

# Radiologische risicoinventarisatie en evaluatie

Mei 2025

Uitvoering en toetsing Risicoanalyse Esso Nederland BV | Rotterdam Raffinaderij:

Naam deskundige:	██████████
Bedrijf / firma	Esso Nederland BV   Rotterdam Raffinaderij
Functie	Toeziethoudend Medewerker Stralingsbescherming NORM
Naam coördinerend deskundige	██████████
Bedrijf / firma	NRG te Arnhem
Functie	Consultant Radiation Protection / Stralingsbeschermingsdeskundige

# INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING .....	3
1.1	Algemeen .....	3
1.2	Registratie- of vergunningsplicht.....	5
1.3	Stralingsdeskundigheid .....	5
1.4	Beheerssysteem.....	5
2.	BESCHRIJVING PRODUCTIEPROCES.....	6
2.1	Productieproces .....	6
3.	RISICO IDENTIFICATIE.....	7
3.1	Zijn alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen geïventariseerd? .....	7
3.2	Welke handelingen met straling worden uitgevoerd? .....	7
3.3	Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?.....	7
3.4	Waar vinden deze handelingen plaats? .....	8
3.5	Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?.....	8
3.6	Welke maatregelen (technische en organisatorische) zijn genomen om de blootstelling te beperken?.....	9
3.7	Hoe vaak worden de handelingen uitgevoerd en welke personen kunnen bij de handeling worden blootgesteld? .....	9
3.8	Welke 'voorzien onbedoelde gebeurtenissen' kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling? .....	11
4.	RISICO BEREKENING .....	12
4.1	Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld? .....	12
4.2	Wat is de dosis door blootstelling tijdens reguliere omstandigheden? ...	13
4.3	Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van en de kans op het voorkomen van voorziene onbedoelde gebeurtenissen..... (potentiële blootstelling)?.....	14
4.4	Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis? .....	14
5.	RISICO EVALUATIE.....	15
5.1	Wat is de jaardosis voor individuele werknemers? .....	15
5.2	Wat is de juiste indeling voor werknemers en ruimten? .....	15
5.3	Is voldaan aan ALARA-beginsel?.....	15
5.4	Blijven alle berekende persoon dosiswaarden beneden de dosislimieten? .....	15
5.5	Is er een noodzaak tot het nemen van additionele maatregelen?.....	15

---

# 1. INLEIDING

## 1.1 Algemeen

### Productie

Esso verricht handelingen die samenhangen met het raffinageproces van ruwe olie tot eindproducten en halffabricaten aan de Botlekweg 121 te Botlek-Rotterdam. De aardolie die als grondstof dient voor onder andere allerlei soorten brandstof en halffabricaten, bevat NORM. Bij de Rotterdam Raffinaderij is voornamelijk de NORM die geassocieerd is met "crude oil" en gerelateerde waterstromen van belang. Tijdens het proces zet NORM zich in de installatie af als cokes. Zoals uit de analyseresultaten blijkt, heeft Esso vooral met Pb-210 te maken en slechts in zeer beperkte mate met (de reeksen van) Ra-226, Ra-228 en Th-228.

NORM wordt bij de Rotterdam Raffinaderij gevormd tijdens de raffinage van ruwe olie (crude oil). Met name bij de (vacuüm)destillatieprocessen (T-5101 ; T-6401) worden hogere concentraties aan NORM vastgesteld. De NORM manifesteert zich in voorkomen als scaling/cokes en sludge.

In tegenstelling tot andere raffinaderijen produceert de Rotterdam Raffinaderij **geen** rest- e.o. afvalproduct zoals bijvoorbeeld vlieg-as.. Alle stromen die niet direct geraffineerd kunnen worden, worden via een zg. "flexicoker" teruggevoerd en verstoekt. De raffinaderij heeft een eigen warmtekrachtcentrale, die laagcalorisch gas van de flexicoker gebruikt om elektriciteit en stoom te produceren.

Hierdoor liggen de emissies van zwaveloxide, stikstofoxiden, stof en geurstoffen op een aanzienlijk lager niveau dan bij andere raffinaderijen.

Er is dus **geen** directe afvalstroom. Alle NORM besmetting bevindt zich dus normaal gesproken in de afgesloten installatie.

Tijdens een 6-jaarlijkse cyclus van onderhoud worden de genoemde installatieonderdelen geopend voor onderhoud en inspectie. Onderdeel van het onderhoud is ook reiniging. Onderhoud en reiniging wordt door de Rotterdam Raffinaderij in eigen beheer uitgevoerd.

Ook tijdens deze onderhoudsperiode is er **geen** directe afvalstroom.

Er kan eventueel wel secundair NORM besmet afval ontstaan. Het water dat wordt gebruikt voor reinigen komt eerst terecht in het "Waste Water Treatment" systeem van de raffinaderij. Het afvalwater komt eerst in bezinkingstanks (Sloptanks) terecht.

Er is dus **geen** lozing in het oppervlaktewater.

Er wordt door de Raffinaderij Rotterdam ook **geen** luchtlozingen(emissies) gedaan.

Door de aanwezigheid van de genoemde radionucliden, kunnen de scale/cokes en de sludge activiteitsconcentraties hebben die boven de geldende limieten voor registratie- of vergunningplicht uitkomen.

---

## **Inspecties / onderhoud**

De genoemde installatiedelen worden periodiek geïnspecteerd ten behoeve van preventief onderhoud en voorgeschreven keuringen. Daarnaast wordt correctief onderhoud gepleegd en kunnen de installatiedelen onderdeel zijn van wijzigingsprojecten of studies. Ook kunnen installaties ontmanteld en/of hergebruikt worden. In al deze gevallen kan het nodig zijn de installatie te openen of te betreden op een plek, waar radioactieve stoffen in verhoogde concentraties aanwezig zijn.

In een aantal procesvaten worden reststoffen (scale/cokes en sludges) verzameld, die op enig moment uit de installatie verwijderd moeten worden. Tijdens een 6-jaarlijkse cyclus van onderhoud worden de genoemde installatieonderdelen geopend voor onderhoud en inspectie. Onderdeel van het onderhoud is ook reiniging. Onderhoud en reiniging wordt door de Rotterdam Raffinaderij in eigen beheer uitgevoerd. Het water dat wordt gebruikt voor reinigen komt eerst terecht in het "Waste Water Treatment" systeem van de raffinaderij. Het afvalwater komt dan in bezinkingstanks (Slobtanks) terecht. Classificatie van alle overblijvende residuen vindt plaats aan de hand van te nemen monsters uit de bezinktanks met daarin residu.

In principe wordt de sludge zo snel als mogelijk afgevoerd naar een erkende verwerker.

Als gevolg van de in het productietraject optredende fysische veranderingen worden in de processtroom cokes als "scale" op de installatiewand afgezet. Periodiek verwijderen is nodig. Het in-situ verwijderen van vaste afzettingen uit procesinstallaties is een geaccepteerde operationele werkzaamheid binnen de olie- en gasindustrie. Het is de bedoeling deze reiniging ook toe te passen in installaties met vaste afzettingen, die radioactieve componenten bevatten. De radioactiviteit bevattende reststof zal overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving worden verwerkt.

Bij inspecties en onderhoud kunnen besmette installatiedelen, gereedschappen en hulpmiddelen vrijkomen. Teneinde extra (transport)werkzaamheden en daarmee mogelijke blootstelling zoveel mogelijk te beperken worden deze, voor zover bestemd voor terugplaatsen of een hernieuwde inzet, tijdelijk opgeslagen op de betreffende inrichting voor een periode van maximaal 2 jaar. De opslag binnen de inrichting zal zodanig geschieden dat verspreiding van radioactieve stoffen wordt voorkomen. De bedoelde inrichting is voor onbevoegden niet toegankelijk.

Gereedschap en hulpmateriaal kan tijdens de werkzaamheden besmet raken. Voor inzet bij een andere taak kan reinigen nodig zijn. Het betreft werkzaamheden waarmee gereedschap, installatiedelen en hulpmiddelen ontdaan worden van eenvoudig te verwijderen besmettingen.

Bij al deze werkzaamheden kunnen radioactieve stoffen vrijkomen welke gecontroleerd verzameld en tijdelijk opgeslagen worden op de betreffende inrichting. Als maximaal te hanteren opslagtermijn wordt een periode van 2 jaar gehanteerd.

## **Classificatie**

Door Esso wordt een stralingsgericht meetprogramma gehanteerd dat geïntegreerd uitgevoerd wordt met de inspectie- en onderhoudsprogramma's. Onderdelen van dit meetprogramma zijn controlemetingen aan/in installatiedelen met geschikte handmeetapparatuur en, indien hiertoe aanleiding is, aanvullende monsternamen ten behoeve van analyse.

Indien de concentratie van radioactieve stoffen groter is dan de nuclide specifieke vrijstellingsgrenzen, wordt de installatie geclassificeerd als een NORM-installatie.

---

## 1.2 Registratie- of vergunningsplicht

In artikel 3.8 en 3.10 van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) staan de vergunnings- en registratieplichtige handelingen vermeld.

Als bedrijven de nuclide specifieke vrijstellingswaarden overschrijden zijn zij registratieplichtig. Als de waarde voor de activiteitsconcentratie tienmaal wordt overschreden, geldt een vergunningsplicht.

**Op basis van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming is Esso Nederland BV vergunningsplichtig. .**

## 1.3 Stralingsdeskundigheid

De werkzaamheden worden verricht onder verantwoordelijkheid van minimaal een stralingsbeschermingsdeskundige op het niveau van Coördinerend Deskundige. De coördinerend stralingsdeskundige heeft hiervoor een mandaat. Door Esso Nederland BV is ■■■■■■■■■■, stralingsbeschermingsdeskundige niveau Coördinerend Deskundige (CSD), aangewezen om als coördinerend stralingsdeskundige (CSD) ten behoeve van NGT op te treden. In dit verband is hij bevoegd uitvoerende werkzaamheden te delegeren. Hij draagt zorg voor een goede communicatie- en overlegstructuur tussen hem en zij, die deze werkzaamheden verrichten.

Lokaal zullen de werkzaamheden worden uitgevoerd onder direct toezicht van eigen en/of ingehuurde toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming (TMS NORM). Van de eigen deskundigen worden de diploma's centraal gearhiveerd. Van de externe deskundigen wordt contractueel vastgelegd dat ze over de vereiste diploma's dienen te beschikken, hetgeen steekproefsgewijs wordt gecontroleerd. De deskundigen, die direct toezicht houden op de werkzaamheden werken onder verantwoordelijkheid van de CSD en zijn niet apart schriftelijk aangewezen.

## 1.4 Beheerssysteem

Alle meetgegevens worden bijgehouden door de TMS. De CSD kan hier een kopie van ontvangen en/of inzien op locatie.

## **2. BESCHRIJVING PRODUCTIEPROCES**

### **2.1 Productieproces**

Een goede beschrijving van het productieproces is te vinden het rapport 'Verslag onsites' van Esso Nederland BV.

---

### 3. RISICO IDENTIFICATIE

#### 3.1 Zijn alle bronnen van ioniserende straling en hun eigenschappen geïnventariseerd?

Naast de natuurlijke bronnen, die in de procesinstallatie aanwezig zijn, komen incidenteel andere stoffen op de locatie waarin natuurlijke radioactieve stoffen aanwezig zijn (bijv. straalgrit), maar het betreft altijd vrijgestelde materialen. Vanwege de lage activiteit en de geringe blootstellingstijd geven ook deze materialen een verwaarloosbare bijdrage leveren aan de blootstelling van personeel en worden daarom niet meegenomen in deze analyse.

Ook komen incidenteel ingekapselde bronnen op de locatie, die door contractors gebruikt worden. Het betreft bronnen voor niet destructief onderzoek (NDO).

Voor de bijdrage van deze bronnen zal een schatting worden gemaakt.

#### 3.2 Welke handelingen met straling worden uitgevoerd?

De volgende handelingen<sup>1</sup> kunnen onderscheiden worden:

**Handeling H1:** het voorhanden hebben van natuurlijke bronnen in de installaties.

**Handeling H2:** het plegen van onderhoud-, herstel- en storingswerkzaamheden

**Handeling H3:** het opslaan en transport gereed maken van natuurlijke bronnen

**Handeling H4:** het toepassen van ingekapselde bronnen voor niet destructief onderzoek

**Handeling H5:** het aanwezig zijn op Rotterdam Raffinaderij

#### 3.3 Welke deelhandelingen kunnen worden onderscheiden?

De volgende deelhandelingen kunnen onderscheiden worden:

**Handeling H1:** als gevolg van dagelijkse werkzaamheden (controle ronden) kunnen medewerkers Proces beroepsmatig blootgesteld worden aan ioniserende straling.

**H1a:** het regelmatig passeren van gesloten installaties tijdens controleronden door medewerkers Proces.

**H1b:** het bedienen van afsluiters in de nabijheid van procesvaten, het aflezen van diverse meetinstrumenten door de medewerkers Proces.

**Handeling H2:** onderhoud-, herstel- en inspectiewerkzaamheden tijdens onderhoudsstops van bestaande en naast gelegen procesinstallaties door medewerkers Proces waarbij potentiële beroepsmatige blootstelling is aan ioniserende straling.

Uitgangspunt is daarbij dat de bestaande installaties gereinigd en gespoeld opgeleverd worden alvorens mechanische werkzaamheden plaatsvinden.

**H2a:** het reinigen van procesvaten

**H2b:** het vervangen/uitwisselen van installatiedelen

---

**Handeling H3:** Indien bij werkzaamheden besmette restmaterialen vrijkomen, dan moeten die gereed gemaakt worden voor transport naar een erkende verwerker. Voor besmet equipment betekent dit dat alle openingen afgedicht moeten worden en het betreffende equipment in een opslagfaciliteit neergelegd moet worden. Sludges worden meestal rechtstreeks uit een procesvat in een transporttank gepompt, die vervolgens ook in een opslagfaciliteit neergezet wordt.

Alle besmette materialen blijven tijdelijk (tot maximaal 2 jaar) op de locatie totdat afvoer naar een erkende verwerker geregeld is.

**H3a:** het transport gereed maken van besmet equipment

**H3b:** het transport gereed maken van besmette sludges

**H3c:** het opslaan van besmette restmaterialen

**Handeling H4:** op locatie worden door contractors ioniserende stralingsbronnen toegepast in de installatie (NDO). De werkzaamheden worden altijd uitgevoerd door ingehuurde contractors maar ook eigen personeel kan blootgesteld worden.

**H4a:** het gebruik van ingekapselde bronnen voor NDO

**Handeling H5:** gezien de grootte van de locatie, betekent de aanwezigheid aldaar, dat men 8 uur per dag 'in de nabijheid' van evt. ioniserende stralingsbronnen is.

**H5a:** het aanwezig zijn op de locatie, anders dan het dichterbij zijn bij de ioniserende stralingsbronnen als beschreven in de handelingen H1 t/m H5 (de resttijd).

### 3.4 Waar vinden deze handelingen plaats?

De handelingen vinden plaats op de volgende locaties:

- **Handeling H1 en H2:** deze vinden plaats in het installatiegedeelte op de locatie
- **Handeling H3:** het transportgereed maken vindt meestal plaats in het installatiegedeelte op de locatie, terwijl voor de opslag per locatie een speciaal gebied is ingericht dat meestal enigszins 'afgelegen' en niet toegankelijk voor onbevoegden is.
- **Handeling H4:** het gebruik van de ingekapselde bronnen vindt plaats in het installatiegedeelte op de locatie.
- **Handeling H5:** het aanwezig zijn als bedoeld in **H5a** vindt vnl. plaats in het kantoorgebouw, dat normaliter op minimaal 25 m afstand van de installaties ligt.

Deze ruimten zijn niet ingedeeld als bewaakte of gecontroleerde zones. Verder zijn er geen waarschuwingborden aangebracht met bijbehorende tekst <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> zie *Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018 artikel 4.1 en 4.2.*

### 3.5 Welke blootstellingspaden zijn aan de orde?

Blootstelling aan NORM (chemische en fysische toestand van deze stof is in hoofdzaak vast in gebonden vorm) kan mogelijk plaatsvinden via externe straling, inhalatie en ingestie. Omdat Pb-210 de dominante nuclide is, kan externe straling worden verwaarloosd.

Bij de ingekapselde bronnen is alleen blootstelling door externe straling mogelijk.

---

### 3.6 Welke maatregelen (technische en organisatorische) zijn genomen om de blootstelling te beperken?

#### *Maatregelen aan de bron:*

- Wanneer er onderhoud-, herstel- en inspectiewerkzaamheden plaatsvinden wordt de procesinstallatie van tevoren (industrieel) gereinigd met veel water. Hierdoor wordt mogelijk (besmet) scale/cokes en sludge af- en weggespoeld.

#### *Maatregelen gericht op de werkplek:*

- Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden worden zoveel als mogelijk uitgevoerd met niet verstoffende bewerkingen. Mochten toch verstoffende methoden toegepast worden, dan wordt gezorgd voor een lokale afzuiging (die benedenwinds wordt uitgeblazen).

#### *Maatregelen gericht op de persoon:*

- Het dragen van aangepaste ademhalingsbescherming is verplicht wanneer men bij NORM-werkzaamheden betrokken is.

#### *Organisatorische maatregelen:*

- Eten en drinken mag alleen in de kantine die voorzien is van een voorportaal waar werknemers hun vervuilde werkkleding / PBM's achterlaten en grondig hun handen & gelaat wassen.
- Voor het uitvoeren van onderhouds- en reparatiewerkzaamheden zijn gerichte procedures en/of werkplannen opgesteld. Alleen werknemers die deel hebben genomen aan de toolboxmeeting mogen de betreffende werkzaamheden uitvoeren.
- De (deel)handelingen worden door meerdere medewerkers Proces en contractorpersoneel uitgevoerd. Hierdoor is de potentiële blootstelling aan radioactieve stoffen verspreid over meerdere personen (op jaarbasis is de belasting hierdoor minder).

### 3.7 Hoe vaak worden de handelingen uitgevoerd en welke personen kunnen bij de handeling worden blootgesteld?

In onderstaande tabel een overzicht van de duur van de (deel)handelingen:

Handeling	Deelhandeling	Duur van (deel)handelingen
H1	H1a	De medewerkers van de afdeling Proces werken 200 dagen per jaar (8 uur per dag). Per dienst maakt hij 5 controlerondes van elk een half uur, waarbij hij per ronde 10 minuten op 1 meter en 20 minuten op gemiddeld 10 meter van de procesinstallatie is.
	H1b	Per dienst wordt er 2 maal een klep geopend en 2 afleesunits uitgelezen. Deze werkzaamheden duren in totaal ongeveer 15 minuten, waarvan 5 minuten op 1 meter en 10 minuten op 10 meter.

Handeling	Deelhandeling	Duur van (deel)handelingen
H2	H2a	Per jaar vindt er per locatie 1 shutdown plaats, waarbij gemiddeld 3 vaten gereinigd worden. Daarnaast wordt er per locatie jaarlijks nog 1 vat gereinigd buiten de shutdown om. Per vat is de reinigingsmedewerker 3 uur in de tank en staat een 2 <sup>e</sup> werker aan de buitenkant. Voor de voorbereiding en het opruimen wordt ook nog met 4 uur rekening gehouden, waarbij de medewerkers op 1 meter afstand van hetzij een vat of een transporttank staan.
	H2b	Per jaar vinden er per locatie 10x werkzaamheden plaats waarbij een besmet deel van de installatie vervangen moet worden. Deze werkzaamheden vinden plaats met niet verstuivende technieken. De werkzaamheden duren 2 uur per keer. Voor voorbereiding en afronding wordt ook nog 2 uur per keer in de nabijheid van de installatie rekening gehouden.
H3	H3a	Aangenomen wordt dat per locatie 10x per jaar werkzaamheden plaatsvinden, waarbij besmet equipment vrijkomt. Het verpakken duurt 1 uur.
	H3b	Aangenomen wordt dat per locatie 2x per jaar werkzaamheden plaatsvinden, waarbij besmette sludge vrijkomt. Het overpompen zit al in deelhandeling H2a verwerkt. Hier wordt alleen het etiketteren en verplaatsen meegenomen. Dit duurt in totaal 1 uur per keer.
	H3c	Besmette installatiedelen kunnen lang opgeslagen staan. Hiervoor wordt een gemiddelde termijn van 1 jaar gehanteerd. Sludges worden meestal sneller afgevoerd. Voor registratieplichtige sludge wordt dan ook een termijn van 4 weken opslag gehanteerd.
H4	H4a	Aangenomen wordt dat per locatie 2x per jaar werkzaamheden plaatsvinden, waarbij NDO plaatsvindt. De werkzaamheden duren 1 dag per keer, waarvan 20% bestralingstijd en 80% positionering. De werkzaamheden worden uitgevoerd door 2 contractomedewerkers. Het eigen personeel bevindt zich op minimaal 25 meter afstand.
H5	H5a	Door de aanwezigheid op de locatie zijn de medewerkers 8 uur per dag 'in de buurt' van stralingsbronnen. Dit wordt verrekend door de totale verblijfstijd per jaar minus de tijd benodigd voor de hiervoor beschreven handelingen. Wel wordt aangenomen dat de afstand tot de bronnen minimaal 25 meter bedraagt.

### 3.8 Welke 'voorziene onbedoelde gebeurtenissen' kunnen bijdragen aan de potentiële blootstelling?

De volgende onbedoelde gebeurtenissen / potentiële blootstelling kunnen onderscheiden worden:

**Gebeurtenis G1:** Medewerkers Proces hanteren niet de juiste werkhygiëne en lopen een inwendige besmetting op (variatie van scenario H2b). Per locatie wordt uitgerekend wat de dosisconsequentie is als een medewerker een hoeveelheid ter grootte van een suikerklontje (5 gram) inneemt.

**Gebeurtenis G2: besmet onderdeel wordt afgevoerd als scrap.** Het risico is in dit geval dat een medewerker van een verwerkingsbedrijf radioactief materiaal binnenkrijgt. Ook hier wordt weer uitgerekend wat de dosisconsequentie is van een inname ter grootte van een suikerklontje (5 gram).

**Gebeurtenis G3:** besmette materialen blijven langer opgeslagen staan dan bedoeld. Dit komt erop neer dat het aantal uren in scenario H3c toeneemt. Hier wordt aangenomen dat de verblijftijd met een factor 2 toeneemt.

**Gebeurtenis G4:** een NDO-bron blijft vastzitten in het uitdraaimechanisme. Dit komt erop neer dat het aantal uren in scenario H4a, Str. toeneemt. Hier wordt aangenomen dat de verblijftijd met een factor 2 toeneemt.

De kans van optreden van deze gebeurtenissen is zeer klein gezien de al genomen beheersmaatregelen. Afhankelijk van de aard en omvang van de incidenten en mogelijke gevolgen worden deze gemeld als ongewoon voorval.

---

## 4. RISICO BEREKENING

### 4.1 Hoe kunnen de werknemers worden blootgesteld?

Blootstelling aan cokes/scales/sludges (chemische en fysische toestand van cokes/scale is vast en gebonden, van sludge met name vloeibaar, maar kan ook sterk ingedikt zijn) kan plaatsvinden via externe straling<sup>1</sup>, inhalatie en ingestie. Externe straling treedt met name op in de nabijheid van procesvaten, die sterk vervuild zijn met Ra-scales en/of in de nabijheid van transporttanks, die gevuld worden met sludges met veel radium. Het inslikken en opnemen van NORM zou kunnen plaatsvinden wanneer de werknemers de werkhygiene onvoldoende betrachten bij reparatie- en onderhoudswerkzaamheden. Alleen bij de werkzaamheden H2a t/m H2b en H3a is inwendige besmetting mogelijk. Bij alle andere handelingen betreft het gesloten installaties of ingekapselde bronnen.

<sup>1</sup> *In het algemeen worden scales en sludges gekarakteriseerd m.b.v. een viertal richtrnucliden, die ook op alle analyserapporten vermeld worden (Ra-226, Pb-210, Ra-228 en Th-228). Deze komen in steeds wisselende samenstellingen voor, waarbij generiek gezegd kan worden dat de concentraties in scales hoger zijn dan die in sludges. Bij Esso Nederland B.V. blijkt uit de analyses dat Pb-210 het dominante nuclide is en de overige nucliden nauwelijks tot niet voorkomen.*

Daarnaast worden werkers blootgesteld aan de (in)directe straling van de aanwezige ingekapselde bronnen.

---

#### 4.2 Wat is de dosis door blootstelling tijdens reguliere omstandigheden?

Medewerker Proces													
Reguliere werkzaamheden													
	H1a	H1b	H2a	H2b		H3a		H3b	H3c	H4a		H5a	Tot.
	Ext.	Ext.	Ext.	Ext.	Inw.	Ext.	Inw.	Ext.	Ext.	Ext.		Ext.	μSv/jr
Esso	17	2		4	0	1	0	0	0	3		1	27

#### 4.3 Wat is de dosis door blootstelling ten gevolge van en de kans op het voorkomen van voorziene onbedoelde gebeurtenissen (potentiele blootstelling)?

Er wordt rekening gehouden met de scenario's zoals beschreven in hoofdstuk 3.8. Verwerking van deze parameters in het model geeft de volgende tabel voor de blootstelling:

Medewerker Proces					
	Voorziene, onbedoelde blootstelling				
	G1	G3	G4		Tot.
Esso	11	0	5		16

Gesommeerd over reguliere werkzaamheden en voorzien onbedoelde gebeurtenissen geeft dit als totaal:

Medewerker Proces	
	Totaal regulier en onbedoeld
	$\mu\text{Sv/jr}$
Esso	43

#### 4.4 Blijft voor alle blootgestelde personen de totale jaardosis beneden de referentiedosis?

De referentiewaarde voor de effectieve dosis bedraagt 0,1 mSv in een jaar, of te wel 10 % van de ondergrens van B-werknemers. Dit is ook de waarde die ten gevolge van de uitgevoerde handelingen geldt voor elk lid van de bevolking buiten de inrichting.

Voor alle handelingen / functies geldt dat de jaarlijkse blootstelling beneden de referentiewaarde uitkomt. De risico's van blootstelling hoeven niet nader geanalyseerd te worden.

## **5. RISICO EVALUATIE**

### **5.1 Wat is de jaardosis voor individuele werknemers?**

Gesommeerd over reguliere werkzaamheden en voorzien onbedoelde gebeurtenissen is de blootstelling 43  $\mu\text{Sv}$  per jaar.

### **5.2 Wat is de juiste indeling voor werknemers en ruimten?**

De dosiswaarden van zowel reguliere en potentiële blootstelling, van de blootgestelde werknemers zijn bepaald en vastgelegd in paragraaf 5.1.

#### **Indeling werknemers:**

De werknemers hoeven niet te worden ingedeeld als blootgestelde werknemers.

#### **Indeling zone:**

De beschreven locaties (paragraaf 3.4) hoeven niet als bewaakte of gecontroleerde zone ingedeeld te worden.

### **5.3 Is voldaan aan ALARA-beginsel?**

Gezien de lage dosiswaarden en de reeds genomen maatregelen en veiligheidsprocedures is voldoende invulling gegeven aan ALARA. Uit de risicoberekening blijkt het grootste risico verbonden te zijn aan handeling H1a. Dit is al dusdanig laag, dat additionele maatregelen niet opportuun zijn.

### **5.4 Blijven alle berekende persoon dosiswaarden beneden de dosislimieten?**

De uitkomsten van de berekeningen laat zien dat de dosislimieten uit het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming niet worden overschreden.

Geen enkel lid van de bevolking die zich binnen de inrichting bevindt mag ten gevolge van de werkzaamheden blootgesteld worden aan een effectieve dosis van meer dan 1 mSv in een kalenderjaar.

### **5.5 Is er een noodzaak tot het nemen van additionele maatregelen?**

Er is geen noodzaak tot het nemen van additionele maatregelen.

---