

Risico-inventarisatie en –evaluatie in radionuclidenlaboratoria

Uitwerking ten behoeve van afdeling:

Radiologie/Nucleaire Geneeskunde

1. Risico-identificatie.

a. Zijn alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen geïnventariseerd?

Gebruikte radionucliden:	Isotoop	177-Lu		
	β-emitter	497 keV	γ-emitter	208 keV
	e(50) _{inh}	1,10E-09 Sv/Bq		
Maximale activiteit:	activiteit	200 MBq per experiment		
Reguliere activiteiten:	minimaal:	2 MBq per handeling		
	maximaal:	200 MBq per handeling		

b. Welke handelingen worden er verricht met deze bronnen? Zo nodig worden de handelingen opgesplitst in deelhandelingen om de verschillende blootstellings-risico's te kunnen specificeren.

Stap	Handeling
Transport QC	transport extern (gesloten)
Uit QC vial pipetteren	pipetteren (uit stock)
Verdunning	pipetteren (meervoudig)
Metingen	metingen monster(s)
HPLC (sample)	transport binnen ruimte
HPLC run	kolomchromatografie
Opslag afval	afval (opslag)
Afvoer afval	transport extern (gesloten)

c. Hoeveel handelingen, en in voorkomend geval deelhandelingen, worden er op jaarbasis verricht en hoeveel en welke werknemers kunnen daarbij blootgesteld worden?

Handelingen	frequenties				werknemer
Transport QC	1	per keer	100	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
Uit QC vial pipetteren	2	per keer	200	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
Verdunning	4	per keer	400	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
Metingen	4	per keer	400	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
HPLC (sample)	2	per keer	200	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
HPLC run	1	per keer	100	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
Opslag afval	1	per keer	100	per jaar	zoeker, AIO, postdoc
Afvoer afval	0,1	per keer	10	per jaar	zoeker, AIO, postdoc

Hieronder staan, per functie, de opleidings- / instructiereisen vermeld

Functie werknemer	Stralingsbeschermingscursus
student, stagiaire	Basiccursus stralingsbescherming (Erasmus MC)
analist	Stralingshygiene niveau 5b, TMS, CD, VRT-d
onderzoeker, AIO, postdoc	Stralingshygiene niveau 5b, TMS, VRT-d
schoonmaker (na werktijd)	Instructie
tms, psd	Stralingshygiene niveau 3, CD
gastmedewerker	Instructie met continue direct toezicht

d. Waar worden de handelingen, en in voorkomend geval deelhandelingen, verricht?

Stap	Handeling	Laboratorium	Ruimte
Transport QC	transport extern (gesloten)	Transport	C0-80
Uit QC vial pipetteren	pipetteren (uit stock)	B-lab	C0-80

Verduunning	pipetteren (meervoudig)	B-lab	C0-80
Metingen	metingen monster(s)	B-lab	C0-80
HPLC (samp)	transport binnen ruimte	B-lab	C0-80
HPLC run	kolomchromatografie	B-lab	C0-80
Opslag afval	afval (opslag)	B-lab	C0-80
Afvoer afval	transport extern (gesloten)	Transport	C0-80

Toelichting:

Alle handelingen met radioactieve stoffen worden verricht in radionuclidenlaboratoria. De radionuclidenlaboratoria voldoen aan de eisen die worden gesteld in de 'Richtlijn radionucliden-laboratoria'. Met behulp van de pqr-formule (A_{max}) wordt bepaald of er op tafel of in een zuurkast wordt gewerkt.

e. Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?

Bij het gebruik van ^{177}Lu zijn de volgende blootstellingspaden aan de orde:

Blootstellingspaden	Relevantie
Inhalatie	relevant
Ingestie	niet relevant
Huidbesmetting	niet relevant
Externe bestraling: γ	relevant
Externe bestraling: β	relevant

f. Welke voorziene onbedoelde gebeurtenissen kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers?

Stap	Handelingen met ^{177}Lu	scenario (voorziene onbedoelde gebeurtenis)
Transport QC	transport extern (gesloten)	transportcontainer(s) vallen
Uit QC vial pipetteren	pipetteren (uit stock)	voorraadvial valt om
Verduunning	pipetteren (meervoudig)	pipet lekt
Metingen	metingen monster(s)	monster valt
HPLC (samp)	transport binnen ruimte	transportcontainer(s) vallen
HPLC run	kolomchromatografie	kolom lekt
Opslag afval	afval (opslag)	lekkage afvalvat
Afvoer afval	transport extern (gesloten)	transportcontainer(s) vallen

g. Welke technische en organisatorische maatregelen zijn genomen om de blootstelling van werknemers te voorkomen of, indien dat redelijkerwijs niet mogelijk is, zoveel mogelijk te beperken?

Maatregelen gericht op de bron

Handeling	Afscherming
transport extern (gesloten)	lood (3 mm)
pipetteren (uit stock)	lood (10 mm)
pipetteren (meervoudig)	lood (10 mm)
metingen monster(s)	geen afscherming
transport binnen ruimte	perspex (10 mm)
kolomchromatografie	lood (10 mm)
afval (opslag)	lood (10 mm)
transport extern (gesloten)	perspex (10 mm)

Maatregelen gericht op de werkplek.

Naast de standaardvoorzieningen in het radionuclidenlaboratorium volgens de richtlijnen zijn de volgende aanvullende maatregelen genomen om de experimenten uit te voeren.

Maatregel	opmerking
Lekbak	ter voorkoming van verspreiding
Absorberende celstof met vloeistofdichte onderkant	ter voorkoming van verspreiding
Geen maatregel	omdat deze niet nodig is

Maatregelen gericht op de persoon.

Laboratoriummedewerkers gebruiken de volgende beschermingsmiddelen en hulpmiddelen:

Voorkomen van verspreiding:	standaard laboratoriumjas
Bescherming van de ogen:	spatbril
Bescherming van de handen:	handschoenen
Hulpmiddelen:	pincet

(Bijzondere) organisatorische maatregelen.

Naast de standaardvoorzieningen van het radionuclidenlaboratorium volgens de richtlijnen zijn aanvullende maatregelen genomen. Het dagelijks toezicht op de werkzaamheden, op de toegang van medewerkers en op de aanschaf van radionucliden wordt uitgevoerd door een plaatselijk stralingsdeskundige (tms; cd-niveau). Besmettingscontroles worden periodiek uitgevoerd en genoteerd in een logboek.

Het opleidingsniveau van de onderzoekers is: 5b, tms, vrt-d

2. Bepaling van de blootstelling.

a. Wat is de reguliere blootstelling van de werknemers?

Onderstaande tabel geeft, indien aanwezig, de reguliere blootstelling aan γ -straling van de werknemers aan.

* De jaardosis zijn berekend met gebruik van afscherming. Bij bepaalde bewerkingen, zoals pipetteren, is er geen effect van afscherming. Dan wordt de handdosis weergegeven zonder afscherming.

** De jaardosis a.g.v. inhalatie is voor zowel γ -straling als β -straling.

Handelingen met	177-Lu	A handeling MBq	Dosis handeling γ -straling zonder afsch. μ Sv	Jaardosis total body met afsch. μ Sv	Jaardosis handen* μ Sv	Jaardosis ogen met afsch. μ Sv	Jaardosis inhalatie** ($\beta + \gamma$) μ Sv
transport extern (gesloten)		200	37	0	0	0	0
pipetteren (uit stock)		100	4	0	8	0	5
pipetteren (meervoudig)		20	1	0	3	0	2
metingen monster(s)		2	0	0	0	0	7
transport binnen ruimte		100	19	19	42	7	0
kolomchromatografie		10	1	0	0	0	0
afval (opslag)		200	2	0	0	0	0
transport extern (gesloten)		2	0	0	0	0	0
Totaal				19	54	7	14

Onderstaande tabel geeft, indien aanwezig, de reguliere blootstelling aan β -straling van de werknemers aan.

** De jaardosis zijn berekend met gebruik van afscherming. . Bij bepaalde bewerkingen, zoals pipetteren, is er geen effect van afscherming. Dan wordt de handdosis weergegeven zonder afscherming.

Handelingen met	177-Lu	A handeling MBq	Dosis handeling β -straling zonder afsch. μ Sv	Jaardosis total body met afsch. μ Sv	Jaardosis handen** μ Sv	Jaardosis ogen met afsch. μ Sv
transport extern (gesloten)		200	74074	0	0	0
pipetteren (uit stock)		100	7407	0	16667	0
pipetteren (meervoudig)		20	2963	0	6667	0
metingen monster(s)		2	27	27	33	19
transport binnen ruimte		100	37037	0	0	0
kolomchromatografie		10	1667	0	0	0
afval (opslag)		200	3333	0	0	0
transport extern (gesloten)		2	185	0	0	0
Totaal				27	23366	19

b. Wat is de potentiële blootstelling van de werknemers bij voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

Voorziene onbedoelde gebeurtenis	177-Lu	Dosis inh. (mSv)	Dosis uitw, γ (mSv)	Dosis uitw, β (mSv)	Dosis totaal (mSv)
transport extern (gesloten)	transportcontainer(s) val	2,2	0,00	0,00	2,2
pipetteren (uit stock)	voorraadvial valt om	0,1	0,00	0,00	0,1
pipetteren (meervoudig)	pipet lekt	0,0	0,00	0,00	0,0
metingen monster(s)	monster valt	0,2	0,00	0,03	0,2

transport binnen ruimte	transportcontainer(s) val	1,1	0,02	0,00	1,1
kolomchromatografie	kolom lekt	0,1	0,00	0,00	0,1
afval (opslag)	lekkage afvalvat	0,0	0,00	0,00	0,0
transport extern (geslote)	transportcontainer(s) val	0,0	0,00	0,00	0,0

Bij voorziene onbedoelde gebeurtenissen wordt uitgegaan van inwendige besmetting door inhalatie.

c. Wat is de kans op het zich voordoen van voorziene onbedoelde gebeurtenissen?

De methodiek van Kinney & Wiruth wordt gebruikt voor de risicoberekening. De uitkomst van K&W, het risicogetal bepaald de prioriteit. De waarschijnlijkheid wordt vertaald naar kans per jaar.

Voorziene onbedoelde gebeurtenis	177-Lu	Effect (op basis van de dosis)	Blootstelling (op basis van frequentie)	Waarschijnlijkheid (op basis van handeling)	Risicogetal $E*B*W$	Kans per jaar
transportcontainer(s) vallen		15	6	0,2	18	0,001
voorraadvial valt om		5	6	3	90	2
pipet lekt		3	100	3	900	4
monster valt		5	100	1	500	0,4
transportcontainer(s) vallen		10	6	0,2	12	0,002
kolom lekt		5	6	3	90	1
lekkage afvalvat		3	6	0,2	3,6	0,001
transportcontainer(s) vallen		3	2	0,2	1,2	0,0001

d. Wat is het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen (pbm)

Gebruikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)		Reductie factor
Huid	standaard laboratoriumjas	10
Handen	handschoenen	10
Ogen	spatbril	90

3. Risico-evaluatie.

Wordt voldaan aan het bij of krachtens het besluit gestelde met betrekking tot:

a. de basisprincipes met betrekking tot rechtvaardiging en optimalisatie;

De handelingen beschreven in deze ri&e zijn gerechtvaardigd op basis van de Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming voor medische en wetenschappelijke doeleinden ter bevordering van kennis en optimalisatie.

- Bijlage bij hoofdstuk 2. Rechtvaardiging;
- Bijlage 2.1. behorend bij artikel 2.1 (aanwijzing van categorieën of soorten gerechtvaardigde of niet-gerechtvaardigde handelingen en maatregelen);
- Bijlage 2.1, onderdeel A. Categorieën of soorten gerechtvaardigde handelingen en maatregelen:
 - I.B.5 Productie van onderzoeks- en therapeutische middelen
 - Productie van radiofarmaca
 - Doel: vervaardigen radioactieve stoffen t.b.v. medisch onderzoek of therapie
 - Argumenten rechtvaardiging:
 - (volks)gezondheid
- In onderdeel 1g. (risico-identificatie) zijn maatregelen opgesomd om volgens het ALARA-principe de totale blootstelling zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden voor optimalisatie van het gebruik van radioactieve stoffen.

b. de dosislimieten;

De berekeningen op basis van de reguliere handelingen geven aan dat de individuele dosis (limiet) van 1 mSv/jaar voor het gehele lichaam niet wordt overschreden.

De berekeningen op basis van de reguliere handelingen geven aan dat de individuele dosis (limiet) van 500 mSv/jaar voor de handen niet wordt overschreden.

Reguliere jaardosis Υ	0,02	mSv per jaar	total body (uitwendige bestraling)
Reguliere jaardosis Υ	0,05	mSv per jaar	alleen handen (uitwendige bestraling)

Reguliere jaardosis β	0,03	mSv per jaar	total body (uitwendige bestraling)
Reguliere jaardosis β	23,37	mSv per jaar	alleen handen (uitwendige bestraling)
Reguliere jaardosis $\beta+\gamma$	0,01	mSv per jaar	voor inhalatie
Potentiele jaardosis	0,24	mSv per jaar	γ en β van voorziene onbedoelde gebeurtenissen

Bij deze blootstellingsberekening worden voorziene onbedoelde gebeurtenissen met een frequentie van minder dan 1 maal per jaar niet meegenomen.

c. de dosisbeperking;

De dosisbeperking (actieniveau) als gevolg van het gebruik van radioactieve stoffen voor de beschreven experimenten, is vastgesteld op 0,3 mSv/jaar. Boven het actieniveau moeten aanvullende maatregelen genomen worden om beneden dit actieniveau te blijven:

- verlaging van de activiteiten;
- (extra) afscherming;
- vervanging van radionucliden;
- rouleren van werkzaamheden.

d. de identificatie van blootgestelde werknemers op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;

De jaardosis op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling voor werknemers die werken met het nuclide ^{177}Lu is 0,30 mSv/jaar. Deze werknemers worden ingedeeld als niet-blootgestelde medewerkers.

e. de indeling van blootgestelde werknemers in categorie A of B op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;

Deze werknemers worden ingedeeld als niet-blootgestelde medewerkers (zgn. niet officiële categorie 'C').

f. de identificatie en indeling van ruimten in gecontroleerde zone of bewaakte zone (of geen zonering);

Het radionuclidenlaboratorium kan worden ingedeeld als ruimte zonder zonering

g. de noodzaak tot actualisering van getroffen maatregelen.

Op basis van de conclusies hierboven zijn de eerder getroffen maatregelen voldoende om beneden de dosisbeperking te blijven.

