In	0,088
123 I	0,046
125 I	0,034
131 I	0,066
137 Cs	0,093
192 Ir	0,14
201 Tl	0,017

Bijlage 4 Eigenschappen β -stralende radionucliden

	3 H	14 C/ 35 S	45 Ca	32 P
Fys-halftwaardetijd (T2)	12,6y	5700y/ 87d	163d	14,3d
Max.energie (MeV)	0,018	0,156/ 0,167	0,257	1,7
Bereik in lucht (cm)	0,6	30	50	600
Bereik in water (cm)	0,0005	0,03	0,06	0,8
Dosistempo van 1 MBq (μ Sv/h)				
- t.g.v. de β -straling:				
opp. glazen flesje ¹	0	0	0	1600
opp. plastic cup ¹	0	0	5000	800000
- t.g.v. de remstraling:				
opp. flesje/cupje	nihil	0,01	0,04	15
op 30 cm afstand	nihil	nihil	nihil	0,03
Dosistempo door 100 β deeltjes/cm ² .s (μ Gy/h)	-	560	330	110
Dosistempo op de huid door besmetting van 1 kBq/cm ² (μ Gy/h)	-	400	1100	2500
Monitoruitslag bij 3,7 Bq/cm ² Probe: GM, diam. 2,5 cm (cps)	nihil	2,5	3,5	7,0

Vuistregel:

- 10 MBq van een β -straler geeft op 30 cm afstand een dosistempo van 1 mSv per uur.

¹ Waarden zijn sterk afhankelijk van wanddikte en geven slechts een orde van grootte aan.