

Gate Terminal B.V.

T.a.v. Dhr. [REDACTED]

Maasvlakteweg 991

3199 LZ Maasvlakte-Rotterdam

Omschrijving	Berekeningen van de effectieve dosis voor leden van de bevolking buiten de locatie van Gate Terminal B.V.
Rapportnummer	9610-151077-001-02-2021
Revisie	3
Locatie	Gate Terminal B.V. Maasvlakteweg 991 3199 LZ Maasvlakte-Rotterdam
Klantreferentie	Akkoord op 01.00033225-1 d.d. 05-11-2021 door Dhr. [REDACTED].
Conclusie	De individuele dosis (ID) bedraagt maximaal $8,2 \cdot 10^{-1}$ μ Sv per jaar. De multifunctionele dosis (MID) bedraagt maximaal $2,0 \cdot 10^{-1}$ μ Sv per jaar. De actuele individuele dosis (AID) bedraagt maximaal $1,6 \cdot 10^{-1}$ μ Sv per jaar. Het secundair niveau (SN) voor externe straling en lozingen wordt niet overschreden. De locatielimiet van 0,1 mSv per jaar wordt niet overschreden.

Opgesteld d.d.	31 maart 2022	Gecontroleerd d.d.	24 juni 2022
Ondertekening	[REDACTED]	Ondertekening	[REDACTED]
	Stralingsbeschermingsdeskundige (CD)		Stralingsbeschermingsdeskundige (ACD)

Dit rapport mag niet zonder de toestemming van zowel Applus+ RTD als de opdrachtgever geheel of gedeeltelijk worden vermenigvuldigd.

Inhoudsopgave

1	Algemeen	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Revisie	3
1.3	Opdracht	3
1.4	Literatuur	3
2	Situatieschets	4
2.1	Locatie Gate Terminal B.V.	4
2.2	Brongegevens	5
2.2.1	Concentratie	5
2.2.2	Activiteit	5
2.2.3	Gegevens externe bestraling	6
2.2.4	Gegevens lozing in lucht	6
2.2.5	Gegevens lozing in water	7
2.3	Brongegevens	7
2.4	Afstand bronnen tot aan de terreingrens	7
3	Berekeningen	8
3.1	Externe bestraling	8
3.2	Lozing in lucht	9
3.3	Lozing in water	10
3.4	Toetsing ID, MID en AID	10
4	Resultaten	11
4.1	Externe bestraling	11
4.2	Lozing in de lucht	11
4.3	Lozing in water	12
5	Conclusie	13
Bijlage 1:	Overzichtstekening locatie Gate Terminal B.V.	14
Bijlage 2:	Overzicht installatie Gate Terminal B.V.	15
Bijlage 3:	Mogelijke locaties bergplaatsen	16
Bijlage 4:	Uitwerking berekeningen	17

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Bij Gate Terminal B.V. worden handelingen verricht met bronnen van ioniserende straling. Het gaat hierbij om het voorhanden hebben van een installatie waarin zich natuurlijke radioactieve stoffen (Natural Occuring Radioactive Materials, NORM) bevinden en het uitvoeren handelingen ten behoeve van reparatie- en onderhoudswerkzaamheden aan met NORM besmette installatiedelen.

Om aantoonbaar te maken dat de dosislimieten voor leden van de bevolking buiten de locatie van Gate Terminal B.V., als gevolg van de handelingen bij Gate Terminal B.V., niet overschreden worden, is een integrale analyse gemaakt voor de jaardosis aan de terreingrenzen.

Voor iedere aanwezige blootstellingsweg (externe bestraling, inhalatie, ingestie en submersie) wordt, uitgaande van de radioactiviteit en/of straling aanwezig in het milieu, de bijdrage berekend aan de jaarlijkse dosis H^*_{max} of ID. Deze dosis is de dosis die een individu kan ontvangen door onbeschermd aan de bron te worden blootgesteld. Voor iedere blootstellingsweg wordt vervolgens, uitgaande van een mogelijke potentiële bewoning direct aan de locatiegrens, de MID berekend. Wanneer er sprake is van (potentiële) bewoning aan de locatiegrens is de AID gelijk aan de MID. In alle andere gevallen wordt de AID berekend door de ID te vermenigvuldigen met de actuele blootstellingscorrectiefactor (ABC-factor) die voor het feitelijke gebruik van de belendende percelen aan de terreingrenzen van toepassing zijn. Voor het berekenen van de H^*_{max} , ID, MID en AID worden de rekenregels analyse gevolgen ioniserende straling (AGIS) uit bijlage 10 van de Vbs gehanteerd.

Er vindt een toetsing plaats aan SN op basis van de MID berekend voor iedere emissiesoort afzonderlijk. Voor de toetsing aan de locatielimit wordt de totale AID beschouwd.

1.2 Revisie

- Revisie 1: Diverse wijzigingen naar aanleiding van verzoek tot aanvullende informatie op MER-aanmeldnotitie vanuit ANVS met kenmerk ANVS-PP-2022/0087296-03.
- Revisie 2: Aanpassingen in dosisconversiecoëfficiënten.
- Revisie 3: Aanpassing in concentratie radioactieve stoffen n.a.v. monsternamen bij revisie HP-pompen in mei 2022

1.3 Opdracht

Het uitvoeren van een integrale analyse van de dosis aan de terreingrenzen van Gate Terminal B.V. gelegen aan Maasvlakweg 9911 te Maasvlakte-Rotterdam en toetsing aan de vigerende wet- en regelgeving.

De berekeningen en rapportage zijn uitgevoerd door [REDACTED], geregistreerd stralingsbeschermingsdeskundige op het niveau van coördinerend deskundige.

1.4 Literatuur

- 1 Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)
- 2 ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Vbs)
- 3 ICRP Publication 119, compendium of dose coefficients based on ICRP Publication 60
- 4 Handboek radionucliden, A.S. Keeverling Buisman ISBN 90-75441-02-3
- 5 Applus RTD rapport 9610-150061-001-01-2021
- 6 Applus RTD LSA metingen 2021 Gate Terminal B.V.

2 Situatieschets

2.1 Locatie Gate Terminal B.V.

Gate Terminal B.V. is een op-/overslag- en distributie terminal voor Liquefied Natural Gas (LNG) dat wordt aangevoerd door schepen. Het aangevoerde LNG wordt opgeslagen in opslagtanks of direct overgeslagen in schepen of tankwagens als lading of brandstof. Daarnaast kan het LNG verdampt worden tot aardgas en aan het landelijke aardgastransportnet van Gasunie Transport Services (GTS) geleverd worden.

Gate terminal beschikt over 3 bovengrondse opslagtanks. Een vierde opslagtank is nog niet gebouwd, maar wordt wel aangevraagd. Elke tank heeft een bruto capaciteit van 200.000 m³ LNG, waarin maximaal 180.000 m³ LNG opgeslagen kan worden.

Voor de overslag van LNG zijn 2 steigers gelegen in de Nijlhaven en 1 steiger in de Yukonhaven. In de Yukonhaven zijn ook 2 laad/losplaatsen voor kleinere schepen gelegen. Vanuit de schepen kan worden verladen naar de opslagtanks en vice versa of er kan verladen worden tussen twee schepen onderling. Gate terminal beschikt over 5 truckverladingstations.

De locatie van Gate Terminal B.V. beslaat meerdere kadastrale percelen (zie bijlage 1). In de tabel 1 t/m 3 staan de omgevingsbestemming van de kadastrale percelen met de daarbij horende actuele blootstellingen correctiefactoren (ABC-factoren) van de belendende percelen van de locatie van Gate Terminal B.V. benoemd. Op perceel 3 zijn geen installatiedelen van Gate Terminal B.V. aanwezig en wordt derhalve voor verdere berekeningen buiten beschouwing gelaten.

Tabel 1: Omgevingsbestemming en ABC-factoren Gate Terminal B.V. perceel 1		
Windrichting	Actuele bestemming	ABC-factor
Noord	Belendende industrie	0,2
Oost	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
Zuid	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
West	Belendende industrie	0,2

Tabel 2: Omgevingsbestemming en ABC-factoren Gate Terminal B.V. perceel 2		
Windrichting	Actuele bestemming	ABC-factor
Noord	Belendende industrie	0,2
Oost	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
Zuid	Belendende industrie	0,2
West	Belendende industrie	0,2

Tabel 3: Omgevingsbestemming en ABC-factoren Gate Terminal B.V. perceel 3		
Windrichting	Actuele bestemming	ABC-factor
Noord	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
Oost	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
Zuid	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01
West	Watergebied voor (doorgaande) beroepsscheepvaart	0,01

Omdat de aanwezigheid van NORM in de installatie recentelijk is aangetoond is op de locatie nog geen bergplaats ten behoeve van tijdelijke opslag aanwezig. In bijlage 3 staan de potentiële locaties die geschikt zijn voor het realiseren van een bergplaats.

2.2 Brongegevens

In dit hoofdstuk staan de meest relevante gegevens van de bronnen van ioniserende straling.

2.2.1 Concentratie

Gammaspectrometrie analyse [6] heeft als resultaat gegeven dat NORM in de installatie aanwezig is in de vorm van Lood-210+ (Pb-210+) met een concentratie van circa 725 Bq/g. Dit monster is genomen uit een geopend deel van de installatie op de locatie van Gate Terminal B.V. Gezien de minimale massa van het telmonster (0,26 gram) en de mogelijke variatie in de mogelijk aanwezige concentratie wordt voor de berekeningen een concentratie van 1.500 Bq/g gehanteerd.

Op basis van een andere monstername blijkt dat een hogere concentratie Pb-210+ van ca. 5 kBq/g aangetroffen kan worden in andere delen van de installatie. Deze concentratie Pb-210+ is vastgesteld op basis van een analyse van een monster met een massa van 0,682 gram. De plek in de installatie waar dit monster is genomen betreft het inwendige deel van een zogenaamde HP-pomp die zich tijdens normale bedrijfscondities volledig ondergedompeld in LNG in een gesloten vat bevindt. De monstername hiervan heeft plaatsgevonden tijdens revisiewerkzaamheden op een de locatie van Bakker Repair Service in Sliedrecht waarbij monstername pas mogelijk was na demontagewerkzaamheden. De kans dat een dergelijke hoeveelheid en concentratie materiaal betrokken kan zijn voor de gevolgen op de mens en het milieu in de omgeving van Gate Terminal B.V. is nihil.

De waarde van 1.500 Bq/g geeft hierdoor nog steeds een realistisch conservatieve schatting van de mogelijke risico's voor mens- en milieu echter zal met deze nieuwe informatie zal wel vergunning aangevraagd gaan worden voor 10 kBq/g.

2.2.2 Activiteit

De totale activiteit die mogelijk in de installatie aanwezig is zijn gebaseerd op diverse inventarisatiemetingen [7] en een inschatting door Gate Terminal B.V. van het oppervlak van de installatiedelen. Hierbij is de maximale meetwaarde met een besmettingsmonitor omgerekend naar een oppervlaktesbesmetting in Bq/cm² en vervolgens vermenigvuldigd met het oppervlak van de installatiedelen. In tabel 2 staan de resultaten van de inschatting van de totale activiteit in de installatiedelen van Gate Terminal B.V.

Tabel 2: Bepaling totale activiteit in installatiedelen		
Omschrijving	Waarde	Eenheid
Meetwaarde apparatuur	200	cps
Kalibratiefactor Pb-210+	2,67	Bq/cps
Oppervlakte detector	100	cm ²
Oppervlaktesbesmetting	5,34	Bq/cm ²
Oppervlakte installatiedelen:		
LNG	20.100	m ²
BOG	6.561	
LBBR	1.500	
Totaal	28.161	
Oppervlakte installatiedelen	281.610.000	cm ²
Totale activiteit	± 1.500	MBq

Vanwege het bedrijfsproces met een temperatuur van $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan slechts een inventarisatie worden uitgevoerd bij werkzaamheden ten behoeve van onderhoud en reparatie waarbij de installatie is opgewarmd naar omgevingstemperatuur en geopend wordt. Omdat een mogelijke variatie in de oppervlaktebesmetting aanwezig kan zijn wordt een waarde van 3.000 MBq gehanteerd.

2.2.3 Gegevens externe bestraling

Gezien Pb-210+ mogelijk over de gehele installatie verspreid zit wordt, om aantoonbaar te maken dat aan de wettelijke limiet wordt voldaan, voor de berekening aangenomen dat gedurende het gehele jaar een activiteit van 100 kBq aanwezig is op 5 meter van de terreingrens waarbij de activiteit verspreid is over een oppervlak van 1 m^2 . Hiervoor is met behulp van MicroShield® een model gemaakt. In het model is geen rekening gehouden met de afscherpende werking van de installatiedelen waarin Pb-210+ aanwezig is en is een besmettingsgraad aangenomen van 10 Bq/cm^2 , hoger dan tot nu toe gemeten is. Dit zal leiden tot een overschatting van het werkelijke dosistempo.

2.2.4 Gegevens lozing in lucht

Onder normale bedrijfsomstandigheden is het niet mogelijk dat een lozing van NORM in lucht plaats zal vinden omdat geen installatiedelen worden geopend. Enkel bij werkzaamheden ten behoeve van onderhoud en reparatie worden installatiedelen geopend. De kans dat hierbij een lozing plaats vindt is nihil. Diverse metingen en werkzaamheden hebben aangetoond dat weinig tot geen vaste stoffen in de installatie aanwezig zijn. Wel is aangetoond dat het oppervlak aan de binnenzijde van de installatie in meer of mindere mate besmet is. Om middels een berekening aantoonbaar te maken dat de limiet voor lozing in de lucht niet overschreden wordt is een conventionele schatting van een mogelijke jaarlozing gemaakt.

Diverse metingen en werkzaamheden hebben aangetoond dat weinig tot geen vaste stoffen in de installatie aanwezig zijn. Tijdens werkzaamheden in augustus 2021 waarbij de installatie is geopend is een monster genomen van $0,258\text{ gram}$ met een concentratie Pb-210+ van 725 Bq/g . Het openen van systemen gebeurt niet op een dagelijkse basis. Voor de maximale activiteit die vrij kan komen tijdens onderhoudswerkzaamheden is een zeer conservatieve schatting gemaakt. Wanneer wordt gesteld dat dagelijks een systeem wordt geopend waarbij $0,25\text{ gram}$ materiaal met 725 Bq/g vrij kan komen leidt tot een totale activiteit van $0,25 \cdot 725 \cdot 365 = 668273\text{ Bq}$ ($66,8\text{ kBq}$). Om zeker te zijn dat aantoonbaar gemaakt kan worden dat effecten voor het milieu in alle situaties beperkt blijft is aangenomen dat de hoeveelheid Pb-210+ dat jaarlijks betrokken is bij handelingen die mogelijk tot een lozing zouden kunnen leiden (A_i) 100 kBq bedraagt.

Omdat de fysische hoeveelheid materiaal in het systeem minimaal is wordt de parameter voor de verspreidingskans (p_i) gesteld op -4 . Omdat gewerkt wordt met een open installatie zijn geen verdere filters meer aanwezig/beschikbaar en wordt de effectiviteitsparameter voor het filtersysteem (s_i) gesteld op 0 . Gezien de halfwaardetijd van Pb-210+ kleiner is dan 25 jaar is de correctiefactor voor lozingen in de lucht (CR_L) gesteld op 1 .

2.2.5 Gegevens lozing in water

Onder normale bedrijfsomstandigheden is het niet mogelijk dat een lozing van NORM in water plaats zal vinden omdat geen installatiedelen worden geopend. Enkel bij werkzaamheden ten behoeve van onderhoud en reparatie worden installatiedelen geopend. De kans dat hierbij een lozing plaats vindt is nihil. Om middels een berekening aantoonbaar te maken dat de limiet voor lozing in water niet overschreden wordt is een conventionele schatting van een mogelijke jaarlozing.

Er wordt aangenomen dat de hoeveelheid Pb-210+ dat jaarlijks betrokken is bij handelingen die mogelijk tot een lozing zouden kunnen leiden (A_i) 100 kBq bedraagt. Omdat toediening aan proefdieren en mogelijke uitscheiding door patiënten niet van toepassing is worden de correctiefactoren hiervoor (W en Z) gesteld op 1. Omdat de aanwezige besmetting, hoe minimaal dan ook, niet valt onder stoffen in niet verspreidbare vorm, wordt de correctiefactor voor een kans op lozing op het riool (V) gesteld op 0,1. Omdat gewerkt wordt met een open installatie zijn geen verdere filters meer aanwezig/beschikbaar en wordt de effectiviteitsparameter voor het filtersysteem (s_i) gesteld op 0. Gezien de halfwaardetijd van Pb-210+ kleiner is dan 25 jaar maar groter is dan 15 dagen is de correctiefactor voor lozingen in water (CR_w) gesteld op 1.

2.3 Brongegevens

De meest relevante uitgezonden straling, met de maximale energie voor alfa- en gammastraling en gemiddelde energie voor bètastraling, per desintegratie (becquerel):

Pb-210+	
Alpha	5297 keV (100%, via Polonium-210 (Po-210)) 103 keV (100%, via Po-210)
Bèta	4 keV (80%) 16 keV (20%) 389 keV (100%, via Bismut-210 (Bi-210))
Gamma	46 keV (4%)
Halfwaardetijd Pb-210	22,3 jaar
Halfwaardetijd Bi-210	5,01 dagen
Halfwaardetijd Po-210	138,38 dagen
Bronconstante Pb-210+	$0,003 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
$e_{50, \text{inh}, \text{Pb-210}}$	$5,7 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$
$e_{50, \text{inh}, \text{Po-210}}$	$4,3 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$
$e_{50, \text{ing}, \text{Pb-210}}$	$6,9 \cdot 10^{-7} \text{ Sv/Bq}$
$e_{50, \text{ing}, \text{Po-210}}$	$1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$

2.4 Afstand bronnen tot aan de terreingrens

De installatiedelen bevinden zich op enkele tot tientallen meters tot aan de terreingrenzen van perceel 1 en perceel 2. Het meest kritische punt ligt hier bij het berekenen van de lozingen in lucht, waarbij een afstand < 50 meter wordt aangehouden.

3 Berekeningen

3.1 Externe bestraling

Voor het berekenen van de dosis als gevolg van externe bestraling aan de terreingrens is de onderstaande formule gebruikt.

$$H_{max}^* = \sum H_{(10,r)}^* \cdot \frac{r^2}{l^2} \cdot F \cdot T$$

Waarbij:

H_{max}^*	omgevingsdosis-equivalent in een jaar aan de terreingrens ten gevolge van de stralingsbron in μSv
$H_{(10,r)}^*$	omgevingsdosis-equivalenttempo op het dosispunt r ten gevolge van het beschouwde radionuclide of stralingssoort in $\mu\text{Sv/uur}$
r	afstand tussen stralingsbron en dosispunt in meter
l	afstand tussen stralingsbron en terreingrens in meter
F	transmissiefactor voor het beschouwde radionuclide of stralingssoort van niet eenvoudig verplaatsbare afscherming tussen dosispunt en terreingrens
T	tijd in een jaar dat de stralingsbron in gebruik is in uur

Voor externe straling wordt uitgegaan van een toetsingsniveau dat overeenkomt met een jaarlijkse omgevingsdosis-equivalent binnenshuis gelijk aan het secundair niveau van $10 \mu\text{Sv}$. Om rekening te houden met de afscherming bij het verblijf binnenshuis, wordt bij directe straling vanuit een bron, een verzwakking van het omgevingsdosis-equivalent buitenshuis met een factor 4 aangenomen.

Het afgeleide toetsingsniveau voor externe straling buitenshuis is gelijk aan:

$$H_{SN}^* = 4 \cdot 10 = 40 \mu\text{Sv}$$

De berekende waarde voor H_{max}^* dient kleiner te zijn dan het afgeleide toetsingsniveau van H_{SN}^* .

3.2 Lozing in lucht

Voor de berekening van de maximale lozing in lucht is gebruik gemaakt van de volgende formules:

$$A_{L,i} = \sum A_i \cdot 10^{-p_i - 4 - s_i} \cdot CR_{L,i}$$

$$Re_{inh,i} = \frac{1}{e_{inh,i}}$$

$$L_{max} = \sum \frac{A_{L,i}}{Re_i}$$

Waarbij:

$A_{L,i}$	maximale (theoretisch mogelijke) lozing van radionuclide i in een jaar in lucht, gecorrigeerd voor cumulatie in het milieu in Bq
A_i	hoeveelheid van radionuclide i dat in één jaar aanwezig is voor de handeling in Bq
p_i	parameter voor verspreidingskans van radionuclide i bij de handeling
s_i	effectiviteitsparameter voor het filtersysteem voor radionuclide i
$CR_{L,i}$	correctiefactor voor lozingen in lucht voor de fysische halveringstijd van radionuclide i
$Re_{inh,i}$	radiotoxiciteitsequivalent voor inhalatie van radionuclide i in Bq
$e_{inh,i}$	inhalatiedosiscoëfficiënt van radionuclide i voor volwassenen in Sv/Bq
L_{max}	maximale jaarlijkse emissie in lucht vanuit een locatie gesommeerd over alle geloosde nucliden

Het afgeleide toetsingsniveau voor lozing in de lucht, L_{SN} , is afhankelijk van de afstand van de terreingrens tot het lozingspunt. De afstand van de terreingrens tot het lozingspunt is <50 meter waardoor L_{SN} gelijk is aan 1. De berekende waarde voor L_{max} dient niet groter te zijn dan het afgeleide toetsingsniveau van L_{SN} .

3.3 Lozing in water

Voor de berekening van de maximale lozing in water is gebruik gemaakt van de volgende formules:

$$A_{W,i} = \sum A_i \cdot Z_i \cdot V_i \cdot W_i \cdot 10^{-s_i} \cdot CR_{W,i}$$

$$Re_{ing,i} = \frac{1}{e_{ing,i}}$$

$$L_{max} = \sum \frac{A_{L,i}}{Re_i}$$

Waarbij:

$A_{W,i}$	maximale (theoretisch mogelijke) lozing van radionuclide i in een jaar in water, gecorrigeerd voor cumulatie in het milieu in Bq
A_i	hoeveelheid van radionuclide i dat in één jaar aanwezig is voor de handeling in Bq
Z_i	correctiefactor voor uitscheiding van patiënten
V_i	correctiefactor voor kans op lozing op het riool
W_i	correctiefactor voor uitscheiding van proefdieren
s_i	effectiviteitsparameter voor het filter- of tanksysteem voor radionuclide i
$CR_{W,i}$	correctiefactor voor lozingen in water voor de fysische halveringstijd van radionuclide i
$Re_{inh,i}$	radiotoxiciteitsequivalent voor ingestie van radionuclide i in Bq
$e_{inh,i}$	ingestiedosiscoëfficiënt van radionuclide i voor volwassenen in Sv/Bq

Het afgeleide toetsingsniveau voor lozing in water, W_{SN} , is gelijk aan 100. De berekende waarde voor W_{max} dient niet groter te zijn dan het afgeleide toetsingsniveau van W_{SN} .

3.4 Toetsing ID, MID en AID

Wanneer niet wordt voldaan aan het afgeleide toetsingsniveau is het noodzakelijk om een nadere analyse uit te voeren waarbij als eerst per stralingssoort de individuele dosis (ID) en multifunctionele individuele dosis (MID). Wanneer de MID niet voldoet aan het toetsingsniveau van het secundair niveau is het noodzakelijk om de actuele individuele dosis (AID) te berekenen. Deze berekeningen worden, onafhankelijk van het niveau van de ID, altijd uitgevoerd voor externe bestraling.

Voor het berekenen van de ID, MID en AID wordt gebruikt gemaakt van de volgende formules:

$$ID_{ext} = \sum H_{max}^*$$

$$MID_{ext} = ID_{ext} \cdot 0,25$$

$$AID_{ext} = ID_{ext} \cdot ABC - factor$$

Waarbij

ID_{ext}	jaarlijkse externe blootstellingsdosis voor onafgeschermd verblijf in $\mu\text{Sv}/\text{jaar}$
MID_{ext}	jaarlijkse externe blootstellingsdosis bij bewoning

Wanneer sprake is van direct gebruik van het belendende perceel is correctiefactor voor het berekenen van de MID_{ext} gelijk aan 1 omdat geen extra afscherming aanwezig is.

Het afgeleide toetsingsniveau voor externe bestraling op basis van de MID_{ext} is gelijk aan 10. Het afgeleide toetsingsniveau voor externe bestraling op basis van de AID_{ext} is gelijk aan 100.

4 Resultaten

4.1 Externe bestraling

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor externe bestraling weergegeven. Een uitgebreid overzicht van het model en de berekeningen is terug te vinden in bijlage 4.

Resultaat externe bestraling			
Terreingrens			5 meter
Omgevingsdosisequivalent per jaar	H*(max)	μSv	8,2E-01
Afgeleide toetsingsniveau	H*(SN)	μSv	4,0E+01
H*(max)/H*(SN)		-	2,0E-02
ID,ext		μSv	8,2E-01
MID correctiefactor		-	0,25
MID,ext		μSv	2,0E-01
ABC-factor		-	0,2
AID,ext		μSv	1,6E-01
Toetsing H*(max)/H*(SN)		≤ 1	ja
Toetsing MID,ext		≤ 10	ja
Toetsing AID,ext		≤ 100	ja

4.2 Lozing in de lucht

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor lozing in de lucht weergegeven. Een uitgebreid overzicht van de berekeningen voor externe bestraling is terug te vinden in bijlage 4.

Resultaat lozing in de lucht			
Maximale jaarlijkse emissie	L,max	-	1,0
Afgeleid toetsingsniveau	L,SN	-	1
L,max/L,SN		-	1,00
Toetsing L,max/L,SN		≤ 1	ja

4.3 Lozing in water

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen voor lozing in water weergegeven. Een uitgebreid overzicht van de berekeningen voor externe bestraling is terug te vinden in bijlage 4.

Resultaat lozing in water			
Maximale jaarlijkse emissie	W,max	-	1,9E-02
Afgeleid toetsingsniveau	W,SN	-	100
W,max/W,SN	-		1,9E-04
Toetsing W,max/W,SN	≤ 1		ja

5 Conclusie

De H^*_{\max} bedraagt maximaal $8,2 \cdot 10^{-1}$ μSv per jaar op alle terreingrenzen.
De ID bedraagt maximaal: $8,2 \cdot 10^{-1}$ μSv per jaar op alle terreingrenzen.
De MID bedraagt maximaal: $2,0 \cdot 10^{-1}$ μSv per jaar op alle terreingrenzen.
De AID bedraagt maximaal: $1,6 \cdot 10^{-1}$ μSv per jaar op alle terreingrenzen.

Het afgeleide toetsingsniveau van 40 μSv /jaar voor externe bestraling op basis van H^*_{\max} wordt niet overschreden.

Het afgeleide toetsingsniveau van 10 μSv /jaar voor externe bestraling op basis van de MID_{ext} wordt niet overschreden (Vbs, bijlage 10 artikel 1.1).

Het afgeleide toetsingsniveau van 100 μSv /jaar voor externe bestraling op basis van de AID_{ext} is gelijk aan 100 wordt niet overschreden (Vbs, bijlage 10 artikel 1.1).

De locatielimit van 100 μSv per jaar wordt niet overschreden (Bbs artikel 9.2).

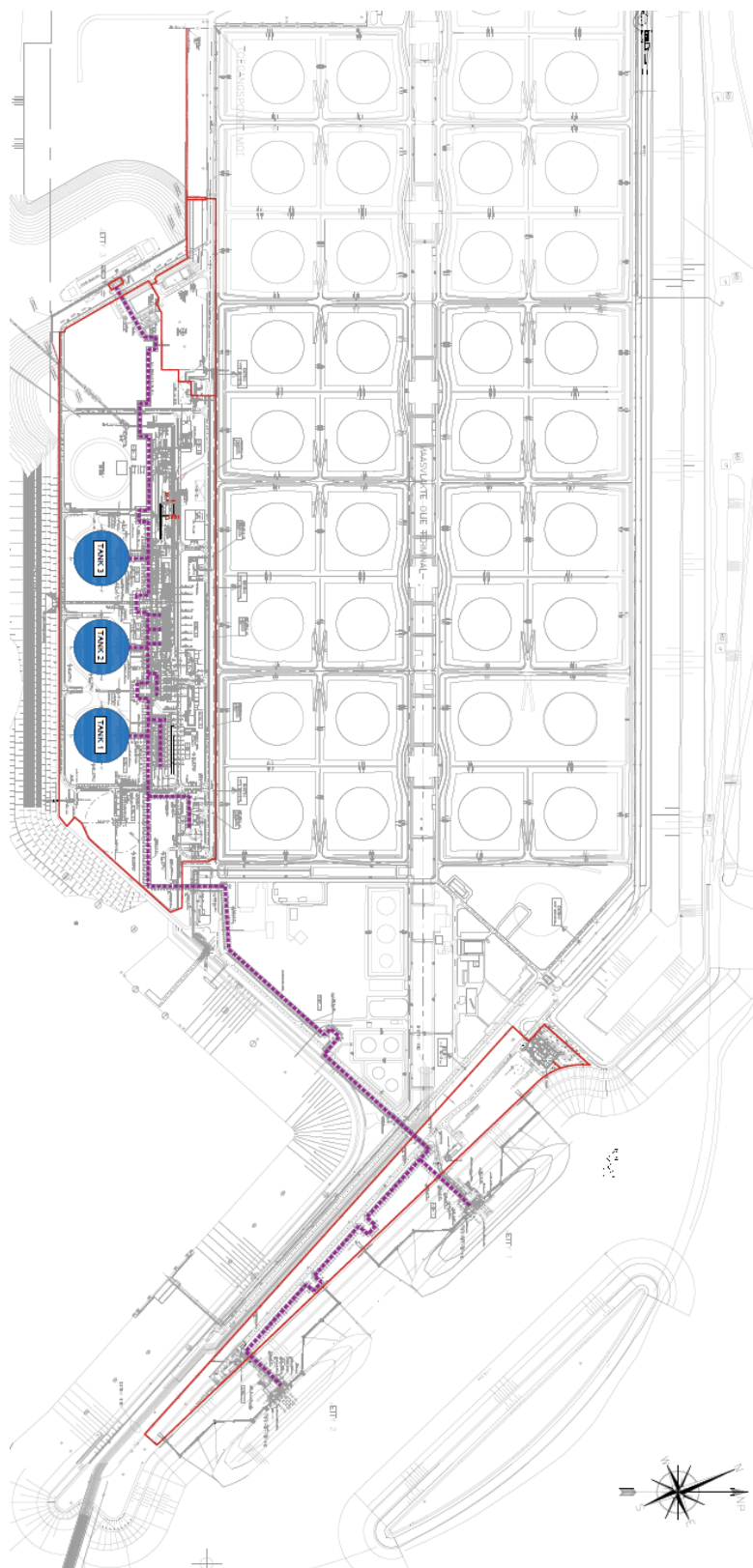
De maximale theoretisch mogelijke emissie in lucht is niet hoger dan het afgeleide toetsingsniveau voor lozing in lucht, L_{SN} .

De maximale theoretisch mogelijke lozing in water is niet hoger dan het afgeleide toetsingsniveau voor lozing in water, W_{SN} .

Bijlage 1: Overzichtstekening locatie Gate Terminal B.V.

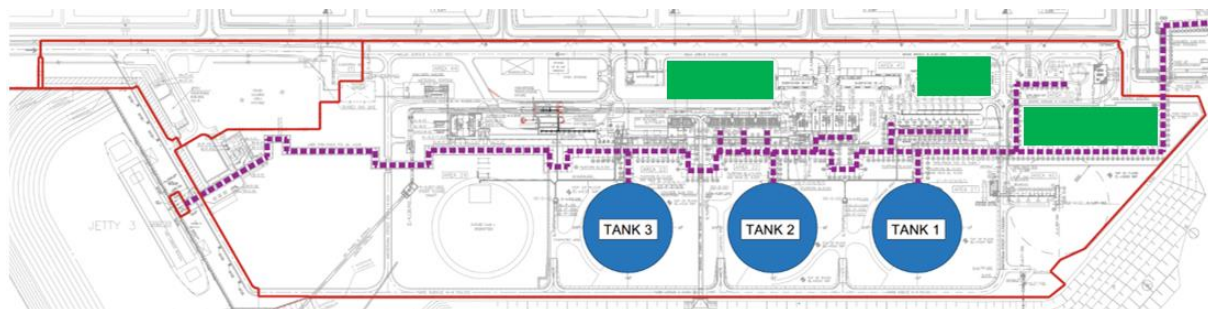


Bijlage 2: Overzicht installatie Gate Terminal B.V.

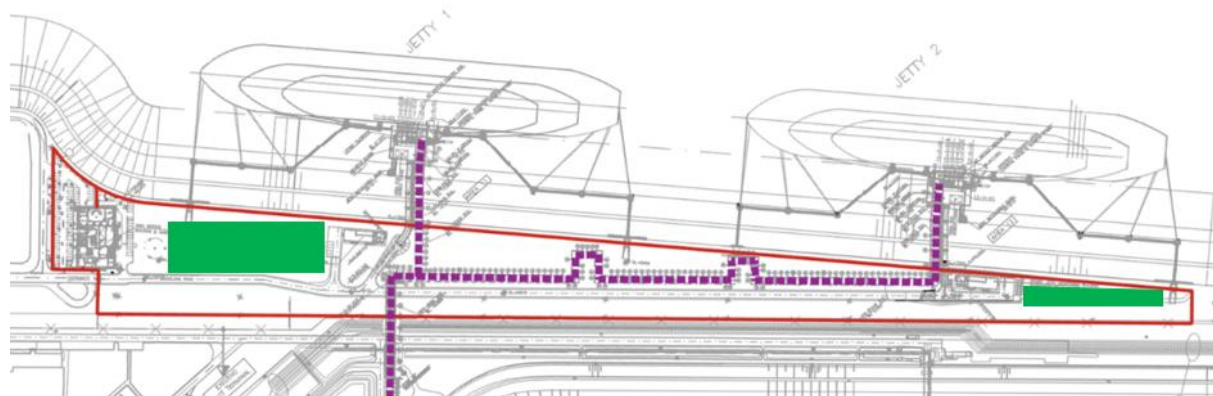


Bijlage 3: Mogelijke locaties bergplaatsen

Mogelijke locaties bergplaatsen Proces (Perceel 1)



Mogelijke locaties bergplaatsen Jetty 1 en Jetty 2 (Perceel 2)



Met de groene vlakken zijn de potentiële locaties aangegeven waar een bergplaats voor tijdelijke opslag kan komen.

Bijlage 4: Uitwerking berekeningen

MicroShield 8.02 ApplusRTD (8.02-0000)					
Date	By	Checked			
Filename	Run Date	Run Time	Duration		
Case1	december 15, 2021	15:32:43	00:00:00		
Project Info					
Case Title	Gate Terminal B.V.				
Description	Fictief dosistempo op 5,0 m bij 100 kBq				
Geometry	4 - Rectangular Area - Vertical				
Source Dimensions					
Width	100,0 cm (3 ft 3,4 in)				
Height	100,0 cm (3 ft 3,4 in)				
Dose Points					
A	X	Y	Z		
#1	500,0 cm (16 ft 4,9 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)	50,0 cm (1 ft 7,7 in)		
Shields					
Shield N	Dimension	Material	Density		
Air Gap		Air	0,00122		
Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies					
Nuclide	Ci	Bq	μCi/cm ²	Bq/cm ²	
Pb-210	2,7027e-006	1,0000e+005	2,7027e-004	1,0000e+001	
Buildup: The material reference is Air Gap Integration Parameters					
Z Direction			20		
Y Direction			20		
Results					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm ² /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm ² /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0,0108	2,432e+04	3,267e-05	3,801e-05	7,863e-06	9,149e-06
0,0465	4,050e+03	5,251e-05	6,548e-05	1,624e-07	2,025e-07
Totals	2,837e+04	8,518e-05	1,035e-04	8,025e-06	9,351e-06



Het dosistempo op 5 meter afstand van een besmet oppervlak van 1 m² met 100 kBq Pb-210+ is:
 $9,351 \cdot 10^{-6} \text{ mR/uur} \cdot 10 \text{ μSv/mR} = 9,351 \cdot 10^{-5} \text{ μSv/uur}$.

Terreingrens op 5,0 meter						
	H*(10,r) μSv/uur	r meter	l meter	F -	T uur	H*(max) μSv
Pb-210 besmetting	9,35E-05	5	5	1	8760	8,2E-01

Sommatie bronnen				Terreingrens op 5,0 meter		
Omgevingsdosisequivalent per jaar		H*(max)	μSv			8,2E-01
Afgeleide toetsingsniveau		H*(SN)	μSv			4,0E+01
H*(max)/H*(SN)		-	-			2,0E-02
Toetsing H*(max)/H*(SN)				≤ 1		ja

Toetsing aan ID, MID, AID				Terreingrens op 5,0 meter		
ID,ext			μSv			8,2E-01
MID correctiefactor			-			0,25
MID,ext			μSv			2,0E-01
Toetsing MID,ext				≤ 10		ja
ABC-factor			-			0,2
AID,ext			μSv			1,6E-01
Toetsing AID,ext				≤ 100		ja

Voor het berekenen van de AID is gebruik gemaakt van de meest kritische ABC-factor.

Lozing in de lucht			:	
Nuclide			Pb-210+	Po-210
Effectieve volgdoos bij inhalatie	e _{inh,b}	Sv/Bq	5,7E-06	4,3E-06
Radiotoxiciteitsequivalent	Re _{inh}	Bq	1,8E+05	2,3E+05
Activiteit	A	Bq	1,0E+05	1,0E+05
Verspreidingskans	p	-	-4	-4
Filtereffectiviteit	s	-	0	0
Correctiefactor voor lozingen	CR,L	-	1	1
Maximale lozing in de lucht	A,L	Bq	1,0E+05	1,0E+05
Maximale jaarlijkse emissie	L,max	-	1,0E+00	
Afgeleid toetsingsniveau	L,SN		1	
L,max/L,SN	-	-	1,00	
Toetsing L,max/L,SN		≤ 1	ja	

Lozing in water			:	
Nuclide			Pb-210+	Po-210
Effectieve volgdozis bij inhalatie	e,ing,b	Sv/Bq	6,8E-07	1,2E-06
Radiotoxiciteitsequivalent	Re,ing	Bq	1,5E+06	8,3E+05
Activiteit	A	Bq	1,0E+05	1,0E+05
Correctiefactor patienten	Z	-	1	1
Correctiefactor kans op lozing	V	-	0,1	0,1
Correctiefactor proefdieren	W	-	1	1
Filtereffectiviteit	s	-	0	0
Correctiefactor voor lozingen	CR,W	-	1	1
Maximale lozing in water	A,W	Bq	1,0E+04	1,0E+04
Maximale jaarlijkse emissie	W,max	-		1,9E-02
Afgeleid toetsingsniveau	W,SN			100
W,max/W,SN				1,9E-04
Toetsing W,max aan W,SN		≤ 1	ja	