

Risico-inventarisatie en –evaluatie stralingstoepassingen ten behoeve van gebruik ioniserende stralingsapparaat

voor Leids Universitair Medisch Centrum en Universiteit Leiden

15-02-2024

Inleiding

De leidraad 'Risicoanalyse ioniserende stralingstoepassingen' (RIVM, 2010) biedt een handvat voor stralingsdeskundigen voor het uitvoeren van een risico-inventarisatie en –evaluatie (ri&e) conform 'Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 (artikel 2.1.) als bedoeld in artikel 5 van de Arbeidsomstandighedenwet.

Door de ri&e uit te voeren naar voorbeeld van de leidraad en op basis van bijlage A van de Regeling (*Nadere eisen en elementen betreffende de risico-inventarisatie en -evaluatie*) wordt voldaan aan deze wettelijke verplichting. Binnen het LUMC en Universiteit Leiden worden deze eisen en elementen gebruikt als format voor het uitvoeren van de ri&e voor het gebruik van radioactieve stoffen in radionuclidenlaboratoria.

In dit format staan de voornaamste essentiële vragen voor deze ri&e, die betrekking hebben op zowel de reguliere als de potentiële blootstelling en het pakket van te nemen maatregelen om deze zo laag mogelijk te houden. Met dit format (dit [document](#)) wordt de ri&e uitgewerkt.

Uit de uitkomst van de risicoanalyse worden conclusies getrokken die bepalend zijn voor:

- a) *het al dan niet indelen van de werknemers als blootgestelde werknemer (cat. A of B);*
- b) *de indeling van ruimten;*
- c) *het kiezen van noodzakelijke additionele veiligheidsmaatregelen.*

Deze ri&e is een onderdeel van de interne toestemming. Op basis van de ri&e en de maatregelen die daaruit voortvloeien, kan bijvoorbeeld een werkinstructie worden opgesteld.

Stappenplan

Het stappenplan voor de risico-inventarisatie en -evaluatie bestaat uit het (ten minste) uitwerken van de vragen gesteld in de volgende 'eisen en elementen betreffende de risico-inventarisatie en -evaluatie' (bijlage A van de Regeling).

Stap 1. Risico-identificatie

In de eerste stap worden de handelingen met ioniserende straling (hier radioactieve stoffen) beschreven en wordt nagegaan wat er mis kan gaan bij deze handelingen. Daarnaast wordt vastgesteld waar de handelingen worden uitgevoerd, door wie en hoe vaak. Ook worden de reeds genomen maatregelen vastgelegd, zodat in een later stadium kan worden besloten over additionele maatregelen.

Te beantwoorden en uit te werken vragen:

- a. Zijn alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen geïnventariseerd?
- 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.
- c. Hoeveel handelingen, en in voorkomend geval deelhandelingen, worden er op jaarbasis verricht en hoeveel en welke werknemers kunnen daarbij blootgesteld worden?
- d. Waar worden de handelingen, en in voorkomend geval deelhandelingen, verricht?
- e. Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?
- f. Welke voorziene onbedoelde gebeurtenissen kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers?
- 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?

Stap 2. Bepaling van de blootstelling

Bij de tweede stap, de risicoberekening, worden de dosissen door reguliere en potentiële blootstelling en de risico's van voorziene onbedoelde gebeurtenissen bepaald. Met deze gebeurtenissen worden incidenten bedoeld die in de ri&e worden meegenomen (en dus voorzien zijn) en waarvan de kansen van optreden en de ongewenste gevolgen (effecten) worden ingeschat.

Te beantwoorden en uit te werken vragen:

- a. Wat is de reguliere blootstelling van de werknemers?
- b. Wat is de potentiële blootstelling van de werknemers?
- c. Wat is de kans op het zich voordoen van de voorziene onbedoelde gebeurtenissen?
- d. Wat is het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen?

Stap 3. Risico-evaluatie

In de derde stap –de risico-evaluatie– worden deze gegevens gebruikt om bij het gebruik van radioactieve stoffen de werknemers in te delen in de categorieën A of B (blootgestelden) of 'C' (niet officiële categorie voor niet -blootgestelden) en zones (bewaakt, gecontroleerd of geen zonerings). Tevens wordt gekeken of de toepassing 'gerechtvaardigd' is (de voordelen voor individuen en maatschappij wegen op tegen de schadelijke gevolgen van de straling) en of er wordt voldaan aan het 'optimalisatieprincipe' (de doses van individuen en het aantal blootstellingen zijn zo laag mogelijk, waarbij rekening wordt gehouden met sociale en economische factoren).

Te beantwoorden en uit te werken vragen:

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

- a. de basisprincipes met betrekking tot rechtvaardiging en optimalisatie;
- b. de dosislimieten;
- c. de dosisbeperkingen;
- d. de identificatie van blootgestelde werknemers op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;
- e. de indeling van blootgestelde werknemers in categorie A of B op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;
- f. de identificatie en indeling van ruimten in gecontroleerde zone of bewaakte zone;
- g. de noodzaak tot actualisering van getroffen maatregelen.

Handelingen, voorziene onbedoelde gebeurtenissen en berekeningen

Om berekeningen van dosissen uit te voeren naar aanleiding van reguliere, potentiële en voorziene onbedoelde gebeurtenissen, wordt gebruik gemaakt van Excel '2018c.RaS – rekenblad VOG'

Risico-inventarisatie en –evaluatie in laboratoria

Uitwerking ten behoeve van afdeling VGM (sbe)

Nummer interne toestemming: 2018c.RaS

1. Risico-identificatie.

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

De SBE heeft een aantal ruimten waar zij handelingen met radioactieve stoffen en bronnen verrichten. De aard van de werkzaamheden zijn: De ontvangst, opslag en uitgifte van alle radioactieve stoffen en ingekapselde bronnen. Het transport, opslag, beheer en afvoer van alle radioactieve stoffen en bronnen.

De werkzaamheden worden uitgevoerd op de volgende locaties met hun ruimtelfunctie:

C0-79g sluis bij buitendeur	99Mo/99mTc-generator, de Rb/Kr-generator, de 131I-capsules, de 67Ga en 111In radiofarmaca. Het afval van de NuGe (vanuit de lift) is voornamelijk 131I
C0-79 uitpakruimte	alle soorten nucliden die in het LUMC gebruikt worden.
(C0-80 kwaliteits-B-lab)	onder verantwoordelijkheid Apotheek
(C0-81 bereidingsruimte)	onder verantwoordelijkheid Apotheek
C0-82 kluisruimte	opslag RA bronnen; alle soorten nucliden
C0-82g labyrint	opslag RA bronnen; alle soorten nucliden
C0-83 tankruimte	opslag RA rioolwater; 131I
	opslag RA afvalvaten

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.

De ontvangst, opslag en uitgifte van alle radioactieve stoffen en ingekapselde bronnen.

Het transport, opslag, beheer en afvoer van alle radioactieve stoffen en bronnen

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

- **C0-79g sluis bij buitendeur**

In deze ruimte worden de radioactieve buiten kantoortijden in ontvangst genomen door de beveiliging. Deze nachtzingen worden direct opgeslagen in een brandveilige opslagkast. De eerstvolgende morgen worden deze verpakkingen direct verwerkt en naar de radionuclidenapotheek gebracht.

In deze brandveilige opslagkast worden de gebruikte en gedeeltelijk uitgestraalde generatoren neergezet om opgehaald te worden door de transporteur die ook de nieuwe generatoren brengt.

Daarnaast worden in deze ruimte waar de goederenlift voor radioactieve stoffen op uitkomt, de radiofarmaca vanuit de bereidingsruimte naar de NuGe-verpleegafdeling gestuurd en de besmette afval materialen van de NuGe-verpleegafdeling uit de lift gehaald en afgevoerd naar de afvalruimte.

De maximale verblijfsduur in deze ruimte is 10 minuten per dag

- **C0-79 uitpakruimte**

In deze ruimte komen alle radioactieve stoffen binnen in de originele transportverpakking. De handelingen die worden verricht zijn het verwijderen van de buitenste transportverpakking. De afscherming en de primaire verpakking blijven intact. De verpakking wordt gecontroleerd op

breuk en lekkage. Het transport van zware bronnen met hoge activiteit (zoals de generatoren) geschiedt met een transportkarretje waarmee ook afstand tot de bron wordt verkregen.

De maximale verblijfsduur is 30 minuten per dag

- **C0-82 kluisruimte**

In deze ruimte worden de ontvangen radionucliden opgeslagen tot zij gebruikt worden op de afdelingen. Dit kan zijn op kamertemperatuur, gekoeld of ingevroren. Ook worden hier de gesloten bronnen bewaard en de loden potjes waar radionucliden in gezeten hebben worden hier uitgestraald voordat ze worden afgevoerd. Daarnaast zijn er meetopstelling aanwezig voor het meten van restactiviteit van naaldcontainers en voor het uitvoeren van veegproeven aan RA bronnen.

De maximale verblijfsduur is 30 minuten per dag.

- **C0-82g labirint**

In deze ruimte worden de radioactieve stoffen opgeslagen die eerst moeten uitstralen voor zij als niet actief afval kunnen worden afgevoerd, met name naaldbekers. Daarnaast worden hier bronnen opgeslagen voordat ze afgevoerd worden naar de COVRA.

De maximale verblijfsduur is 2 minuten per dag.

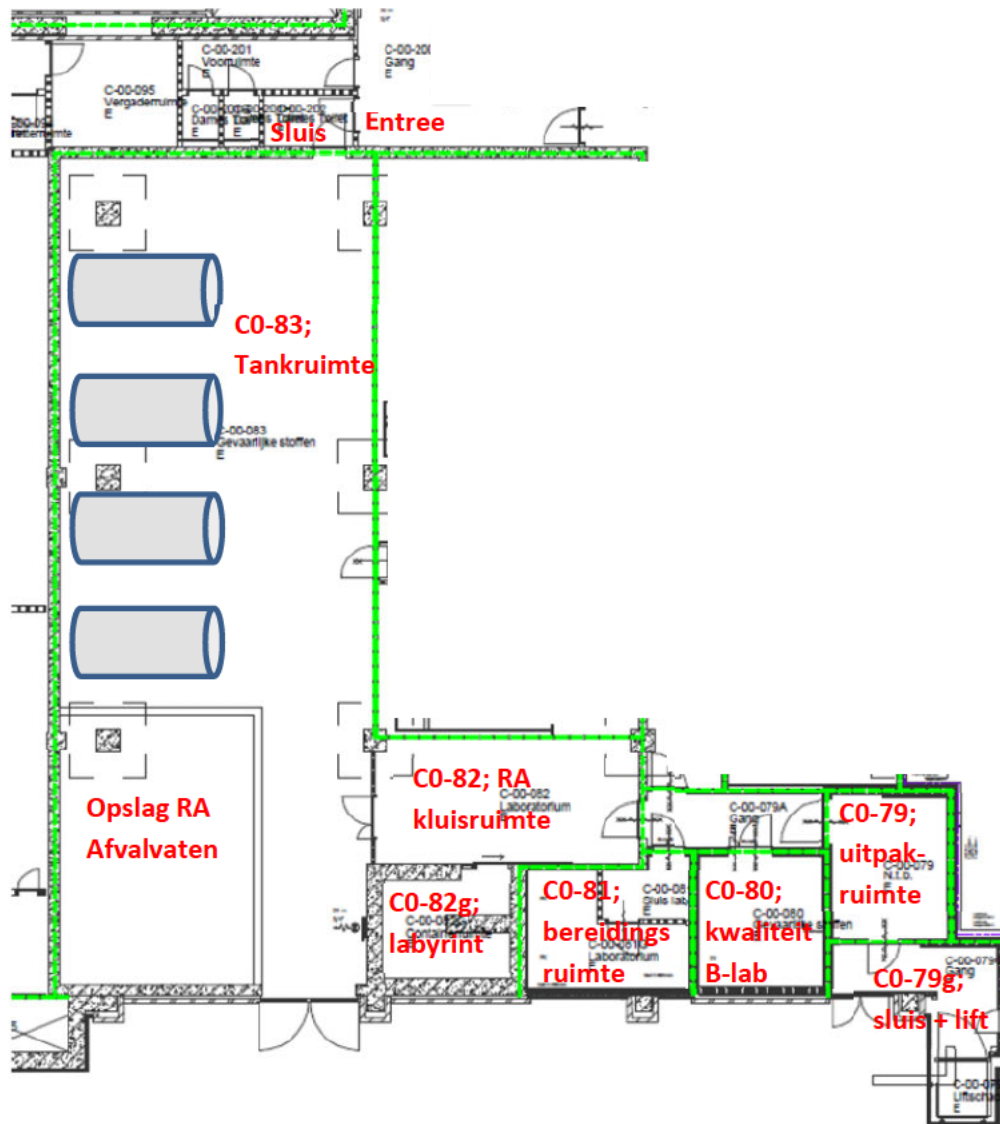
- **C0-83 Tankruimte**

In deze ruimte staan opvangtanks waar het rioolwater van de verpleegafdeling NuGe wordt opgevangen, voornamelijk ¹³¹I. Na uitstralen kunnen de tanks, na controlemeting, op het riool worden geloosd.

In de tankruimte worden in een afgesloten gedeelte, ook de afvalvaten en jerrycans met vloeibaar radioactief afval uit de laboratoria opgeslagen om uit te stralen. De werkzaamheden hebben te maken met het plaatsen van nieuwe afvaljerrycans en met het meten en afvoeren van uitgestraalde vaten en jerrycans.

De maximale verblijfsduur is 30 minuten per dag.

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



- e. Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?
 In reguliere omstandigheden: externe bestraling. Echter bij lekkage van afvalvaten is huidbesmetting mogelijk. Bij lekkage van vloeistof (vanuit afvaltanks) is door verdamping inhalatie ook een mogelijkheid.
- f. Welke voorziene onbedoelde gebeurtenissen kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling van de werknemers?
- **Verstopping NuGe-afvoerpijp**
 Bij verstopping van de pijp kan de toevoerleiding vol komen te staan waardoor toiletten en douche afvoeren gaan overlopen. Omschakeling van de leiding kan de afvoer weer herstellen. Medewerkers van de NuGe op de 8e zijn geïnstrueerd hoe te handelen in noodsituaties. De storingsdienst van Infra is voorgelicht over de risico's en weet hoe te handelen bij incidenten. Er zijn protocollen en alarmlijsten hoe deskundige bijstand van stralingsdeskundigen opgeroepen kan worden.
 Deze situatie kan ook voorkomen als alle kranen naar de opvangtanks in de tankruimte dicht gezet zijn. De afvoerleidingen van de NuGe of van de radionuclidenlaboratoria komen dan vol te staan. Het is daarom belangrijk de protocollen voor het omschakelen van de opvangtanks goed te volgen.
 - **Lekkage van de NuGe-afvoerpijp**

Door lekkage van de afvoerpijp of door overstroming op de 8e verdieping kan besmetting optreden in de kantoorruimten op de 7e verdieping.

Bij lekkage in het overige deel van de afvoerpijp ontstaat er besmetting van technische ruimten. De ruimten die besmet kunnen raken zijn de kelder van de verticale schacht en de technische vloer op de 1e verdieping.

- **Diefstal van radioactieve stoffen.**

Oneigenlijke toegang verschaffing tot de ruimten en diefstal wordt voorkomen door waarschuwings/verbodsborden, de paslezers, handpalmscanner, sleutelsloten, magneetsloten, spanjolet, stalen deuren, glasbreukalarmering. Om te voorkomen dat men met voertuigen gewelddadig de toegang tracht te verkrijgen zijn anti-rambollen geplaatst. Overzicht camera's houden de buitenlocaties van de 2 deuren en het raam constant in de gaten.

- **Brand**

Om brand in de gecompartmenteerde ruimten te voorkomen wordt de brandlast in de kluisruimte C0-80 zo laag mogelijk gehouden. Als ontstekingsbronnen komen alleen de elektrische koelkasten/vrieskasten in aanmerking. In C0-82 zijn de vriezers/koelkasten om die reden uitgezet. Vanwege de afvalvaten is er hier wel een hoge brandlast. In C0-83 is geen elektrische apparatuur aanwezig. In al deze 3 ruimten is ook een elektrisch aangesloten ruimtedetector.

De ruimten hebben allen rookdetectie en alarmering.

Blussen met water in een radionuclideruimte is ongewenst vanwege de kans op verspreiding van radioactieve stoffen. Bij blussen van een eventuele brand in een radionuclidenruimte is daarom een aerosol-blusbom aan te raden. De aerosol blusbom is bij uitsteking toepasbaar omdat een korte aanwezigheid vereist is en er geen verspreiding van besmetting optreedt door bluswater.

- 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:

- De gehele gecontroleerde zone en elke werkruimte zijn als brandcompartimenten met een WBDBO van 60 minuten uitgevoerd.
- Wanden zijn extra dik uitgevoerd met baksteen of beton ter afscherming van straling.
- Er is een gescheiden luchtbehandelingsstelsel met -10 Pa onderdruk en vaste onderdrukmeters, met signalering van verstoring van de goede werking.
- De luchttoevoer is gekoppeld aan een werkende luchtafvoer. De luchtafvoer passeert eerst een HEPA-filter voor het via de LBK op de 5e verdieping naar buiten wordt uitgeblazen.
- Toegang tot gebied vindt plaats via een sluis met toegangsbeveiliging. De ruimten zijn voorzien van waarschuwingsborden bij de toegangsdeuren,
- Alle ruimten zijn waar nodig decontamineerbaar uitgevoerd, wanden met holle plint, naden en kieren zijn afgekit.
- In de sluis en uitpakruimte is een omkleedfaciliteit voorzien van kapstokken, schone jassen, sloffes, vaste besmettingsmonitor, handenwasbak met elleboogkraan met daarbij een waarschuwingsticker 'Geen drinkwater', een nooddouche.
- De buitentoegangen tot het gecontroleerde gebied zijn beveiligd met anti-ram betonblokken. Er staat een overzicht camera bij het Technisch Centrum waarmee de afdeling Beveiliging dit gebied voortdurend kan controleren

Maatregelen gericht op de werkplek:

- **C0-79g sluis bij buitendeur**
 - De interne toegang tot deze ruimte is afgesloten voor onbevoegden via een centrale kaartlezer
 - De buitendeur is verstevigd. De toegang via de buitendeur is verder extra beveiligd door een slot met draaiknop en een magneetslot. Deze kan alleen van binnenuit (tijdelijk) worden uitgeschakeld.
 - Leveranciers melden zich aan de buitenzijde van het complex via een deurbel. Een CCTV videocamera geeft op een display bij de interne toegang tot C0-79 de beller weer. Via een intercom kan men vragen naar de identiteit van de beller en het doel van zijn komst.

- Daarnaast staat buiten bij de toegangsdeur nog een bewegingscamera die geactiveerd wordt zodra iemand in de buurt van de buitendeur komt. Beelden van deze camera komen aan in de meldkamer van de Beveiliging.
- **C0-79 uitpakruimte**
 - De toegangscontrole is in zones onderverdeeld. De gang naar het B-laboratoriumcomplex C0-79 is afgesloten met een kaartlezer.
 - De toegang tot het complex is afgesloten voor onbevoegden via een kaartlezer.. Het gebruik van de kaartlezers wordt bijgehouden via identificatie van de gebruikte personeelspas.
 - Bevoegden hebben pas toegangsautorisatie na instructie of aantoonbare deskundigheid. Overig personeel of bezoekers hebben alleen toegang onder begeleiding.
- **C0-82 kluisruimte**
 - De kluisen voor opslag van hoogactieve bronnen (sterke gammastralers) hebben loodafscherming en zijn afgesloten met een slot. Via een spiegel kan de inhoud van de bergplaats bekeken worden zodat de gebruiker achter de loodafscherming blijft staan.
 - De koelkast voor de opslag van gammastralers is bekleed met lood.
 - De toegangsdeur tot de kluisruimte vind alleen plaats via een handpalmscanner.
 - Het dosistempo in de ruimte wordt permanent gemeten en bewaakt met behulp van een alarmmonitor (Mini-alarm type 7-10, bereik 0,5 – 2000 uGy/h). Het dosistempo in deze ruimte is lager dan 0,5 uGy/h. Daarnaast zijn verschillende besmettingsmonitors aanwezig, waaronder een Mini-monitor 900 met GM-buis en een met een NaI-probe.
- **C0-82g labyrint**
 - De muren zijn van minimaal 50cm beton, in een labyrint vorm ontworpen.
 - Toegang vind plaats middels een schuifdeur die te bedienen is met een voetpedaal.
- **C0-83 Tankruimte**
 - De tankruimte is geen reguliere werkruimte. Alleen deskundig personeel en geïnstrueerde personen hebben toegang tot de tankruimte. Werkzaamheden die nodig zijn voor de meting en afvoer van de vaten en jerrycans worden uitgevoerd in het gedeelte bij de grote toegangsdeuren aan de gevel. Dan wordt optimaal gebruikgemaakt van afscherming door de betonnen scheidingswand en de factor afstand tot de tanks. Om de opgelopen dosis zo laag mogelijk te houden wordt de verblijfstijd zo laag mogelijk gehouden en wordt de afstand tot de tanks zo groot mogelijk gehouden.
 - Het dosistempo in de ruimte wordt permanent gemeten en bewaakt met behulp van een alarm-monitor.



- De tanks staan boven een betonnen lekbak om bij lekkage de vloeistof op te kunnen vangen. Via putten met een pomp zal gelekte vloeistof weer terug in de afvaltanks gepompt worden. Indien nodig kan de inhoud van de tanks onderling verpompt worden.
- De jerrycans met radioactieve vloeistof worden opgeslagen in de betonnen lekbak aan de kant van de gevel. Bij lekkage kan de vloeistof via de putten met pomp in de tanks gepompt worden.
- Er is kans op biofilm aangroei in de afvoerleidingen van NuGe. Dit is op zich een normaal verschijnsel maar in dit geval is deze biofilm radioactief. De biofilm kan effectief verwijderd worden met loog.
Om het dosistempo van de afvoerpijp van de NuGe op C8 laag te houden wordt daarom het afvoersysteem van NuGe elke 2 weken gespoeld met loog (500 g NaOH op 10 L) om de 'plak' tegen te gaan. Hiermee blijft het dosistempo van de afvoerpijp op 1 meter onder de 1 uSv/h.
- Het dosistempo van de afvoerpijp wordt continue gemeten. De afvoerpijp loopt verticaal door een technische schacht en op C1 horizontaal door een technische ruimte voor deze weer verticaal in de tankruimte uitkomt. In al deze ruimten zijn regulier geen personen aanwezig. Het afvoersysteem van de NuGe op C8 loopt horizontaal boven het plafond van de 7^e verdieping. Hier zijn kantoren gevestigd. Om het dosistempo in deze werkruimten laag te houden is de vuilwaterafvoer hier tot aan de verticale schacht geheel met lood afgeschermd.
- De afvoerleiding is in het verticale gedeelte in de technische schacht dubbel uitgevoerd. Aan het begin van dit gedeelte zijn 2 kranen waarmee één leiding wordt dichtgezet en één leiding wordt geopend. Op C1 komen beide leidingen weer samen tot een. Bij verstopping van één leiding kan overgeschakeld worden naar de 2^e leiding.
- Voor afvoer van vaten, jerrycans, afvalbakken en inventaris worden de stalen buitendeuren van binnenuit geopend, d.m.v. de spanjoletsluiting. De ruimte kan in nood verlaten worden door een nooduitgang tegenover de buitendeur. Deze schuifdeur geeft toegang tot de naastgelegen kleedruimtes. De nooduitgang is geblokkeerd voor toegang vanuit omgekeerde richting.

Andere organisatorische maatregelen:

- Alle maatregelen zijn hierboven benoemd.

2. Bepaling van de blootstelling.

a. Wat is de reguliere blootstelling van de werknemers?

- **C0-79g sluis bij buitendeur**

Het gemiddelde dosistempo in de ruimte is 0,1 µSv/h

$$= 10/60 * 240 \text{ werkdagen} * 0.1 = 4 \text{ µSv}$$

- **C0-79 uitpakruimte**

Het gemiddelde dosistempo de ruimte is 0,1 µSv/h, uitschieters komen voor tijdens het transport van generatoren en radioactief afval uit de lift afkomstig vanuit de C8, NuGe.

$$= 30/60 * 240 \text{ werkdagen} * 0.1 = 12 \text{ µSv}$$

- **C0-82 kluisruimte**

Het gemiddelde dosistempo in de ruimte is 0,18 µSv/h. Op 10 cm van de verpakkingen van gammastralers kan het dosistempo oplopen tot 2 µSv/h.

$$= 30/60 * 240 \text{ werkdagen} * 0.18 = 22 \text{ µSv}$$

- **C0-82g labirint**

Het gemiddelde dosistempo in de ruimte is 6,7 µSv/h door de naaldbekers die hier staan uit te stralen.

$$= 2/60 * 240 \text{ werkdagen} * 6,7 = 54 \mu\text{Sv}$$

- **C0-83 Tankruimte**

Het dosistempo in de ruimte is $0.40 \mu\text{Sv/h}$ in het gedeelte bij de grote uitgang deur. Op het loop-pad tussen de tanks is het dosistempo $0.50 \mu\text{Sv/h}$.

Aan het oppervlak van de volle NuGu-tank is het dosistempo $10 \mu\text{Sv/h}$.

De daarvóór gevulde tank geeft $0.15 \mu\text{Sv/h}$, de overige zijn minder dan $0.10 \mu\text{Sv/h}$.

De afvoerpijp van de NuGe op C8 die voor de aanvoer van de tanks zorgt, kan door 'plak' in de leiding een dosistempo hebben van $13 \mu\text{Sv/h}$ op 100 cm afstand ($400 \mu\text{Sv/h}$ aan het oppervlak van de pijp).

Vlak bij de afvalvaten kan dit oplopen tot 2 uSv/h .

$$= 30/60 * 240 \text{ werkdagen} * 0.50 = 60 \mu\text{Sv}$$

Indien dagelijks alle werkzaamheden worden uitgevoerd door 1 persoon is de jaardosis:

$$4 + 12 + 22 + 54 + 60 = \mathbf{152 \mu\text{Sv}}$$

Echter, zijn de taken over 4 sbe leden verdeeld, waardoor de blootstelling $> 0.1 \text{ mSv}$ komt

b. Wat is de potentiële blootstelling van de werknemers?

Indien er een lekkage is bij een van de opvangtanks: inhoud: = 2049 MBq (voorbeeld okt '23- jan '24)
= 0.17 MBq/ltr

Als alle vloeistof uit de tanks is gestroomd, in de is de inwendige besmetting, na verdamping en inademing, indien 1 uur aanwezig = **1.06 nSv** .

Zie berekening in Excel '2018c.RaS – rekenblad VOG'.

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

De kansen op de voorziene onbedoelde gebeurtenissen zijn allemaal minder dan 1x/jaar. Uit ervaring weten we dat dit zelfs minder dan 1x/10 jaar is.

Berekeningen worden dan ook niet meegenomen in deze risicoanalyse.

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

In het uitpaklab en in de kluisruimte zijn labjassen aanwezig, evenals handschoenen en is het dragen van overschoentjes verplicht. Deze pbm's hebben alleen effect op vermindering van de kans op inwendige besmetting en huidbesmetting of het voorkomen van verspreiding, maar hebben geen effect op de externe bestraling.

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

I.D. Toepassingen die zowel met ingekapselde bronnen, open bronnen als toestellen en/of versnellers kunnen plaatsvinden:

I.D.4 Afvalverwerking en afvaldeponie

- ◆ afvaldeponie

- ◆ opslag van afval

b. de dosislimieten;

De dosis blijft ver onder de dosislimiet van 1 mSv/jaar.
Een aanvullende persoons-dosimetrie is daarom niet zinvol.

- c. de dosisbeperking;
De dosisbeperking als gevolg van het gebruik van deze gesloten bron voor de beschreven experimenten, is vastgesteld op 0,3 mSv/jaar. Boven deze dosis kan worden gezocht naar de volgende aanvullende maatregelen om beneden deze dosis te blijven:
 - tijdsbeperking
 - rouleren van werkzaamheden
- d. de identificatie van blootgestelde werknemers op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;
Op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling kunnen de werknemers die mogelijk werden bestraald als niet-blootgestelde werknemers worden gekwalificeerd. (Bij deze blootstellingsberekening worden voorziene onbedoelde gebeurtenissen met een frequentie van minder dan 1 maal per jaar niet meegenomen)
- e. de indeling van blootgestelde werknemers in categorie A of B op basis van de bepaalde reguliere en potentiële blootstelling;
De niet-blootgestelde medewerkers worden ingedeeld in de zgn. niet officiële categorie: 'C'
- f. de identificatie en indeling van ruimten in gecontroleerde zone of bewaakte zone (of geen zonering);
De ruimte kan worden ingedeeld als 'zonder zonering', echter is de ruimte gemarkeerd als 'bewaakt'.
De reden hiervoor om de medewerkers op de hoogte te stellen van beveiligingsmaatregelen.
- 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.