



BILFINGER

Opdrachtgever: **BIO LNG GSP B.V.**
Project: **QRA – BioLNG plant Delfzijl**

Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA)

BIO LNG GSP B.V.

BioLNG plant Delfzijl

Bilfinger Tebodin Netherlands B.V.

Laan van Nieuw Oost-Indië 25
2593 BJ Den Haag
Postbus 16029
2500 BA Den Haag



13 maart 2025
Ordernummer: T57559
Documentnummer: 3413553
Revisie: C

C	13-03-2025	Aanvullende gegevens, omzetten omgeving en update Safeti 9.2		
B	20-12-2023	Verwerken opmerkingen klant		
A	19-12-2023	Eerste versie – ter controle opdrachtgever		
Rev.	Datum	Omschrijving		

© Copyright Bilfinger Engineering & Consultancy BeNe – handelsnaam van Bilfinger Tebodin Netherlands B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	MER	5
1.3	Aanpak	5
1.3.1	VA	5
1.3.2	Alternatieven en varianten	5
1.3.3	VKA	6
1.4	Risicoanalysemethodiek	6
1.5	Leeswijzer	6
2	Beleid met betrekking tot externe veiligheid	7
2.1	Kwetsbare, beperkt kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en locaties	7
2.2	Plaatsgebonden risico	7
2.3	Aandachtsgebieden	8
2.4	Groepsrisico	8
3	Procesbeschrijving	10
3.1.1	Grondstoffen voor het proces	10
3.1.2	Aanvoer en opslag grondstoffen	10
3.1.3	Invoerlijn	10
3.1.4	Vergistingsproces	10
3.1.5	Digestaat	11
3.1.6	Biogas	11
3.1.7	Batterijsysteem	12
4	Modelleringsgegevens VA	13
4.1	Algemeen	13
4.2	Selectie	13
4.2.1	Vergisters, biogas-opwaardeerinstallatie installatie en gasbuffers	13
4.2.2	Upgrading- en Grid Injection Unit	14
4.2.3	Liquefaction unit & Bio-LNG tanks	15
4.2.4	Tankautoverladingen	16
4.2.5	Pompen	17
4.2.6	Transportleidingen	17
4.3	Domino-effecten	19
4.3.1	Windturbines	19
4.3.2	Vliegvelden	19
4.4	Ontstekingsbronnen	19
5	Populatiegegevens	20
5.1	Invloedsgebied	20
5.2	Populatie	20
6	Resultaten VA	21
6.1	Plaatsgebonden risico – voorgenomen situatie VA	21
6.2	Aandachtsgebieden	21
6.2.1	Brandaandachtsgebied	22
6.2.2	Explosie aandachtsgebied	23
6.2.3	Gifwolkaandachtsgebied	23
6.3	Groepsrisico – voorgenomen situatie VA	25
6.4	Grootste bijdragen aan de risico's	25
6.5	Conclusie	25
7	Alternatieven en Voorkeursalternatief (VKA)	27
7.1	Modelleringsgegevens	27

7.1.1	Selectie	27
7.1.2	Upgrading unit, CO ₂ liquefactie en LCO ₂ opslag	27
7.2	Resultaten VKA	29
7.2.1	Plaatsgebonden risico – VKA	29
7.3	Aandachtsgebieden	30
7.3.1	Brandaandachtsgebied	30
7.3.2	Explosie aandachtsgebied	31
7.3.3	Gifwolkaandachtsgebied	31
7.3.4	Groepsrisico – VKA	32
7.1	Grootste bijdragen aan de risico's	33
7.2	Conclusie	33
	Bijlage 1 – Plattegrond	35
	Bijlage 2 – Uitgangspunten berekeningen en faalfrequenties	36
	Bijlage 3 – Risk Ranking Reports	37
	Bijlage 4 – SMEZ rapport	38
	Bijlage 5 – Domino-effecten windturbines	39

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

BIO LNG GSP B.V. is voornemens een bio-LNG installatie te realiseren op het bedrijventerrein van Groningen Seaports, aan de Kloosterlaan in Farmsum. De installatie zal biogas produceren door een vergistingsproces van biogroundstoffen. Het biogas wordt opgewaardeerd naar biomethaan door het biogene koolstofdioxide (bio-CO₂) te scheiden van het biogas. Hierna wordt de biomethaan vervloeid tot bio-LNG en wordt (deels) als groengas (gelijk aan aardgas kwaliteit) in het aardgasnet geëxporteerd. Daarnaast worden waardevolle reststromen geproduceerd: schoon water, (mineralen)concentraat (bodemverbeteraar) en digestaat (bodemverbeteraar).

Deze kwantitatieve risicoanalyse (QRA) is opgesteld voor BIO LNG GSP B.V. te Delfzijl. BIO LNG GSP B.V. is met haar milieubelastende activiteiten, zoals omschreven in hoofdstuk 3 van het Bal (besluit activiteiten leefomgeving), namelijk het exploiteren van een Seveso-inrichting, een complex bedrijf. Op basis van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) is het exploiteren van een Seveso- inrichting een activiteit waarvoor de afstanden tot het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden berekend dienen te worden. Zodoende is BIO LNG GSP B.V. verplicht om een QRA op te stellen.

Voor het initiatief van BIO LNG GSP B.V. is een milieueffectrapport (MER) vereist op basis van het Besluit milieueffectrapportage.

1.2 MER

In het MER worden naast de voorgenomen activiteit (VA) verschillende alternatieven beschreven. Uiteindelijk wordt een voorkeursalternatief (VKA) beschreven.

Het MER dient als ondersteunend document voor de besluitvorming tot het verlenen van de benodigde vergunningen en verschaft belanghebbenden informatie over het voornemen en de milieugevolgen van de voorgenomen activiteit en de alternatieven.

Voor een aantal thema's zijn uitgebreide studies uitgevoerd waarvoor aparte rapportages zijn opgesteld die een bijlage vormen van het MER. Onderhavige kwantitatieve risicoanalyse (QRA) maakt onderdeel uit van het MER en gaat in op de gevolgen ten aanzien van externe veiligheid van de VA, de alternatieven, varianten en uiteindelijk het VKA.

1.3 Aanpak

1.3.1 VA

In hoofdstuk 5 van het MER is de VA beschreven welke in de hoofdstukken 4 en 6 van deze QRA zijn uitgewerkt. Voor een beschrijving van de activiteiten en een gedetailleerde procesomschrijving wordt verwezen naar het MER hoofddocument.

1.3.2 Alternatieven en varianten

In hoofdstuk 7 van het MER zijn de alternatieven voor de processen en de (technische) varianten beschreven. Tevens is in dit hoofdstuk een technische uitwerking gegeven van de varianten en een eerste selectie gemaakt op grond van (milieu)technische argumenten. Vervolgens zijn de varianten geselecteerd welke in het MER verder dienen te worden beschouwd. Zoals blijkt uit hoofdstuk 7 van het MER is de voor externe veiligheid relevant alternatief de navolgende:

- Vervloeiing van CO₂.

In hoofdstuk 7 van deze QRA is nader ingegaan op de alternatieven/ varianten welke relevant zijn voor externe veiligheid. De gehanteerde aanpak hiervoor is dat inzichtelijk is gemaakt wat de voor externe veiligheid relevante wijzigingen zijn ten opzichte van de VA.

1.3.3 VKA

Op basis van de informatie zoals beschreven in hoofdstuk 9 van het MER is BIO LNG GSP B.V. gekomen tot het VKA. Het VKA wordt in hoofdstuk 7 van deze QRA beschreven.

1.4 Risicoanalysemethodiek

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid en de bijbehorende toelichting van maart 2022 in combinatie met het rekenprogramma Safeti-NL (Safeti-NL 9.2).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een algemene beschrijving van de inrichting gegeven. Onderdeel van dit hoofdstuk is een beschrijving van de activiteiten binnen de inrichting en van de installaties. In hoofdstuk 2 is de wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid uiteengezet. Dit geeft de wettelijke normen waar de inrichting aan moet voldoen. Hoofdstuk 4 beschrijft de wijze waarop de relevante installaties en activiteiten binnen de inrichting voor de QRA zijn geselecteerd. Tevens worden domino-effecten besproken. Hoofdstuk 5 geeft een aantal belangrijke uitgangspunten voor de berekeningen ten aanzien van het groepsrisico en worden de gebiedsfuncties en omgevingsbebouwing beschreven. De resultaten ten aanzien van de berekeningen worden weergegeven in hoofdstuk 6. Het plaatsgebonden risico en het groepsrisico maken hiervan deel uit. Hoofdstuk 7 beschrijft het alternatief en voorkeursalternatief.

2 Beleid met betrekking tot externe veiligheid

Het beleid voor externe veiligheid is gericht op het beperken en beheersen van risico's voor de omgeving vanwege:

- Het gebruik, de opslag en de productie van gevaarlijke stoffen (inrichtingen);
- Transport van gevaarlijke stoffen (openbare wegen, water- en spoorwegen en buisleidingen);
- Het gebruik van luchthavens.

Externe veiligheid heeft betrekking op de veiligheid van degenen die niet bij de risicovolle activiteit zelf zijn betrokken, maar die als gevolg van die activiteit wel risico's kunnen lopen. Dit kunnen bewoners zijn van huizen en instellingen in de buurt, maar ook werknemers bij bedrijven of kantoren en leerlingen in de omgeving van de risicovolle activiteit.

Het risico wordt in beeld gebracht door middel van drie risicomaten:

- Plaatsgebonden risico (PR);
- Het aandachtsgebied van de milieubelastende activiteiten;
- Groepsrisico (GR).

Deze risicomaten worden verderop beschreven.

De specifieke regels en richtlijnen voor inrichtingen die voorheen in het Bevi waren opgenomen, zijn nu geïntegreerd in de Omgevingswet die per 1 januari 2024 in werking is getreden. In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van belangrijke begrippen en bepaling betreffende externe veiligheid in de omgevingswet.

2.1 Kwetsbare, beperkt kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en locaties

Bij de normstelling in de omgevingswet wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare, beperkt kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en locaties. In bijlage VI van het Besluit Kwaliteit Leefomgeving (Bkl) is gespecificeerd welke soorten gebouwen en locaties in welke categorie vallen. Hierbij is onder andere het aantal mensen dat er gedurende langere tijd aanwezig kan zijn en de zelfredzaamheid van de mensen van belang. Onder een beperkt kwetsbaar, kwetsbaar en zeer kwetsbaar gebouw wordt ook verstaan een gebouw als bedoeld in bijlage VI van het Bkl dat nog niet aanwezig is, maar op grond van het omgevingsplan of een omgevingsvergunning voor een omgevingsplanactiviteit mag worden gebouwd.

Gebouwen en locaties die niet onder een van de categorieën kunnen worden ingedeeld, worden vanuit het oogpunt van externe veiligheid niet als kwetsbaar beschouwd. De normen uit het Bkl zijn op dergelijke gebouwen of locaties niet van toepassing.

Bedrijfsgebouwen worden in principe als beperkt kwetsbare gebouwen aangemerkt. Gebouwen of locaties die een functionele binding hebben met een activiteit als bedoeld in bijlage VII van het Bkl, zoals de gebouwen of locaties van bedrijven die een Seveso-inrichtingen exploiteren, worden echter niet als (beperkt) kwetsbaar gebouw of (beperkt) kwetsbare locatie aangemerkt bij de toepassing van de normen voor het plaatsgebonden risico.

2.2 Plaatsgebonden risico

Dit is het risico op een specifieke locatie. Door middel van iso-risicocontouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden de risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt.

Het PR geeft aan wat de kans is dat een persoon overlijdt wanneer hij zich onbeschermd in het op de plattegrond aangegeven gebied bevindt. Bij het berekenen van het risico wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich 24 uur per dag op deze plek bevindt. Voor de 10^{-6} contour geldt over het algemeen dat deze binnen de poorten van de inrichting moet blijven. Indien dit niet mogelijk is geldt er voor de verschillende gebouwen en locaties het volgende:

Voor kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en kwetsbare locaties geldt:

- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan.

Voor beperkt kwetsbare gebouwen en locaties geldt:

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: niet toegestaan tenzij er zwaarwegende argumenten aanwezig zijn waardoor hiervan kan worden afgeweken;
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan.

2.3 Aandachtsgebieden

Aandachtsgebieden zijn gebieden die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen door een nabijgelegen milieubelastende activiteit.

Er is een onderscheid tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden:

- Brandaandachtsgebied;
- Explosieaandachtsgebied;
- Gifwolkaandachtsgebied.

De afmetingen van de aandachtsgebieden van een milieubelastende activiteit worden bepaald door de warmtestralingscontouren, overdrukcontouren of concentratiecontouren van de giftige stof. In het Bkl (artikel 5.12) worden de volgende afstanden gegeven:

- Een brandaandachtsgebied is het gebied waar de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m^2 is, door een plasbrand of een fakkelbrand.
- Een explosieaandachtsgebied is het gebied waar:
 - a) Door een kokende vloeistof-gasexpansie-explosie (BLEVE), de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m^2 is; of;
 - b) Door een explosie de overdruk ten hoogste 10 kPa is.
- Een gifwolkaandachtsgebied is het gebied waar de concentratie hoger is dan de bij ministeriële regeling vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof gedurende een daarbij aangegeven periode. Het gifwolkaandachtsgebied is nooit groter dan $1,5 \text{ km}$ rondom de activiteit.

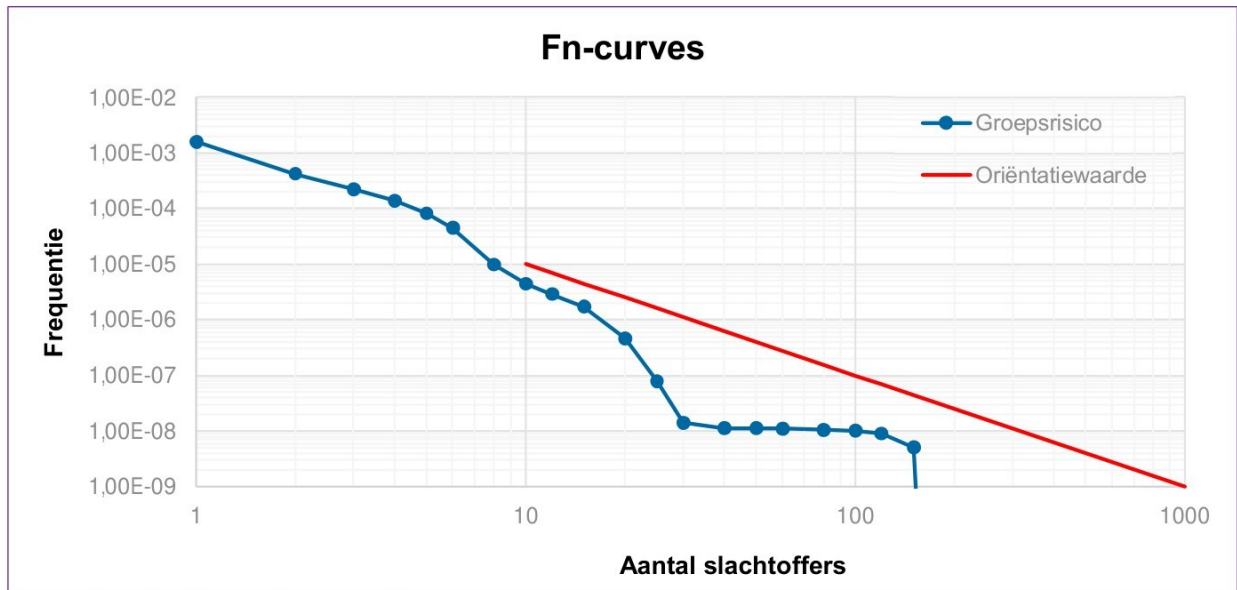
2.4 Groepsrisico

Het groepsrisico ligt in het verlengde van het plaatsgebonden risico en houdt rekening met de daadwerkelijke aanwezigheid van personen. Het groepsrisico geeft de kans dat een groep personen slachtoffer wordt door een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op het aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal doden. Het groepsrisico kent, in vergelijking tot het plaatsgebonden risico, geen strikte normering. Wel wordt er uitgegaan van een oriëntatiewaarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico). De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Binnen de omgevingswet moet de gemeente in het omgevingsplan binnen aandachtsgebieden rekening houden met het groepsrisico. Dit moet gedaan worden volgens de methode in het Handboek Omgevingsveiligheid van het RIVM. Om het groepsrisico te bepalen en beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven:

- Hoe groot de personendichtheid in het invloedsgebied van de inrichting is (begrensd door 1% letaliteit) en hoe deze eventueel wijzigt in de toekomst;
- De mogelijke maatregelen die van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- Hoe rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van personen in het invloedsgebied en beheersbaarheid van de ramp bij een eventuele calamiteit.

Dit is de zogenaamde verantwoording van het groepsrisico. Als de oriëntatiewaarde wordt overschreden, kan toch een vergunning worden verleend. In alle gevallen moet door het bevoegd gezag worden nagegaan dat maatregelen zijn getroffen

ter bescherming van personen in de gebouwen en op de locaties binnen het aandachtsgebied. Een voorbeeld van een groepsrisicocurve is in onderstaand figuur weergegeven.



Figuur 1: Voorbeeld groepsrisico en oriëntatiewaarde voor het groepsrisico

3 Procesbeschrijving

3.1.1 Grondstoffen voor het proces

De grondstoffen voor het vergistingsproces bestaan uit dierlijke mest en plantaardige materialen. Het mestpercentage kan variëren tussen de 0% en 75%. Voor de plantaardige materialen kan worden gedacht aan reststromen uit de landbouw, natuurgebieden, (dier)voedingsindustrie en overige industrieën etc. Zowel de mest als de overige producten kunnen in vaste of vloeibare vorm worden geleverd.

3.1.2 Aanvoer en opslag grondstoffen

De grondstoffen worden aangevoerd per as. Alle losplaatsen en opslagvoorzieningen zijn inpandig opgesteld. Binnengekomen vrachtwagens worden eerst gewogen op een weegbrug. Daarna krijgen de vrachtwagens een losplaats toegewezen, afhankelijk van het type product dat ze vervoeren (vloeibaar of vast).

De vaste stoffen worden gelost in grote bakken. Deze bakken zijn met lopende banden verbonden met de opslaghal, waar opslagruimte is voor de opslag van circa 48.000 ton steekvaste producten. Het materiaal wordt naar de opslaghal gevoerd en valt via de lopende banden uiteindelijk in sleufsilos. Daar wordt het materiaal met grijpers verder verspreid naar de juiste plaats in de sleufsilos.

De vloeibare stoffen worden met behulp van leidingen van de losplaats verpompt naar de opslagsilos, die een opslagcapaciteit hebben van circa 10.000 m³.

3.1.3 Invoerlijn

Vanuit de grondstoffenopslag worden de grondstoffen naar mengtanks gevoerd. De vaste stoffen worden met grijpers vanuit de sleufsilos in de juiste benodigde hoeveelheden aan een inpandig doseersysteem geleverd. Het doseersysteem doseert de vaste stoffen naar de substraatpomp, waar de grondstoffen worden gemengd met vloeibaar recirculaat uit het proces en vervolgens naar de mengtank gevoerd.

Vloeibare materialen worden rechtstreeks vanuit de opslagsilos naar de mengtanks gepompt. In de mengtank wordt direct gestart met het verwarmingsproces. Vanuit de mengtank wordt een goed bereide, gemengde en verwarmde substraatmix geleverd aan de vergistingstanks.

3.1.4 Vergistingsproces

In de vergistingstanks vindt het belangrijkste fermentatieproces plaats. Hier worden de organische bestanddelen in het vergistingssubstraat door micro-organismen omgezet in biogas.

De temperatuur in de vergistingstanks wordt gereguleerd op zo'n 38-40 °C onder mesofiele condities. Na een verblijftijd van circa 69 dagen wordt het substraatmengsel naar de na-vergistingstanks gepompt. Hier verblijft het mengsel circa 21 dagen. Vanuit de na-vergistingstanks wordt zo'n 20% weer teruggebracht in de hydrolysetanks (recirculaat). Hierdoor worden de organische stoffen nogmaals vergist en wordt het nieuwe substraat gemengd met de zogeheten recirculaat, het vloeibare (oudere) substraat. De hoeveelheid recirculaat bedraagt op jaarbasis circa 400.000 ton. Het overige digestaat wordt gescheiden in een vaste en vloeibare fractie. De verdere verwerking hiervan wordt beschreven in paragraaf 3.1.5.

In totaal zijn er 12 hoofdvergisters en 3 navergisters. Elke vergister heeft een netto inhoud van circa 16.000 m³. In totaal is er netto circa 237.000 m³ vergisterruimte beschikbaar.

De navergisters zijn naast een ideale omgeving voor het vergisten van de al deels vergiste biomassa, ook goed voor een hygiënisatie. Het substraat wordt namelijk verhit tot circa 53-55°C gedurende een periode van ongeveer twee tot vijf uur om ervoor te zorgen dat ongewenste micro-organismen worden vernietigd.

Het biogas dat in de tanks (vergisters en navergisters) wordt geproduceerd, wordt via biogasleidingen naar de biogas opwaardeerinstallatie geleid.

3.1.5 Digestaat

De reststroom uit de navergisters, het digestaat, wordt weer teruggevoerd het hoofdgebouw in. Daar wordt het digestaat met behulp van flotatie en bandenpersen gescheiden in een dunne en een dikke fractie.

De dunne/vloeibare fractie wordt tijdelijk gebufferd in de buffertanks waarna het wordt behandeld in de digestaatbehandelingsinstallatie. Hier wordt het grootste deel van het water verdampt en gecondenseerd en wordt de stikstof uit het digestaat gestript. Eerst zal de aangevoerde dunne fractie met behulp van een papierfilter verwerkt worden tot een mengsel van kalium en nitraatconcentraat. Dit concentraat wordt vervolgens naar de mechanische-damprecompressie (MVR) gestuurd om het mengsel verder te ontwateren. Dankzij het vacuüm kan dit proces al bij een laag kookpunt plaatsvinden zodat het proces minder energie vergt.

Hierbij ontstaan enkele waardevolle eindproducten:

- NH_3 -water: een stikstofrijke vloeistof
- Kaliconcentraat: een 24% droge stof-concentraat
- ASS (Ammonium Sulfate Solution)

De dikke fractie digestaat wordt in pandig opgeslagen in een opslaghal. Deze heeft een opslagcapaciteit van circa 7.200 m³ digestaat. In de opslaghal kan het steekvast digestaat / compost met behulp van transportbanden in pandig in vrachtwagens geladen worden en van de site worden afgevoerd.

3.1.6 Biogas

Het biogas afkomstig uit de vergisters en navergister wordt naar de biogas-opwaardeerinstallatie geleid. Het gas dat uit de vergisters komt, wordt eerst ontzwaveld. Dit gebeurt in een scrubber waar het biogas in contact wordt gebracht met een basische wasvloeistof. In de waskolom wordt het gas van onderaf ingebracht en stroomt tegen de wasvloeistof in. Het H_2S in het biogas reageert met de hydroxide-ionen in de wasvloeistof tot water en sulfide.

Na de gasreiniging wordt het biogas tijdelijk opgeslagen in de gasbuffer. Deze bestaat uit vier halve bollen op het dak van de digestaathal met een gezamenlijke capaciteit van circa 20.600 m³.

Na het ontzwavelen wordt het biogas gekoeld, waardoor er condensvorming optreedt. Met een waterseparator wordt het condens afgescheiden van het biogas. Vervolgens wordt het biogas via een damp-recompressie en warmtewisselaar met restwarmte verwarmd en door een actief-koolfilter geleid.

Hier worden ammoniak, zwavel, terpenen, stikstof etc. en het laatste beetje vocht aan het gas onttrokken. Vervolgens wordt het biogas door een drietraps-membraansysteem geleid, dat het CO_2 van het methaan scheidt.

De gasstromen biomethaan en CO_2 die zijn vrijgekomen uit de opwaardeerinstallatie (5.U02) worden:

- Vervloeid (biomethaan),
- In het gasnet geïnjecteerd (biomethaan) – (5X.01),
- Naar de atmosfeer geëmitteerd (VA) of vervloeid (CO_2) VKA.

Binnen de inrichting worden de volgende activiteiten onderscheiden die relevant zijn voor de QRA:

- Opslag van gevaarlijke vloeistoffen in bovengrondse opslagtanks;
- De opslag van gassen in bovengrondse opslagtanks;
- Verladen van gevaarlijke vloeistoffen door middel van tankauto's;
- Transport van gevaarlijke stoffen door boven- en ondergrondse leidingen.

3.1.7 Batterijsysteem

Er is er een batterij voorzien om optimaal gebruik te kunnen maken van de beschikbare capaciteit op het stroomnetwerk. Het batterijsysteem heeft een capaciteit van 10 MW/ 20 MWh. Deze zal inspelen op de energie onbalans markt en lokaal helpen met balanceren van het net. Verder dient de batterij ter ondersteuning van de primaire processen binnen de inrichting.

De effecten van het batterijsysteem zijn door het missen van een geverifieerde methodiek niet meegenomen in onderhavige QRA.

4 Modelleringsgegevens VA

4.1 Algemeen

In de onderstaande tabel zijn de algemene modelleringsgegevens weergegeven.

Tabel 1: Algemene modelleringsgegevens

Aspect	Gegevens
Programma	Safeti-NL
Versie	9.2
Meteo Station	Meteo Leeuwarden
Ruwheidslengte	1,0 m ¹
Subselectie toegepast	Ja
Ontstekingsbronnen	Zie paragraaf 4.4

4.2 Selectie

In onderstaande tabel worden de voor de QRA relevante installaties beschreven. Alle activiteiten met gevaarlijke stoffen die een effectafstand buiten de terreingrens hebben zijn geselecteerd voor nadere uitwerking in de QRA.

Tabel 2: Maximale effectafstand installaties

Installaties	Afstand tot terreingrens (m)	Instantaan		10 min leak		Buiten terreingrens?
		Maximale effectafstand D5 (m)	Maximale effectafstand 1,5F (m)	Maximale effectafstand D5 (m)	Maximale effectafstand 1,5F (m)	
Vergister	20	105	105	33	25	Ja
Ontzwaveling	125	37	37	9	5	Nee
Gasbuffers	20	152	152	47	35	Ja
Opwaardeerinstallatie	100	-	-	58	50	Nee
Grid Injection Unit**	30	-	-	8	3	Nee
Biomethaan liquefactie***	100	-	-	14	12	Nee
Bio-LNG tanks	130	613	604	405	389	Ja

* Gemodelleerd met een debiet van maximaal 2000 Nm³/h. Dit is gelijk aan ongeveer 25500 kg/h.

**Gemodelleerd met een debiet van 1700 Nm³/h. Dit is gelijk aan ongeveer 1180 kg/h.

*** Gemodelleerd is met een flow van 708 kg/h.

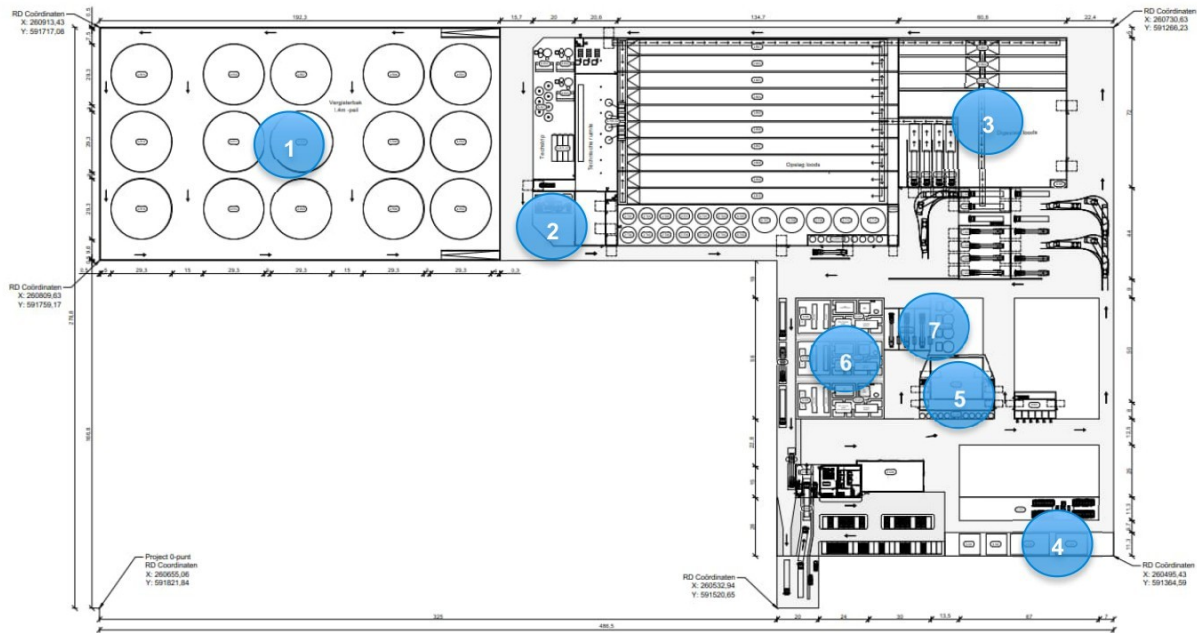
4.2.1 Vergisters, biogas-opwaardeerinstallatie installatie en gasbuffers

Binnen de inrichting van BIO LNG GSP B.V. zullen biogronstoffen door middel van vergisting omgezet worden in biogas en digestaat. Dit proces vindt plaats in twaalf hoofdvergisters en drie navegisters die in een tankput worden geplaatst. Het geproduceerde biogas gaat via de ontzwaveling, waar het zwavelwaterstof (H₂S) uit het biogas wordt verwijderd, naar een viertal gasbuffers waar het tijdelijk wordt opgeslagen. Deze gasbuffers bevinden zich op het dak van de digestaat opslag en verwerking, zie de figuur op de volgende pagina.

¹ Het gemiddelde van de vakken 116 489; 116 490; 117 489; 117 490 geeft een ruwheidslengte van 0,933. bron: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2016/03/15/ruwheidskaart-2016> Afgerond is met een ruwheidslengte van 1 gerekend.

4.2.2 Upgrading- en Grid Injection Unit

De opwaardeerinstallatie scheidt door middel van membranen het biogas (60% methaan, ~40% koolstofdioxide) naar ~100% biomethaan en CO₂-rijk gas. In het membraanscheidingsgedeelte wordt het biogas gescheiden door een drukverschil over de membranen. Het biomethaan wordt vervolgens geïnjecteerd in het gasnet door middel van de Grid Injection Unit (ondergronds).



Figuur 2 Overzichtstekening voorgenomen plot layout inclusief locatie installaties. 1: vergisters, 2: ontzwaveling, 3: gasbuffers, 4: Grid Injection Unit, 5: opwaardeerinstallatie, 6: Biomethaan liquefactie, 7: Bio-LNG tanks & verlading.

Voor de modellering van de aanwezige stoffen in de vergisters en gasbuffers is uitgegaan van een biogas bestaande uit 60% methaan en 40% koolstofdioxide als modelstof. De tankput heeft geen invloed op de scenario's, omdat de modelstof een gas betreft. Voor de modellering van de aanwezige stoffen in de opwaardeerinstallatie is uitgegaan van 100% biomethaan.

Tabel 3 Gegevens vergister

Onderwerp	Waarde
Aantal tanks waarmee gerekend is	15
Typische stof waarmee gerekend is	Biogas
Inhoud grootste tank (bruto)	1660 m ³
Uitstroomhoogte	1 m
Druk	15 mbarg

Tabel 4 Gegevens gasbuffers

Onderwerp	Waarde
Aantal tanks waarmee gerekend is	4
Typische stof waarmee gerekend is	Biogas
Inhoud grootste tank (bruto)	5000 m ³
Uitstroomhoogte (op het dak)	11 m
Druk	15 mbarg

Bij de geselecteerde installaties en opslagen kunnen onderstaande scenario's voor opslag in een bovengrondse, atmosferische tank plaatsvinden.

Tabel 5 Faalscenario's atmosferische opslag

Scenario	Frequentie [per jaar]	Frequentie P _{hit} (mastbreuk) [per jaar]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	5×10^{-6}	$6,5 \times 10^{-6}$
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom.	5×10^{-6}	-
Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-4}	-

In het model zijn voor de vergisters en gasbuffers enkel één insluitsysteem per stuk gemodelleerd. De faalfrequentie is bepaald door de standaard faalfrequentie op te tellen bij de faalfrequentie door de mastbreuk en deze te vermenigvuldigen met het aantal vergisters of gasbuffers.

4.2.3 Liquefaction unit & Bio-LNG tanks

Het geproduceerde biogas zal door een opwaarderingsinstallatie omgezet worden in 100% biomethaan waarna het in de liquefaction units onder druk wordt omgezet in bio-LNG (vloeibaar) en wordt opgeslagen in vier verticale bullet tanks. Vanuit deze tanks wordt het bio-LNG verladen in tankauto's voor transport.

Tabel 6 Gegevens Bio-LNG tanks

Onderwerp	Waarde
Aantal tanks waarmee gerekend is	4
Typische stof waarmee gerekend is	Bio-LNG
Inhoud grootste tank (bruto)	478 m ³
Hoogte hoogste tank	27 m
Druk	6 barg

Bij de Bio-LNG tanks kunnen de onderstaande scenario's voor opslag in een bovengrondse, atmosferische tank plaatsvinden.

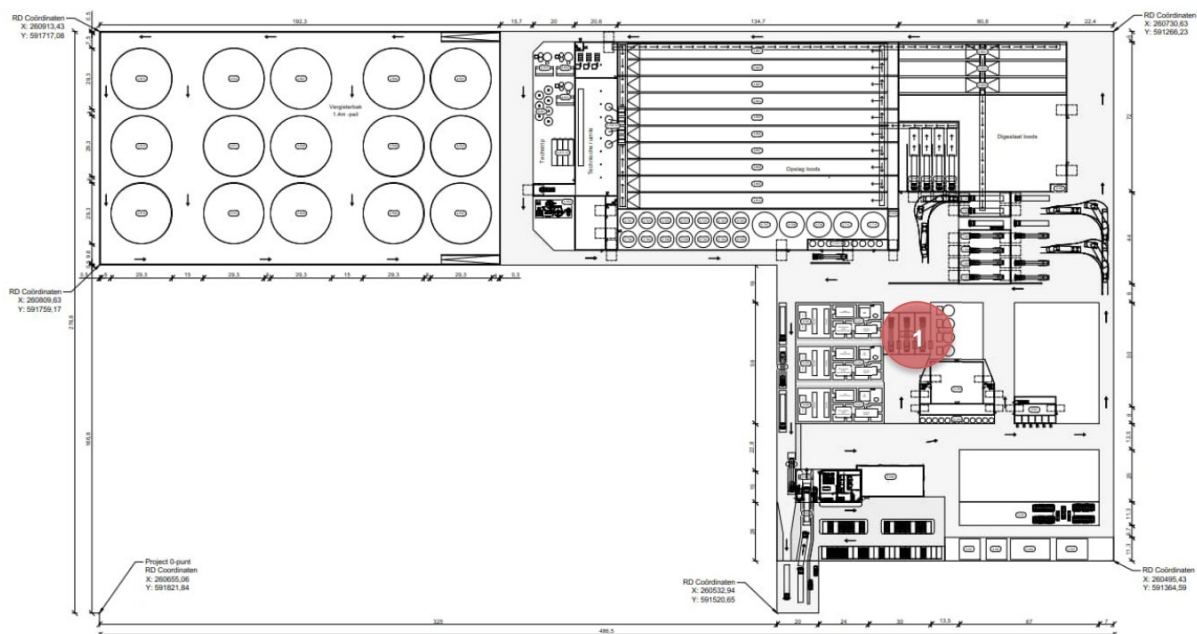
Tabel 7 Faalscenario's voor een bovengrondse tankopslag onder druk

Scenario	Frequentie [per jaar]	Frequentie P _{hit} (mastbreuk) [per jaar]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	5×10^{-7}	$6,5 \times 10^{-6}$
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom.	5×10^{-7}	-
Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-5}	-

4.2.4 Tankautoverladingen

Binnen de inrichting is op een locatie sprake van tankautoverladingen van de bio-LNG tanks. De verlading vindt plaats met behulp van een 2 inch verlaadslang. Een verlading duurt gemiddeld circa 1 uur. Een tankwagen kan daarnaast gemiddeld 1 uur op locatie aanwezig zijn voor overige handelingen, waarvan een kwartier gevuld. Totaal is de tankauto dus 1,25 uur gevuld aanwezig op de locatie. Ten behoeve van de veiligheid is er gedurende de gehele verlading de chauffeur en een operator aanwezig.

In het volgende figuur wordt de locatie van de verlaadplaats voor tankautoverladingen voor bio-LNG weergegeven.



Figuur 3 Overzicht voorgenomen locatie tankautoverlading bio-LNG.

Voor de tankwagenverlading gelden de scenario's conform de HRB voor Transportmiddelen en voor Verlading. In Tabel 9 zijn de relevante scenario's opgenomen.

In Bijlage 2 zijn de faalfrequenties per scenario, gecorrigeerd voor de verschillende factoren, uitgewerkt.

Tabel 8 Faalscenario's tankwagens en verlading

Scenario	Frequentie
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	1×10^{-5} /jaar
Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	5×10^{-7} /jaar
Breuk van de losslang (zonder ingrijpen operator)	4×10^{-6} /uur
Lek van de losslang	4×10^{-5} /uur
Domino-effect, instantaan vrijkomen gehele inhoud met een plasbrand tot gevul	$5,8 \times 10^{-9}$ /uur

Voor de breuk van de slang is een debiet van 1,5 x gehanteerd vanwege het wegvallen van de tegendruk.

4.2.5 Pompen

Tussen de vergisters bevinden zich zes gasblowers. Deze blowers worden gezien als onderdeel van de leidingen en zijn daarom niet apart beschouwd. Daarnaast zijn diverse pompen aanwezig die onderdeel uitmaken van een installatie. Conform de HRB gelden voor dit type pompen de faalscenario's zoals opgenomen in tabel 10. Het catastrofaal falen van een pomp wordt gemodelleerd als een leidingbreuk van de toevoerleiding van de pomp. Het lekscenario wordt gemodelleerd als een lek in de toevoerleiding van de pomp. Bij de faalscenario's is rekening gehouden met terugstroming.

In Bijlage 2 is beschreven voor welke pompen deze scenario's van toepassing zijn. Hierin is tevens een overzicht opgenomen van de parameters per pomp ten behoeve van de modellering.

De pompen die direct bij de tankwagenverlaadplaatsen worden gebruikt, worden niet apart gemodelleerd conform de HRB. De faalkansen van de pompen zijn indirect verweven in de overige faalkansen met betrekking tot verlading. Alleen pompen midden op de site, die voor meerdere doeleinden gebruikt kunnen worden, zijn apart gemodelleerd. Deze pompen worden gebruikt voor het laden van tankauto's en het verpompen tussen installaties en tanks

- Laden tankwagens: 2890 uur;
- Verpompen: 8500 uur;

Omdat deze verlading plaatsvindt van en naar verschillende locaties op de inrichting is deze ook verspreid over verschillende pompen. Voor elke pomp wordt een representatief aantal bedrijfsuren bepaald op basis van de totale verlaadtijd en het deel van de verlading dat via deze pomp plaatsvindt.

Tabel 9 Faalscenario's Pompen

Scenario	Frequentie [per jaar]
Catastrofaal falen (met en zonder ingrijpen operator)	1×10^{-4}
Lek (10% van de diameter) (met en zonder ingrijpen operator)	$4,4 \times 10^{-3}$

Tabel 10 Gegevens pompen en gebruiksduur

Locatie	Pomp	Capaciteit [m ³ /uur]	Gebruiksduur [uur / jaar]
Liquefaction unit	Compressor liq.	487	8500
Verlaadstation BIO-LNG	Verlaadpomp	36	2890
Upgrade station	Compressor upgrade	14820	8500
Grid Unit	Compressor Grid	120	8500

Overige uitgangspunten voor de installaties:

- Van belang bij de bepaling van de uiteindelijk te modelleren faalfrequenties is de gebruiksduur per jaar van de verschillende pompen. De gebruiksduur is opgenomen in Bijlage 2 (en bovenstaande tabel). Op basis hiervan zijn de faalfrequenties bepaald ten behoeve van invoer in het modelleringsprogramma.
- De diameters van de aanvoerende leidingen, van belang bij de modellering van de faalscenario's, zijn per pomp opgenomen in Bijlage 2.
- Voor de uitstroombieten is uitgegaan van uitstroming gedurende maximaal 1800 s (geen ingrijpen), waarbij uitgegaan is van een debiet op basis van terugstroming vanuit de grootste tank. Conservatief zijn alle pompen op deze wijze gemodelleerd.
- De compressor upgrade en compressor Grid staan binnen, maar zijn conservatief als buiten gemodelleerd.

4.2.6 Transportleidingen

De aanwezige leidingen worden gebruikt voor het transport van biogas naar de aanwezige installaties of opslagen en het transport en de verlading van Bio-LNG naar de opslagtanks en tankauto's. In onderstaand Figuur 7 is een overzicht gegeven van de (relevante) leidingen. Hierbij is de gemiddelde leidingloop weergegeven in Tabel 12.

Omdat transport plaatsvindt van en naar verschillende locaties op de inrichting is deze ook verspreid over verschillende leidingen. Voor elke relevante leiding wordt een representatief aantal bedrijfsuren bepaald op basis van de totale gebruikstijd van betreffende leiding weergegeven in Tabel 12.



Figuur 4 Schematische weergave leidingloop. De belangrijkste leidingen zijn de biogas-leidingen (oranje) en Bio-LNG leidingen (roze).

Tabel 11 Leidingen overzicht

Nr	Omschrijving leiding	Diameter [mm]	Gebruiksduur [uur per jaar]	Lengte [m]
1	Vergister naar verzamelleiding	300	8500	300
2	Verzamelleiding 1 naar Thiopaq	1000	8500	220
3	Thiopaq naar Buffers 1	1000	8500	250
4	Buffers naar upgradeplant 1	800	8500	200
5	Upgradeplant naar liquefacties	125	8500	70
6	Upgradeplant naar GEU	90	8500	60
7	GEU naar Grid Connection	90	8500	20
8	Liquefactie naar opslagtanks	150	8500	120

De scenario's en faalfrequentie voor bovengrondse leidingen zijn conform de HRB weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 12 Faalscenario's Leidingen

Scenario	Frequentie [per meter per jaar]	
	Leidingdiameter 3-6"	Leidingdiameter 6">
Brek van de leiding	3×10^{-7}	1×10^{-7}
Lek met een effectieve diameter van 10% van de diameter	2×10^{-6}	5×10^{-7}

Overige uitgangspunten voor de installaties:

Bij breuk van een leiding is het debiet in de leiding vanaf de pomp van belang. In Bijlage 2 zijn de capaciteiten van de pompen die zorgdragen voor een stroming in de leiding benoemd per leiding. In Bijlage 2 is het resulterende debiet en maximale uitstroomvolume opgenomen per leiding, waarbij rekening gehouden is met uitstroming vanuit de opslagtank.

Bij een breuk van de leiding (in de pers van een pomp) ontstaat een uitstroom van 150% van het debiet volgens de HRB als gevolg van het wegvallen van de tegendruk. Voor de terugstroming is uitgegaan van 1,5 x het pompdebiet, hetgeen resulteert in een totale uitstroming van 3 x het pompdebiet (inclusief conservatieve aanname op basis van terugstroming vanuit de grootste tank). Conservatief zijn alle leidingen op deze wijze gemodelleerd.

4.3 Domino-effecten

Het optreden van externe beschadiging en domino-effecten is niet opgenomen in de standaard faalfrequenties op een inrichting. In de navolgende paragrafen wordt nader ingegaan in mogelijke externe domino-effecten.

4.3.1 Windturbines

Binnen het bestemmingsplan "Oosterhorn" (vastgesteld 12 december 2019) wordt de mogelijkheid geboden voor de aanwezigheid dan wel realisatie van windturbines. De dichtstbijzijnde windturbines ten opzichte van de inrichting betreffen:

- OH1 ten oosten van de inrichtingsgrens op ongeveer 530 meter;
- OH2 ten zuiden van de inrichtingsgrens op ongeveer 135 meter;
- OH3 ten zuidwesten van de inrichtingsgrens op ongeveer 360 meter;
- OH8 ten noorden van de inrichtingsgrens op ongeveer 155 meter;
- OH9 ten noordoosten van de inrichtingsgrens op ongeveer 660 meter.

In Bijlage 5 is een analyse opgenomen ten aanzien van domino-effecten inzake windturbines. Beoordeeld is of het falen van de windturbine kan leiden tot het falen van een insluitsysteem binnen de inrichting.

Geconcludeerd is dat een LOC als gevolg van het falen van een windturbine meegenomen dient te worden in de QRA. In hoofdstuk 4.2 zijn de additionele faalfrequenties door het falen van een windturbine in de tabellen weergegeven.

Volledigheidshalve wordt verwezen naar Bijlage 5. In hoofdstuk 6 en 7 van deze QRA is hiertoe rekening gehouden met verhoogde faalfrequenties als gevolg van een LOC door een windturbine.

4.3.2 Vliegvelden

In de directe omgeving van de inrichting zijn geen vliegvelden of helikopterplatformen gelegen. Het ontstaan van domino-effecten veroorzaakt door vliegverkeer wordt daarmee niet aannemelijk geacht.

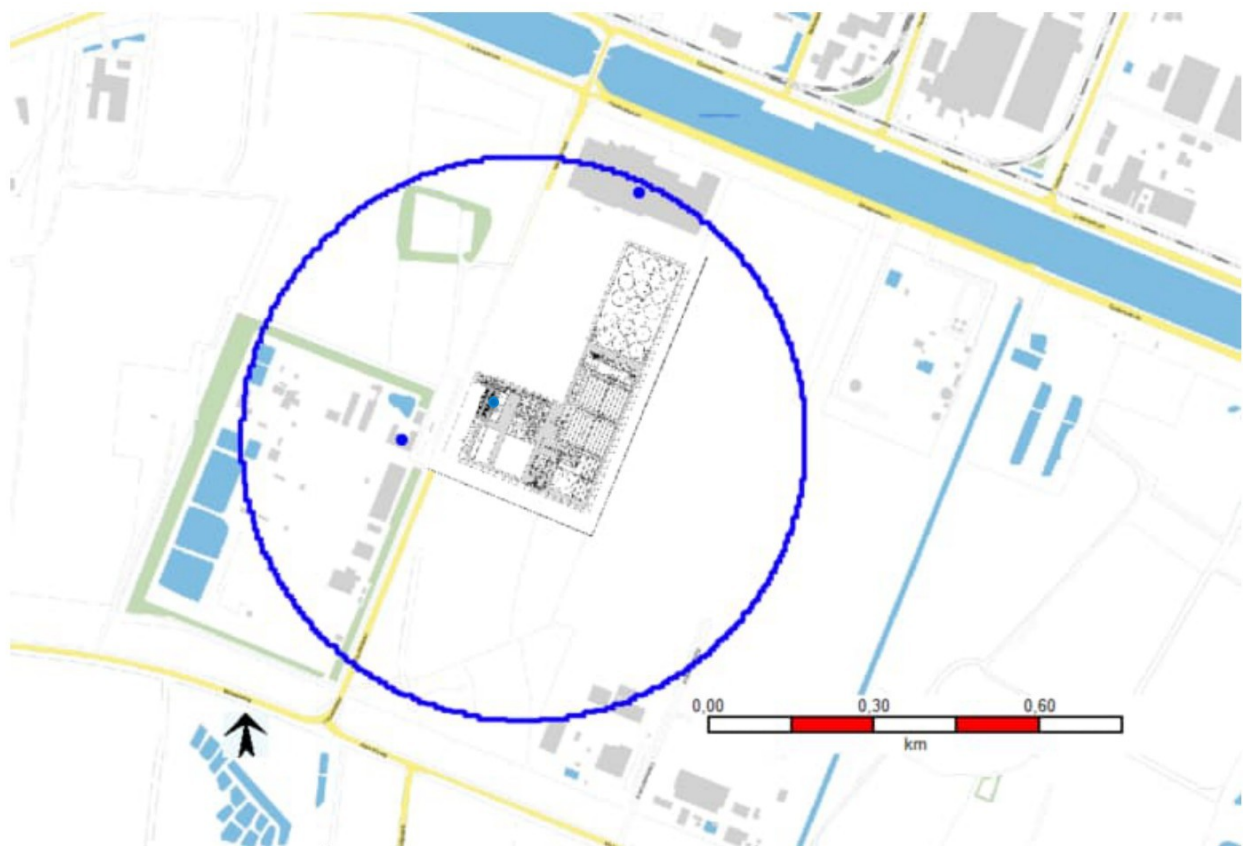
4.4 Ontstekingsbronnen

Uit een vapour cloud assessment door RIVM en door BIO LNG GSP B.V. blijkt dat geen op afstand ontsteekbare wolk ontstaat. Er zijn derhalve geen ontstekingsbronnen buiten de terreingrens beschouwd.

5 Populatiegegevens

5.1 Invloedsgebied

Het invloedsgebied is het gebied tot de 1% letaliteitsgrens. Dit is de grens waarbinnen 1% van de aanwezige populatie kan komen te overlijden door een incident binnen de inrichting van het BIO LNG GSP B.V. Dit gebied is geselecteerd voor verdere inventarisatie van de bevolkingsgegevens. Het invloedsgebied wordt bepaald door catastrofaal falen van de Bio-LNG tank en reikt ongeveer 513 meter. Voor de bepaling van het invloedsgebied is uitgegaan van de PR 10^{-30} contour. Dit is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 5 Invloedsgebied - PR 10^{-30}

5.2 Populatie

Populatie is ingeladen met behulp van de BAG-populatieservice (BAGselectbasis_202307). Het dagdeel 'dag' omvat 44% van een etmaal, het dagdeel 'nacht' omvat 56% van een etmaal. De omliggende bedrijfspanden worden door de aanwezige populatie en de activiteiten beschouwd als beperkt kwetsbare gebouwen.

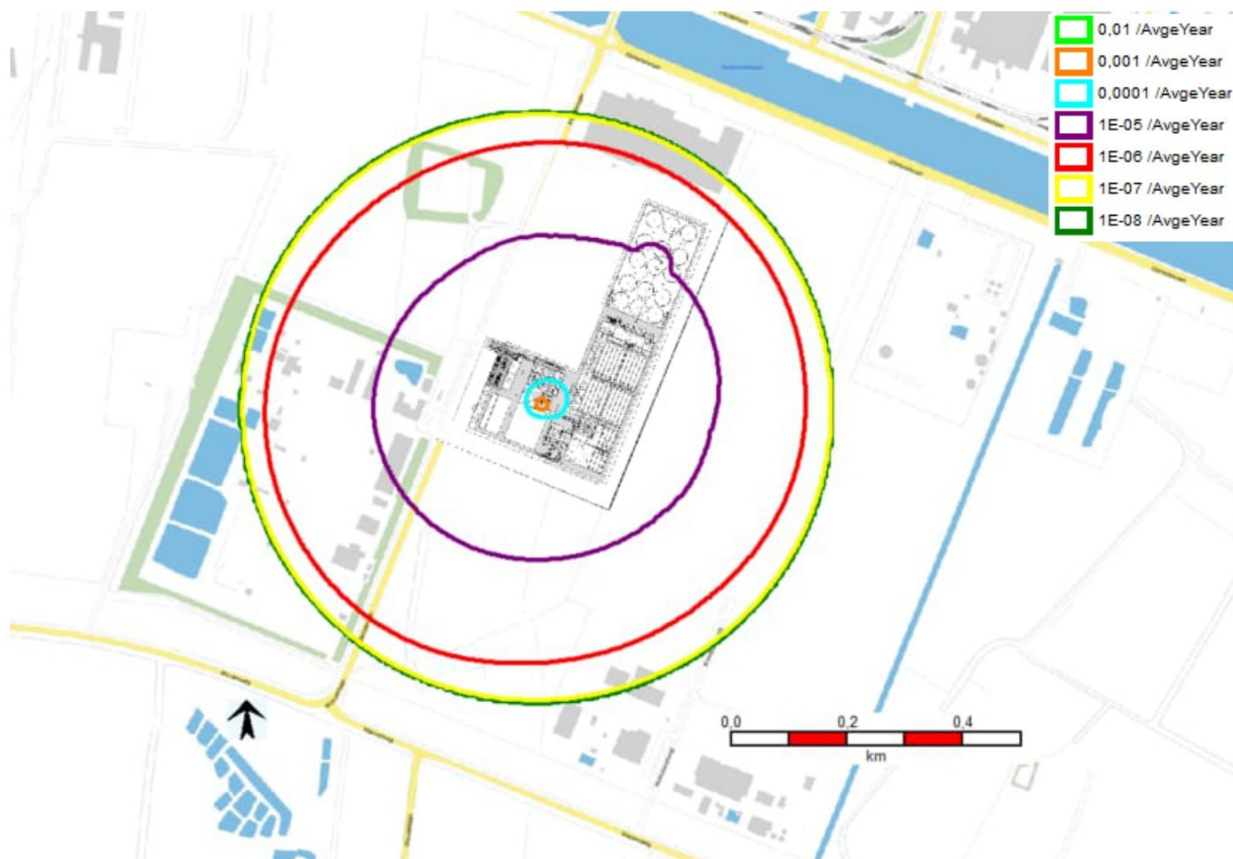
6 Resultaten VA

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het PR en het GR, van de voorgenomen situatie, op basis van de in deze rapportage gehanteerde uitgangspunten.

In de navolgende paragrafen zijn de desbetreffende PR-contouren alsmede het GR weergegeven voor de voorgenomen situatie.

6.1 Plaatsgebonden risico – voorgenomen situatie VA

In het volgende figuur is het PR voor de voorgenomen situatie weergegeven.



Figuur 6 Plaatsgebonden risico – voorgenomen situatie VA

Voor de toetsing aan het Bkl zijn enkel de PR 10^{-5} en PR 10^{-6} contour relevant.

Als gevolg van de voorgenomen activiteiten komt zowel de PR 10^{-5} als de PR 10^{-6} contour buiten de inrichting, maar liggen niet over (geprojecteerde) kwetsbare gebouwen of locaties. De PR 10^{-6} contour ligt over enkele beperkt kwetsbare gebouwen (bedrijfspanden) ten noorden en zuidoosten van de inrichting. Zowel de PR 10^{-5} als PR 10^{-6} contour liggen over het beperkt kwetsbare gebouw (bedrijfspand) ten westen van de inrichting.

6.2 Aandachtsgebieden

Aandachtsgebieden zijn gebieden die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen door een nabijgelegen milieubelastende activiteit.

Er is een onderscheid tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden. De types aandachtsgebieden en waardoor ze worden begrensd zijn:

- Brandaandachtsgebied (10 kW/m² contour);
- Explosieaandachtsgebied (10 kPa overdrukcontour);
- Gifwolkaandachtsgebied (contour van bij ministeriële regeling vastgestelde concentratie).

6.2.1 Brandaandachtsgebied

Door Safeti-NL is de contour voor 10 kW/m² berekend en deze is weergegeven op de kaart in onderstaand figuur om de ligging van het brandaandachtsgebied aan te geven.

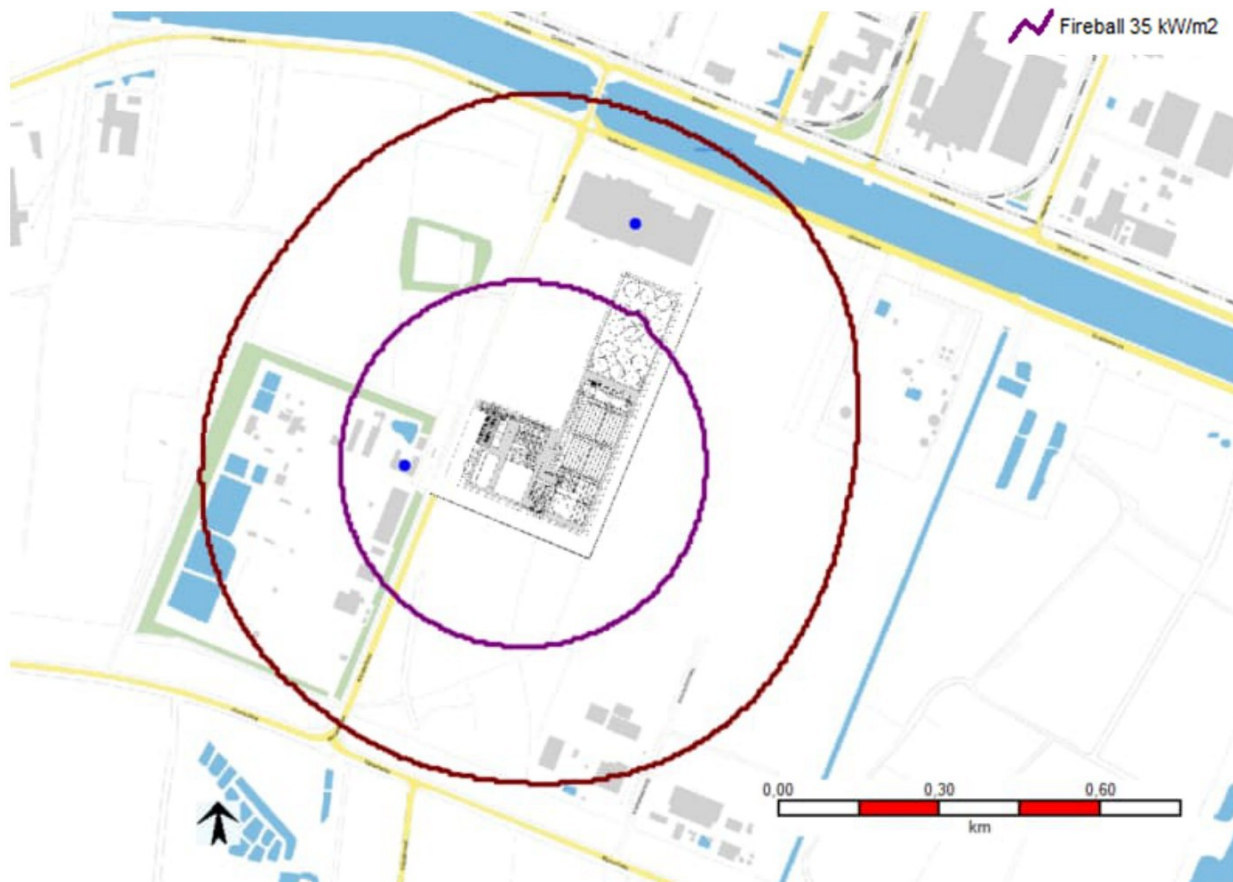


Figuur 7: Brandaandachtsgebied (in oranje de 10 kW/m² van de pool fire en groen van de 10 kW/m² jet fire scenario's)

Binnen het brandaandachtsgebied zijn enkele bedrijfsgebouwen gesitueerd en ook voorgenomen, en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen van een brand op de inrichting.

6.2.2 Explosie aandachtsgebied

Door Safeti-NL wordt het explosieaandachtsgebied bepaald door middel van berekening van de contour voor 35 kW/m^2 (BLEVE) en 10 kPa overdruk (explosie). Deze contour is weergegeven op de kaart in onderstaand figuur om de ligging van het explosieaandachtsgebied als gevolg van warmtestraling en overdruk aan te geven.

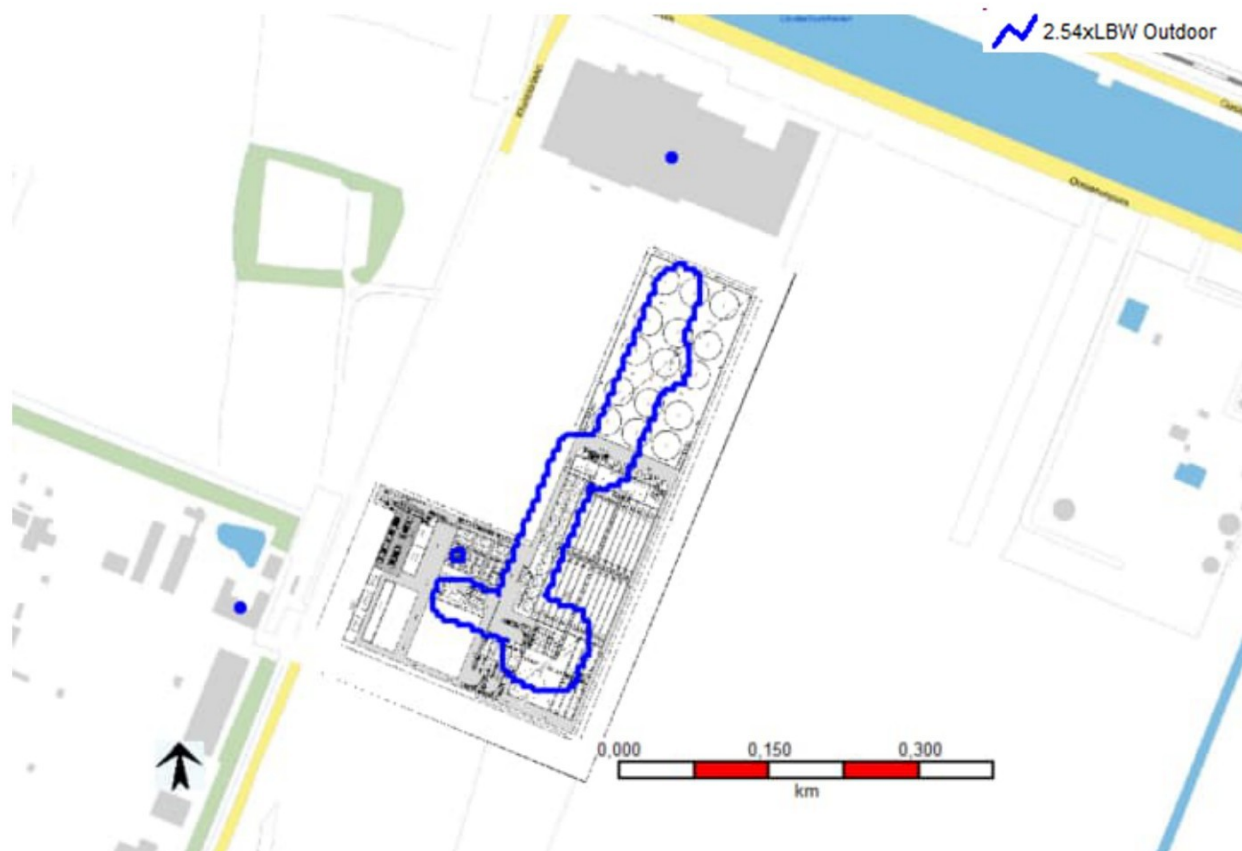


Figuur 8: Explosie aandachtsgebied (in paars de 35 kW/m^2 warmtestralingscontour en in bruin de 10 kPa overdruk)

Binnen het explosieaandachtsgebied zijn enkele bedrijfsgebouwen gesitueerd en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen van een explosie op de inrichting.

6.2.3 Gifwolkaandachtsgebied

De vastgestelde LBW outdoor is voor (stof) (concentratie) mg/m^3 . Door Safeti-NL wordt het gifwolkaandachtsgebied berekend door een contour op de concentratie van $2,54 \times \text{LBW}$ outdoor. Deze contour is berekend en in onderstaand figuur weergegeven om de ligging van het gifwolkaandachtsgebied aan te geven.



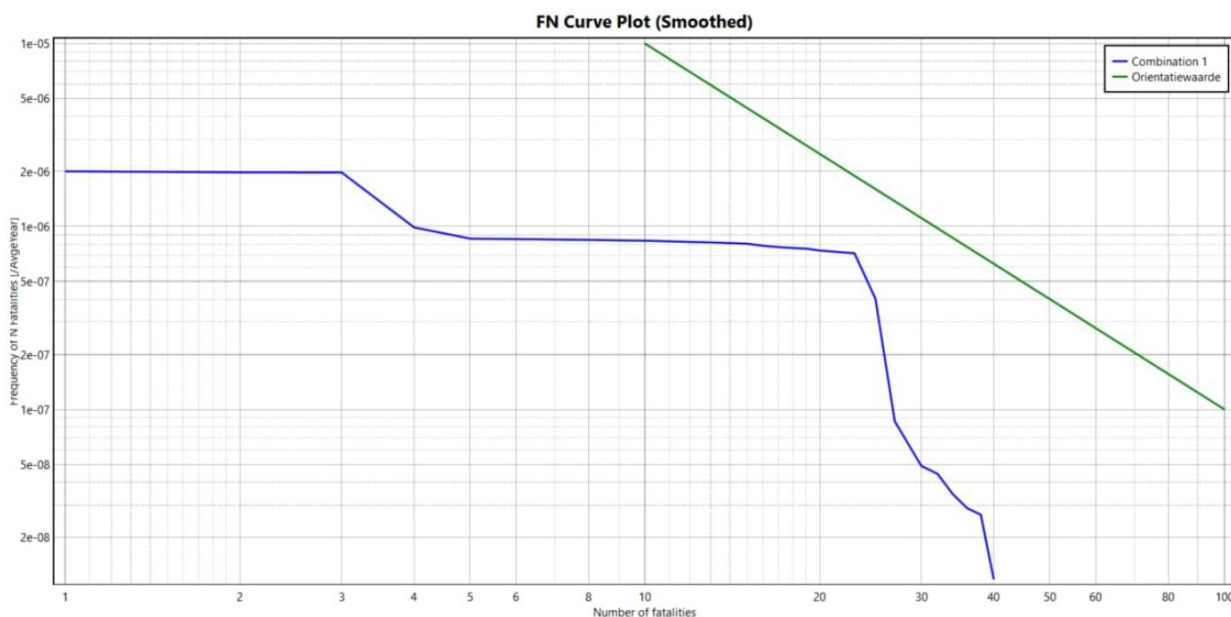
Figuur 9: Gifwolkaandachtsgebied

Binnen het explosieaandachtsgebied zijn verschillende gebouwen gesitueerd en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen en gebouwen en locaties met een agrarische bestemming. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen voor de omgeving van een gifwolk op de inrichting.

6.3 Groepsrisico – voorgenomen situatie VA

Het GR is de kans per jaar dat een groep van een bepaalde grootte dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval. Het GR wordt vastgelegd in een zogenaamde F(N)-curve en is afhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van het bedrijf. In een F(N)-curve staat op de verticale as de kans weergegeven dat meer dan N slachtoffers ten gevolge van het beschouwde scenario komen te overlijden. Deze kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven.

De oriënterende waarde voor het groepsrisico is als volgt bepaald. Voor een groep van tenminste 10 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-5} per jaar. Voor een N maal groter aantal slachtoffers is de bijbehorende frequentie een factor N^2 lager (met andere woorden: voor een aantal van 100 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-7} per jaar). Voor het groepsrisico geldt in vergelijking tot het plaatsgebonden risico geen 'harde' norm. Wel geldt voor het groepsrisico een verantwoordingsplicht. Dit betekent dat er een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit. In onderstaand figuur is het GR van BIO LNG GSP B.V. opgenomen.



Figuur 10 F(N)-Curve Groepsrisico – voorgenomen situatie VA

6.4 Grootste bijdragen aan de risico's

In Bijlage 3 van deze rapportage zijn de Risk Ranking Reports opgenomen (voor zowel PR als GR). Hiertoe zijn op een aantal strategische locaties Risk Ranking Points gepositioneerd, welke in Figuur 5 zijn weergegeven. De effectafstanden per scenario zijn weergegeven in Bijlage 4.

6.5 Conclusie

Deze QRA is opgesteld voor BIO LNG GSP B.V. welke met haar bedrijfsactiviteiten onder de werksfeer van de Seveso-richtlijn.

Het doel van de QRA is het vaststellen van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden van de risicodragende activiteiten. Aanvullend is het groepsrisico opgenomen, om de impact voor de populatie binnen een aandachtsgebied beter

te kunnen duiden. De uitkomsten van de in dit rapport beschreven uitvoering van de QRA worden beschouwd in het kader van de wetgeving op het gebied van externe veiligheid, zoals opgenomen in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving (Bkl).

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid [1] en de bijbehorende toelichting van maart 2022 in combinatie met het rekenprogramma Safeti-NL (Safeti-NL 9.2).

Plaatsgebonden risico

Voor de toetsing aan het Bkl zijn enkel de PR 10^{-5} en PR 10^{-6} contour relevant.

Als gevolg van de voorgenomen activiteiten komt zowel de PR 10^{-5} als de PR 10^{-6} contour buiten de inrichting, maar liggen niet over (geprojecteerde) kwetsbare gebouwen of locaties. De PR 10^{-6} contour ligt over enkele beperkt kwetsbare gebouwen (bedrijfspanen) ten noorden en zuidoosten van de inrichting. Zowel de PR 10^{-5} als PR 10^{-6} contour liggen over het beperkt kwetsbare gebouw (bedrijfspan) ten westen van de inrichting.

BIO LNG GSP B.V. voldoet aan de gestelde eisen m.b.t. het plaatsgebonden risico als gevolg van de voorgenomen activiteiten.

Aandachtsgebieden

Ten gevolge van de voorgenomen activiteiten zal er een brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied ontstaan. Binnen deze gebieden moet door het bevoegd gezag bij het opstellen van een omgevingsplan aandacht worden besteed aan de gevolgen van een ongewoon incident op de inrichting. Indien nodig dienen aanvullende voorschriften te worden opgenomen voor toekomstige bebouwing, om het groepsrisico te verlagen.

Groepsrisico

Op basis van de berekeningen worden maximaal 200 slachtoffers berekend, waarmee sprake is van een groepsrisico volgens het Bkl. Bovendien wordt de oriëntatiewaarde overschreden. De grootste bijdrage aan het GR komt door het bedrijf ten noorden van de inrichting (183 personen). Dit dient mogelijk in overleg met bevoegd gezag aangepast te worden.

7 Alternatieven en Voorkeursalternatief (VKA)

Het enige alternatief en het voorkeursalternatief (VKA) zijn gelijk aan elkaar, omdat beide alleen de CO2 vervloeiing toevoegen aan de voorgenenen activiteit (VA).

7.1 Modelleringsgegevens

7.1.1 Selectie

In onderstaande tabel worden de voor de QRA relevante installaties beschreven met betrekking tot CO2 vervloeiing. Alle activiteiten met gevaarlijke stoffen die een effectafstand buiten de terreingrens hebben zijn geselecteerd voor nadere uitwerking in de QRA.

Tabel 13: Maximale effectafstand installaties

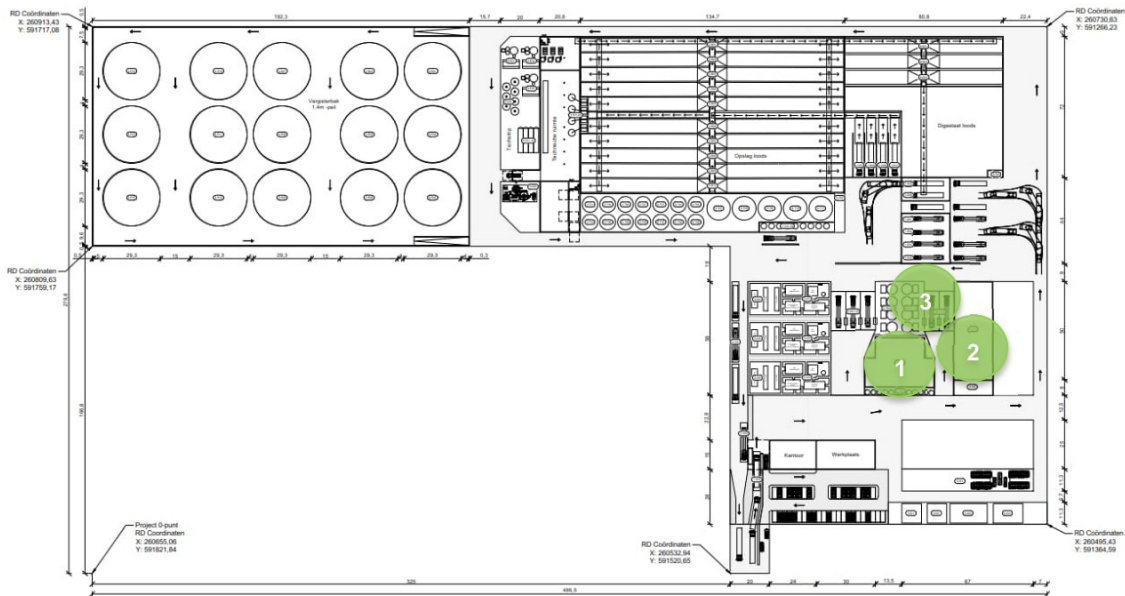
Installaties	Afstand tot terreingrens (m)	Instantaan		Buiten terreingrens?
		Maximale effectafstand D5 (m)	Maximale effectafstand 1,5F (m)	
Upgrading unit*	100	-	-	Nee
CO2 Liquefactie**	100	3	2,5	Nee
LCO2 tanks	130	272	260	Ja
CO2 Verlading	130	25	-	Nee

* Gemodelleerd voor ‘worst case’ 100% methaan. Niet buiten de terreingrens en daarom niet meegenomen in de QRA.

** Gemodelleerd is met een flow van 1500 kg/h.

7.1.2 Upgrading unit, CO2 liquefactie en LCO2 opslag

De upgrading unit is een biogas-opwerkingsinstallatie die door middel van membranen het biogas (60% methaan, ~40% koolstofdioxide) scheidt naar ~100% biomethaan en CO2-rijk gas. Het CO2 wordt in de liquefactie onder druk (18 barg) omgezet naar LCO2 wat wordt opgeslagen in de aanwezige LCO2 opslagtanks.



Figuur 11 Overzichtstekening voorgenenen plot layout (VKA) inclusief CO2 vervloeiing. 1: biogas opwaardeerinstallatie, 2: CO2 liquefactie, 3: LCO2 tanks.

Het geproduceerde biogas zal door een opwaarderingsinstallatie omgezet worden in 100% biomethaan en CO₂ waarna het CO₂ in de liquefaction unit onder druk wordt omgezet in LCO₂ en wordt opgeslagen in vier verticale bullet tanks. Vanuit deze tanks wordt het LCO₂ verladen in tankauto's voor transport.

Tabel 14 Gegevens LCO₂ tanks

Onderwerp	Waarde
Aantal tanks waarmee gerekend is	4
Typische stof waarmee gerekend is	LCO ₂
Inhoud grootste tank (bruto)	478 m ³
Hoogte hoogste tank	34 m
Druk	18 barg

Bij de LCO₂ tanks kunnen de onderstaande scenario's voor opslag in een bovengrondse, atmosferische tank plaatsvinden.

Tabel 15 Faalscenario's voor een bovengrondse tankopslag onder druk

Scenario	Frequentie [per jaar]	Frequentie P _{hit} (mastbreuk) [per jaar]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.	5 x 10 ⁻⁷	6,5 x 10 ⁻⁶
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom.	5 x 10 ⁻⁷	-
Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1 x 10 ⁻⁵	-

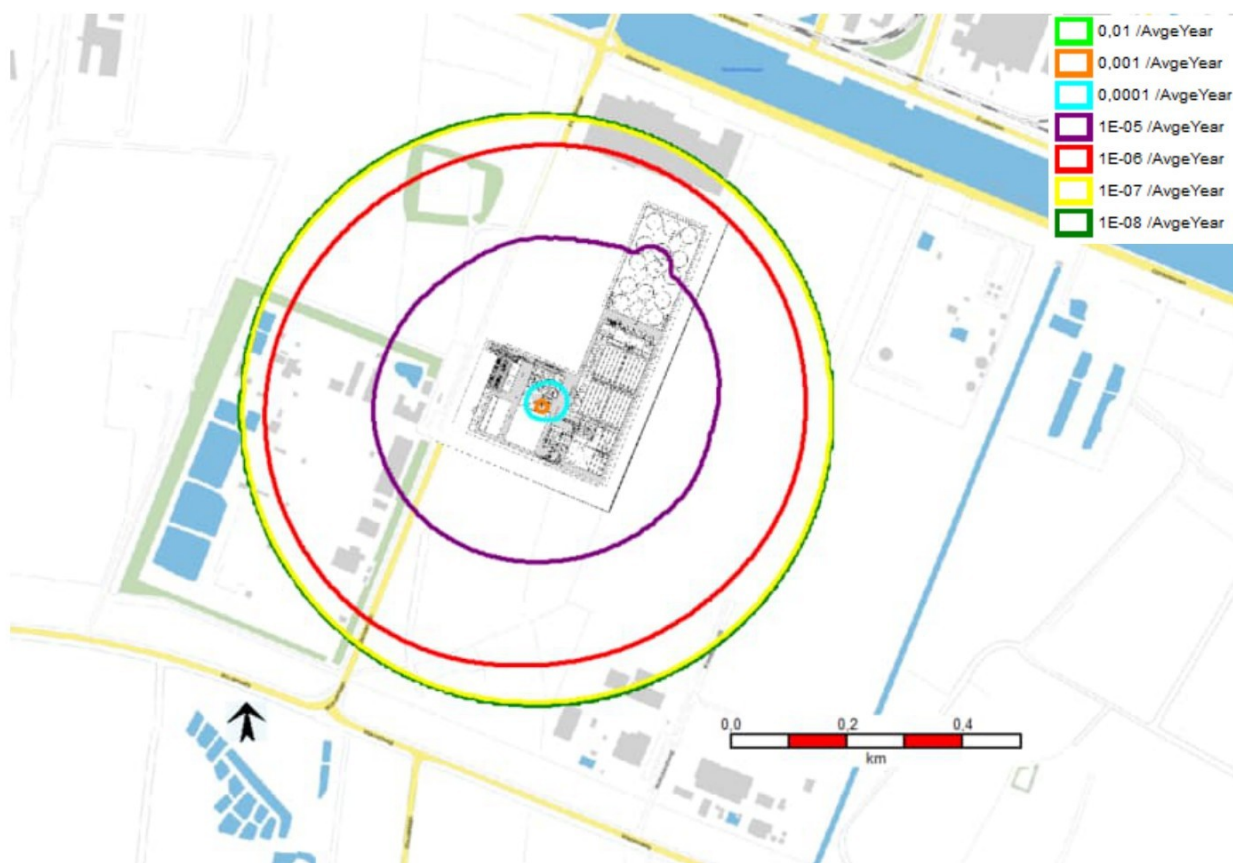
7.2 Resultaten VKA

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het PR en het GR, van de voorgenomen situatie, op basis van de in deze rapportage gehanteerde uitgangspunten.

In de navolgende paragrafen zijn de desbetreffende PR-contouren alsmede het GR weergegeven voor de voorgenomen situatie.

7.2.1 Plaatsgebonden risico – VKA

In het volgende figuur is het PR voor de VKA weergegeven.



Figuur 12 Plaatsgebonden risico - VKA

Voor de toetsing aan het Bkl zijn enkel de PR 10^{-5} en PR 10^{-6} contour relevant.

Als gevolg van de voorgenomen activiteiten komt zowel de PR 10^{-5} als de PR 10^{-6} contour buiten de inrichting, maar liggen niet over (geprojecteerde) kwetsbare gebouwen of locaties. De PR 10^{-6} contour ligt over enkele beperkt kwetsbare gebouwen (bedrijfspanen) ten noorden en zuidoosten van de inrichting. Zowel de PR 10^{-5} als PR 10^{-6} contour liggen over het beperkt kwetsbare gebouw (bedrijfspan) ten westen van de inrichting.

7.3 Aandachtsgebieden

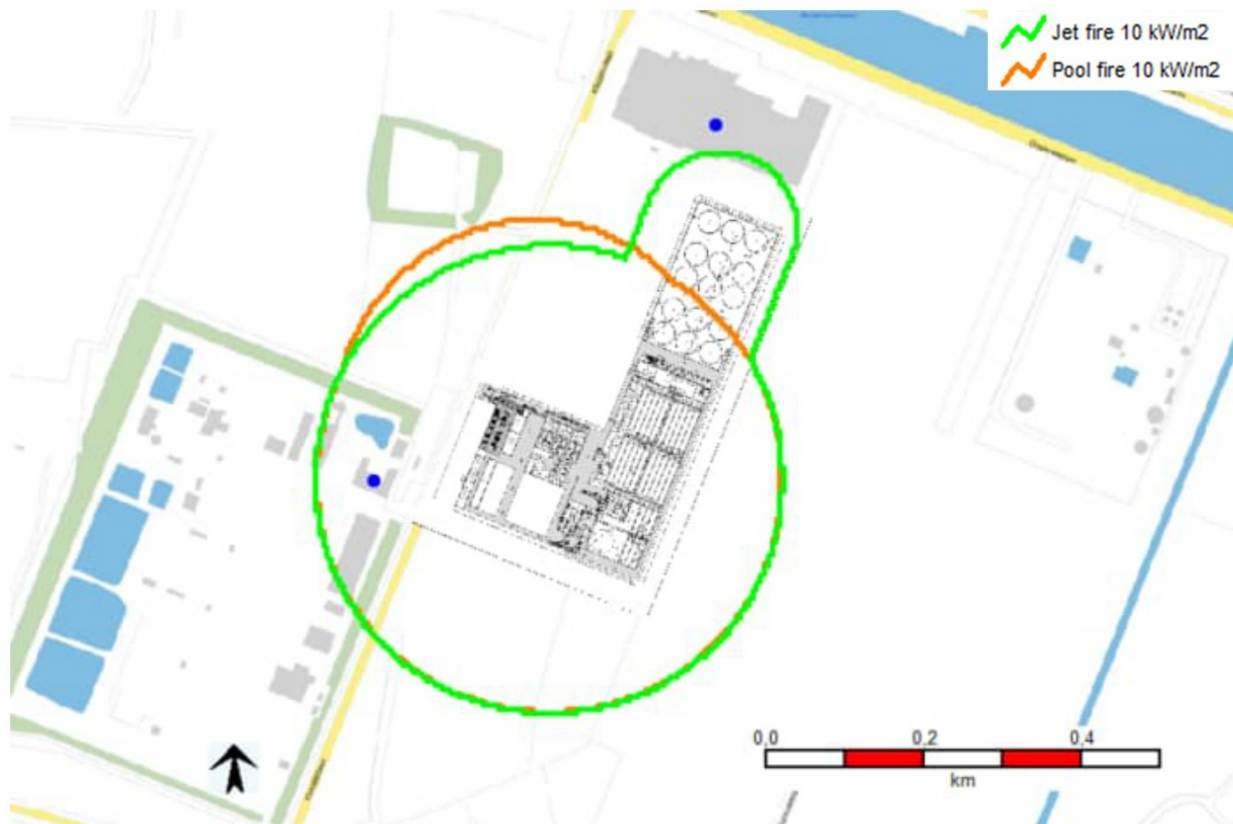
Aandachtsgebieden zijn gebieden die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen door een nabijgelegen milieubelastende activiteit.

Er is een onderscheid tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden. De types aandachtsgebieden en waardoor ze worden begrensd zijn:

- Brandaandachtsgebied (10 kW/m² contour);
- Explosieaandachtsgebied (10 kPa overdrukcontour);
- Gifwolkaandachtsgebied (contour van bij ministeriële regeling vastgestelde concentratie).

7.3.1 Brandaandachtsgebied

Door Safeti-NL is de contour voor 10 kW/m² berekend en deze is weergegeven op de kaart in onderstaand figuur om de ligging van het brandaandachtsgebied aan te geven.

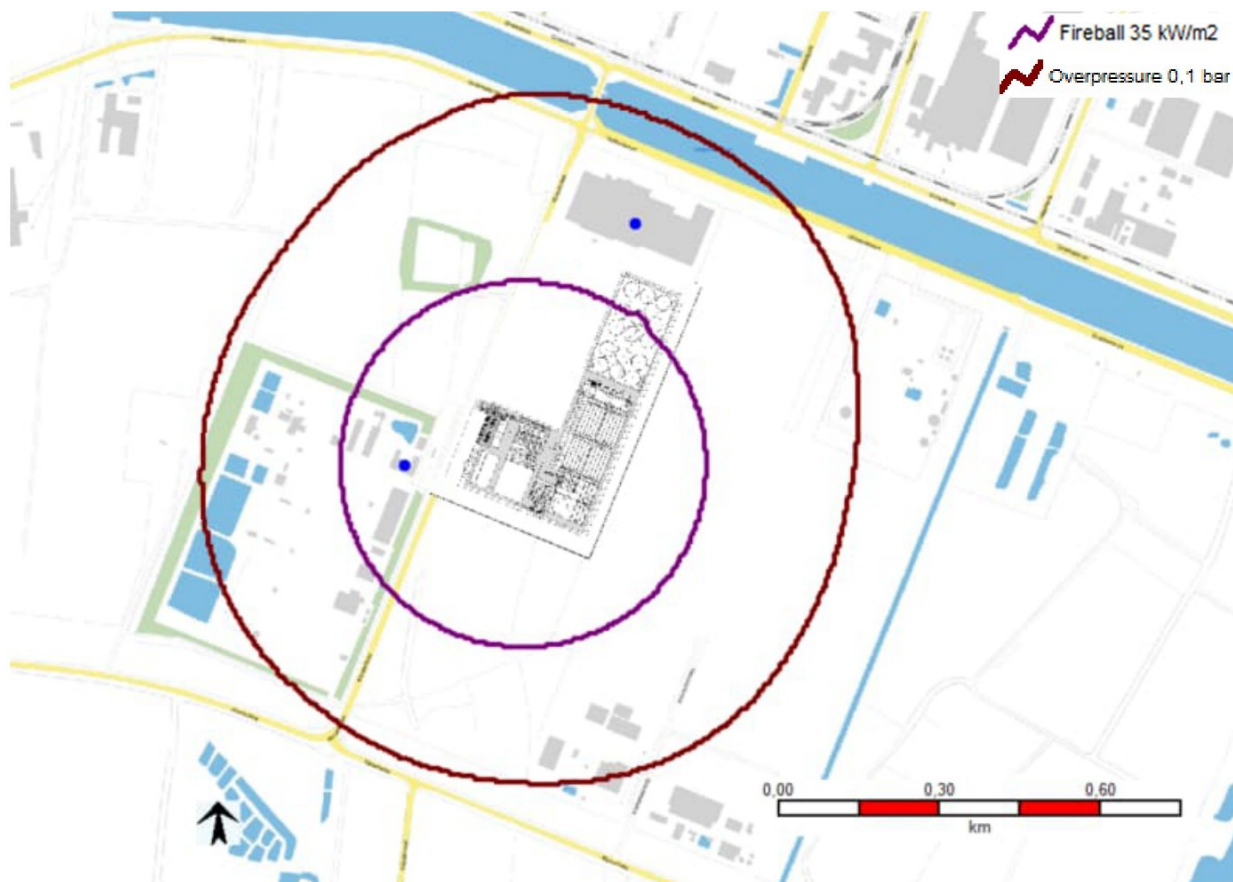


Figuur 13: Brandaandachtsgebied (in oranje de 10 kW/m² van de pool fire en groen van de 10 kW/m² jet fire scenario's)

Binnen het brandaandachtsgebied zijn enkele bedrijfsgebouwen gesitueerd en ook voorgenomen, en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen van een brand op de inrichting.

7.3.2 Explosie aandachtsgebied

Door Safeti-NL wordt het explosieaandachtsgebied bepaald door middel van berekening van de contour voor 35 kW/m² (BLEVE) en 10 kPa overdruk (explosie). Deze contour is weergegeven op de kaart in onderstaand figuur om de ligging van het explosieaandachtsgebied als gevolg van warmtestraling en overdruk aan te geven.

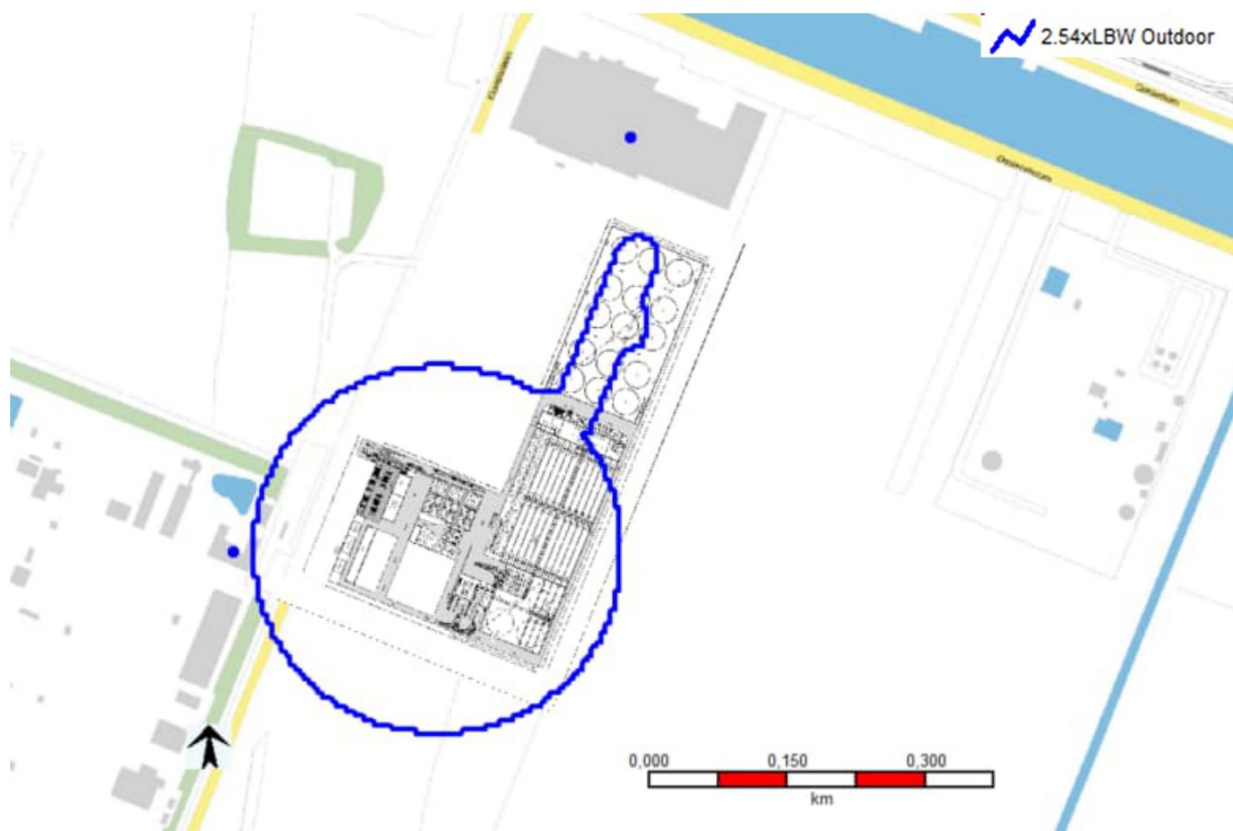


Figuur 14: Explosie aandachtsgebied (in paars de 35 kW/m² warmtestralingscontour en in bruin de 10 kPa overdruk)

Binnen het explosieaandachtsgebied zijn enkele bedrijfsgebouwen gesitueerd en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen van een explosie op de inrichting.

7.3.3 Gifwolkaandachtsgebied

De vastgestelde LBW outdoor is voor (stof) (concentratie) mg/m³. Door Safeti-NL wordt het gifwolkaandachtsgebied berekend door een contour op de concentratie van 2,54xLBW outdoor. Deze contour is berekend en in onderstaand figuur weergegeven om de ligging van het gifwolkaandachtsgebied aan te geven.



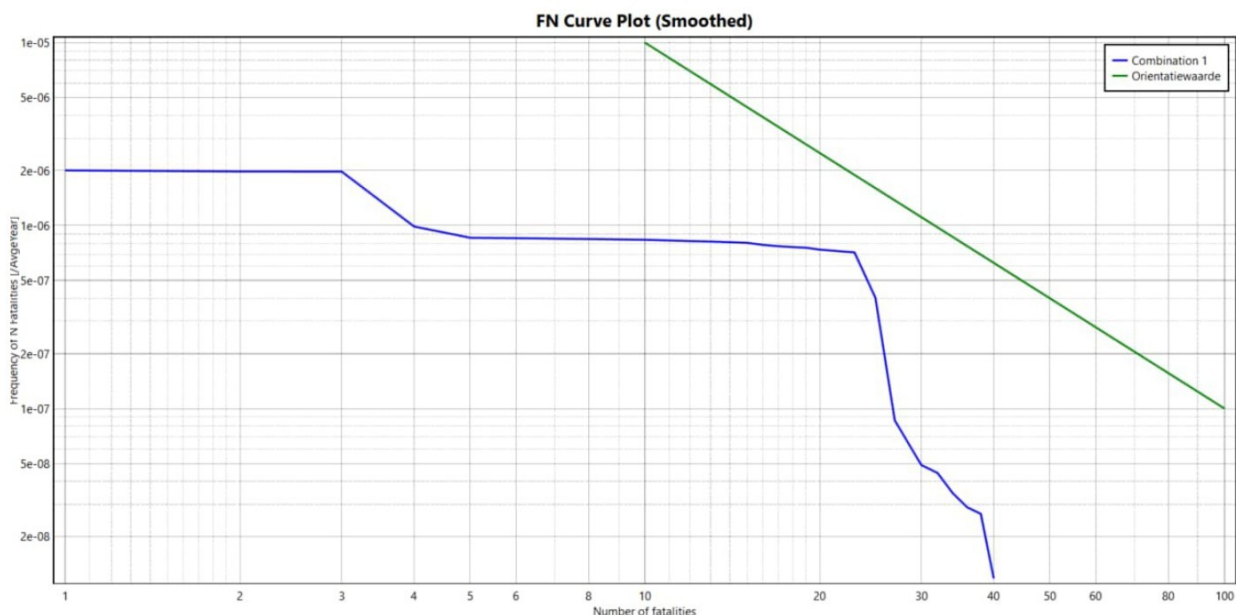
Figuur 15: Gifvolkaandachtsgebied

Binnen het explosieaandachtsgebied zijn verschillende gebouwen gesitueerd en is er in het bestemmingsplan ruimte voor meer bedrijfsgebouwen en gebouwen en locaties met een agrarische bestemming. Er moet binnen het hierboven aangegeven gebied aandacht worden besteed aan de gevolgen voor de omgeving van een gifwolk op de inrichting.

7.3.4 Groepsrisico – VKA

Het GR is de kans per jaar dat een groep van een bepaalde grootte dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval. Het GR wordt vastgelegd in een zogenaamde F(N)-curve en is afhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van het bedrijf. In een F(N)-curve staat op de verticale as de kans weergegeven dat meer dan N slachtoffers ten gevolge van het beschouwde scenario komen te overlijden. Deze kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven.

De oriënterende waarde voor het groepsrisico is als volgt bepaald. Voor een groep van tenminste 10 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-5} per jaar. Voor een N maal groter aantal slachtoffers is de bijbehorende frequentie een factor N^2 lager (met andere woorden: voor een aantal van 100 slachtoffers bedraagt de maximaal toegestane frequentie 10^{-7} per jaar). Voor het groepsrisico geldt in vergelijking tot het plaatsgebonden risico geen 'harde' norm. Wel geldt voor het groepsrisico een verantwoordingsplicht. Dit betekent dat er een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit. In onderstaand figuur is het GR van BIO LNG GSP B.V. opgenomen.



Figuur 16 F(N)-Curve Groepsrisico – VKA

7.1 Grootste bijdragen aan de risico's

In bijlage 3 van deze rapportage zijn de Risk Ranking Reports opgenomen (voor zowel PR als GR). Hiertoe zijn op een aantal strategische locaties Risk Ranking Points gepositioneerd, welke in Figuur 10 zijn weergegeven. De effectafstanden per scenario zijn weergegeven in bijlage 4.

7.2 Conclusie

Deze QRA is opgesteld voor BIO LNG GSP B.V. welke met haar bedrijfsactiviteiten onder de werkingssfeer van de Seveso-richtlijn.

Het doel van de QRA is het vaststellen van het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden van de risicodragende activiteiten. Aanvullend is het groepsrisico opgenomen, om de impact voor de populatie binnen een aandachtsgebied beter te kunnen duiden. De uitkomsten van de in dit rapport beschreven uitvoering van de QRA worden beschouwd in het kader van de wetgeving op het gebied van externe veiligheid, zoals opgenomen in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving (Bkl).

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd overeenkomstig het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid [1] en de bijbehorende toelichting van maart 2022 in combinatie met het rekenprogramma Safeti-NL (Safeti-NL 9.2).

Plaatsgebonden risico

Voor de toetsing aan het Bkl zijn enkel de PR 10^{-5} en PR 10^{-6} contour relevant.

Als gevolg van de voorgenen activiteiten komt zowel de PR 10^{-5} als de PR 10^{-6} contour buiten de inrichting, maar liggen niet over (geprojecteerde) kwetsbare gebouwen locaties. De PR 10^{-6} contour ligt over enkele beperkt kwetsbare gebouwen (bedrijfspanen) ten noorden en zuidoosten van de inrichting. Zowel de PR 10^{-5} als PR 10^{-6} contour liggen over het beperkt kwetsbare gebouw (bedrijfspan) ten westen van de inrichting.

BIO LNG GSP B.V. voldoet aan de gestelde eisen m.b.t. het plaatsgebonden risico als gevolg van het VKA.

Aandachtsgebieden

Ten gevolge van de voorgenomen activiteiten zal er een brand-, explosie- en gifwolkaandachtsgebied ontstaan. Binnen deze gebieden moet door het bevoegd gezag bij het opstellen van een omgevingsplan aandacht worden besteed aan de gevolgen van een ongewoon incident op de inrichting. Indien nodig dienen aanvullende voorschriften te worden opgenomen voor toekomstige bebouwing, om het groepsrisico te verlagen.

Groepsrisico

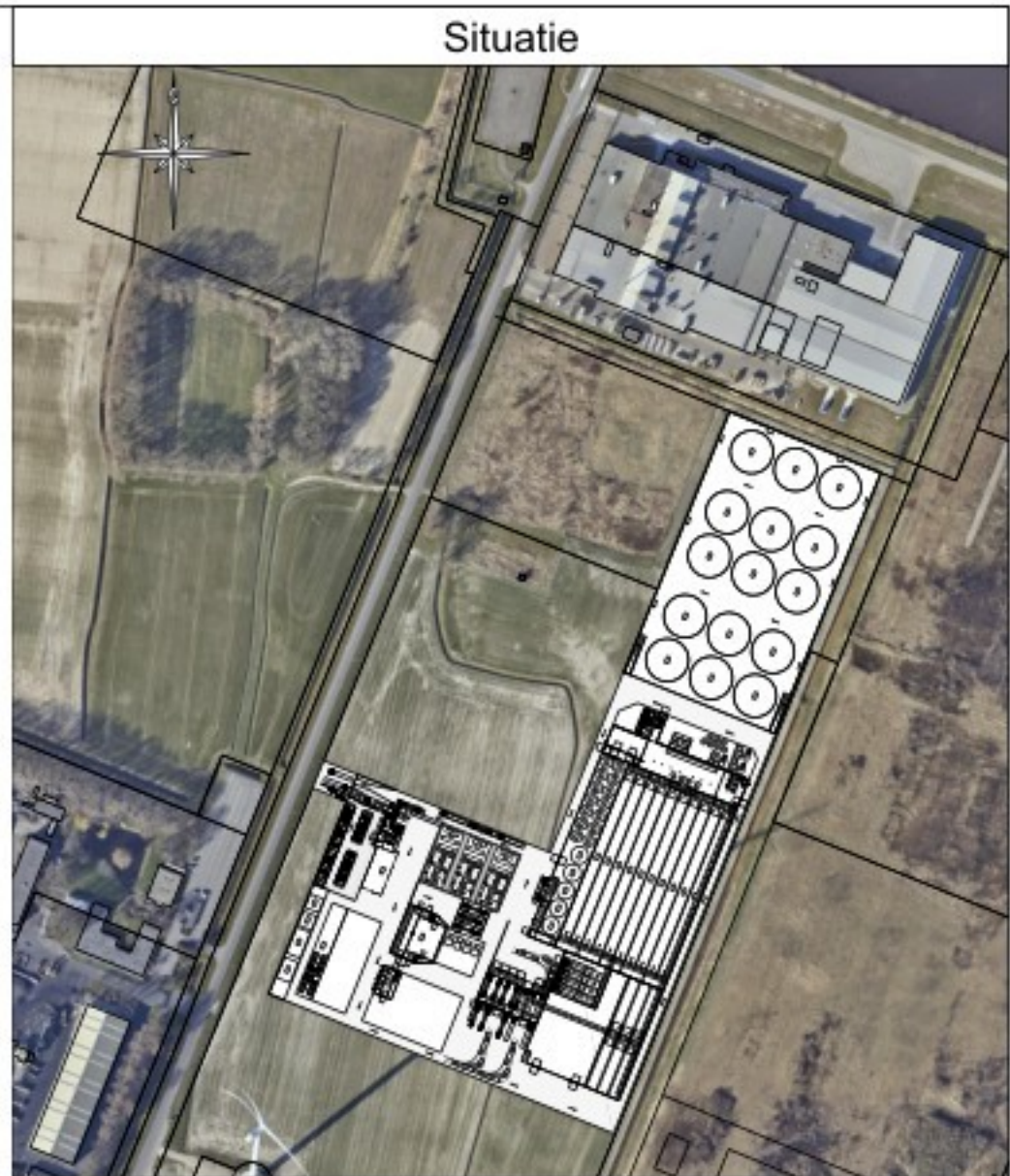
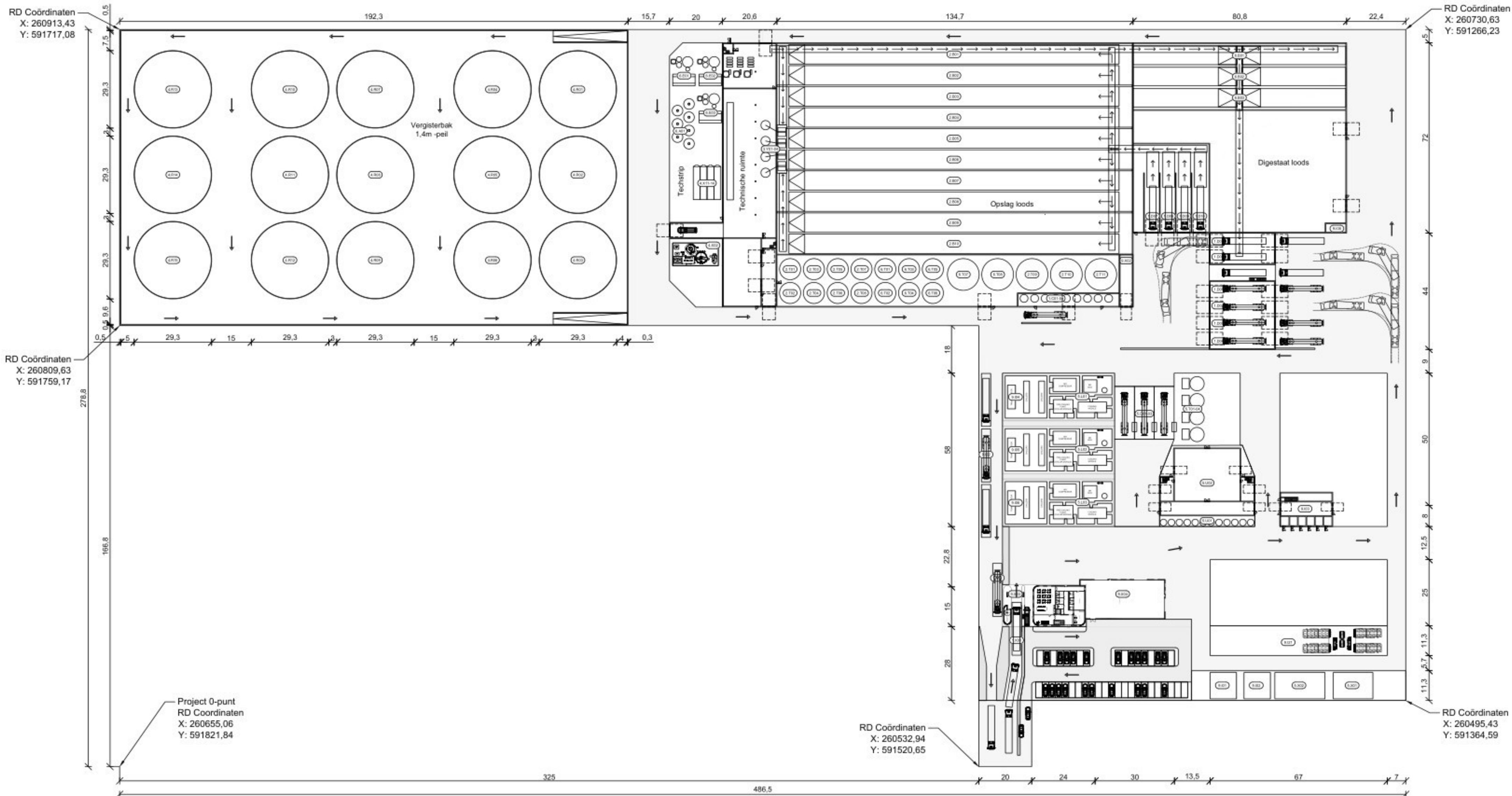
Voor het groepsrisico geldt in vergelijking tot het plaatsgebonden risico geen 'harde' norm. Wel geldt voor het groepsrisico een verantwoordingsplicht. Dit betekent dat er een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit.

De resultaten voor het VKA zijn daarmee gelijk aan de resultaten voor de VA.

Bijlage 1 – Plattegrond

1.1 – Plattegrond VA

1.2 – Plattegrond Alternatief/ VKA



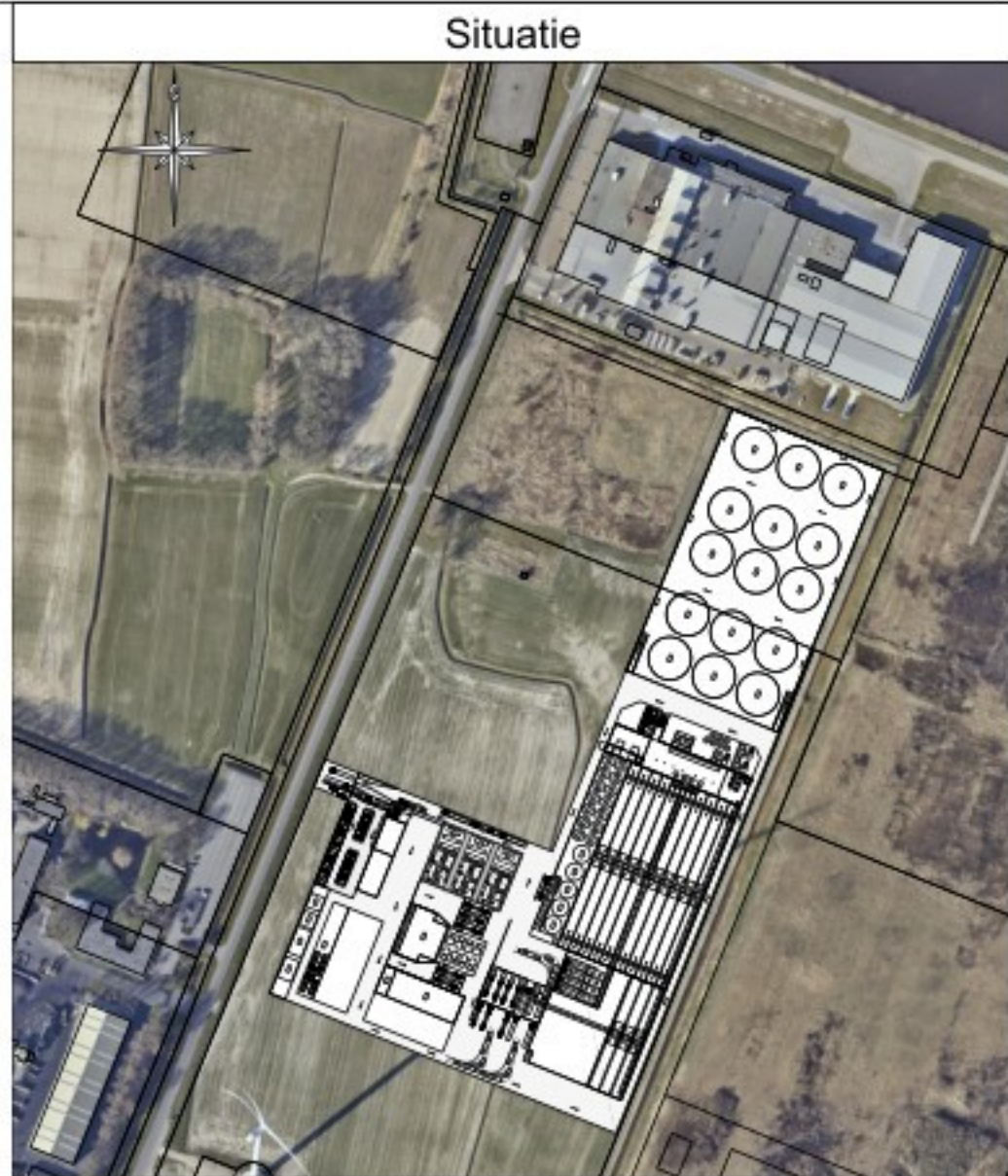
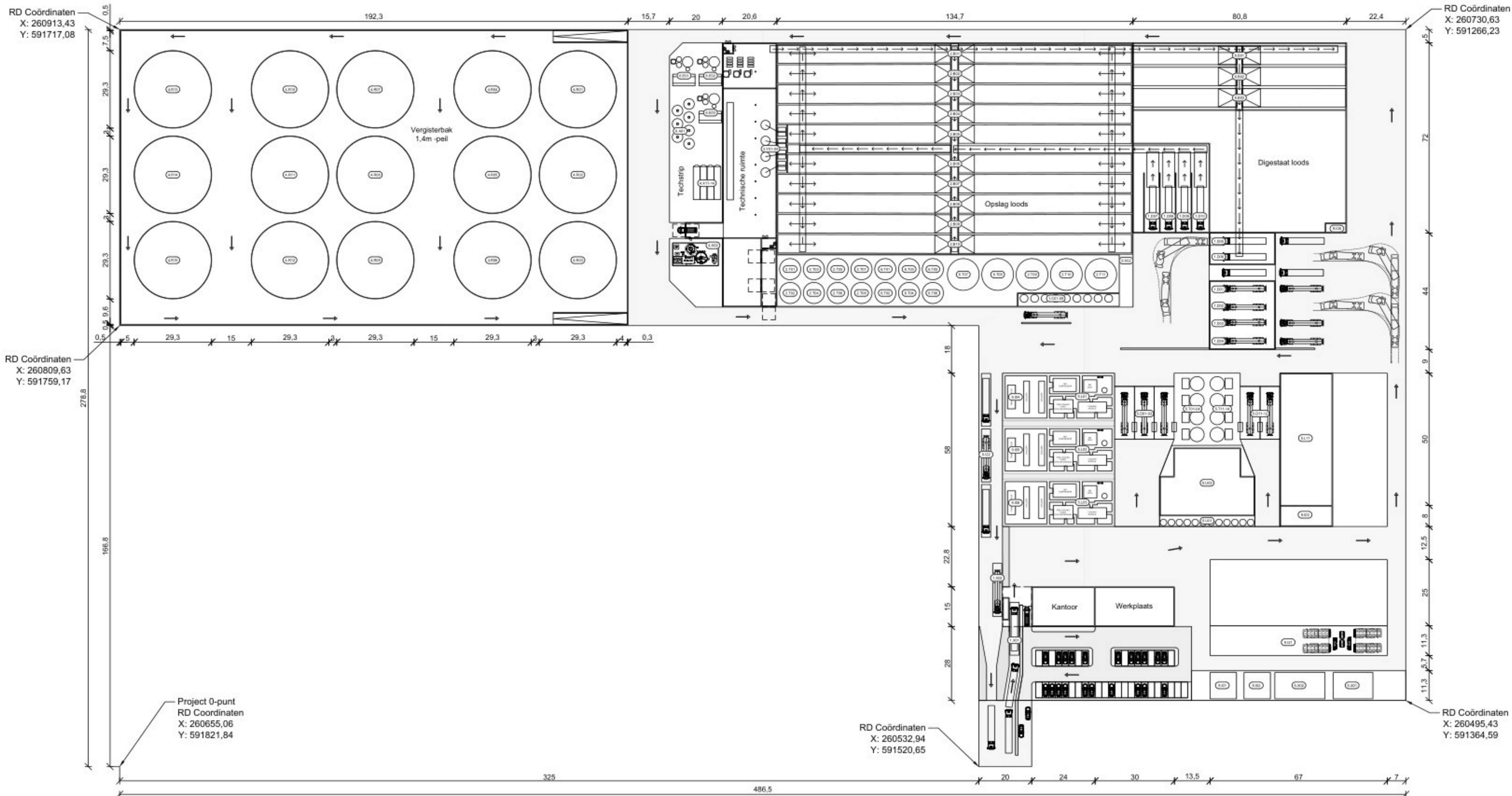
Schaal: 1:5000
Kadastrale gemeente: Delfzijl
Sectie: O
Nummers: 1000 en 748 (beide gedeeltelijk)

Legenda		
Nummer	Omschrijving	Opmerking
1.C01-09	Chemie opslagtanks	
1.D01-10	Laad- en losdocks	
1.X01	Ingaande weegbrug	
1.X02	Uitgaande weegbrug	
2.B01-10	Opslag stiefvlo's	
2.T01-11	Opslagtanks	
3.Y01-04	Mix tanks	
4.G01-04	Gas Buffers	Op dak van digestaatloods
4.R01-15	Vergisters	
4.X02	Thiophen Desulphurisation	
4.X03-07	Gasfakkels	Op dak technische ruimte
4.X11-14	Greenstep containers	
5.D01-03	LNG laadstations	
5.L01-03	Liquefactie SOTPD	
5.T01-04	LNG opslagtanks	
5.U01	Actief koel filtersysteem	
5.U02	Gas opwaardeer installatie	In gebouw
5.X01	Gas invoerstation	
5.X02	Gas aansluitstation	
6.A01	Luchtbehandelings installatie	
6.B01-03	Digestaat opslag stiefvlo's	
6.E01-03	Verdampings installatie	
6.S01-09	Scheidings installatie	Op 1e verd. technische ruimte
6.T01-04	Buffers	
6.T05-08	Opslagtanks	
6.W01	Waterbehandeling (RO)	Op 2e verd. technische ruimte
9.I01	Elektra aansluitstation	
9.I02	Elektra verdelingsstation	In gebouw
9.I03	Transformator gebouw	
9.I04-06	Transformator stations	
9.I07	Hoofd bestuursruimte	Op 2e verd. technische ruimte
9.I08	Sub bestuursruimte	
9.I21	Energieopslag / Accu's	

Project : Groningen Seaports
Locatie : Kloosterlaan, Farmsum
Opdrachtgever : BioValue
Titel : Plattegrond VA
Fase : Vergunningsaanvraag

Datum : 20-09-2023
Revisie : A - 18-12-2023
Schaal : 1:1000
Formaat : A1
Getekend :
Gecontroleerd :

Status : **DO - Definitief**
Blad : **1/1**



Schaal: 1:5000
Kadastrale gemeente: Delfzijl
Sectie: O
Nummers: 1000 en 748 (beide gedeeltelijk)

Legenda		
Nummer	Omschrijving	Opmerking
1.C01-09	Chemie opslagtanks	
1.D01-10	Laad- en losdocks	
1.X01	Ingaande weegbrug	
1.X02	Uitgaande weegbrug	
2.B01-10	Opslag sleufsluis	
2.T01-11	Opslagtanks	
3.Y01-04	Mix tanks	
4.G01-04	Gas Buffers	Op dak van digestaalloods
4.R01-15	Vergisters	
4.X02	Thiophen Desulphurisation	
4.X03-07	Gasfakkels	Op dak technische ruimte
4.X11-14	Greenstep containers	
5.D01-03	LNG laadstations	
5.D11-12	CO2 laadstations	
5.L01-03	Liquefactie 50 TPD	
5.L11	CO2 liquefactie	In gebouw
5.T01-04	LNG opslagtanks	
5.T11-14	CO2 opslagtanks	
5.U01	Actief kool filtersysteem	
5.U02	Gas opwaardeer installatie	In gebouw
5.X01	Gas invoerstation	
5.X02	Gas aansluitstation	
6.A01	Luchtbehandelings installatie	
6.B01-03	Digestaal opslag sleufsluis	
6.E01-03	Verdampings installatie	
6.S01-09	Scheidings installatie	Op 1e verd. technische ruimte
6.T01-04	Buffers	
6.T05-08	Opslagtanks	
6.W01	Waterbehandeling (RO)	Op 2e verd. technische ruimte
9.I01	Elektra aansluitstation	
9.I02	Elektra verdeelstation	In gebouw
9.I03	Transformator gebouw	
9.I04-06	Transformator stations	
9.I07	Hoofd bestuursruimte	Op 2e verd. technische ruimte
9.I08	Sub bestuursruimte	
9.I21	Energieopslag / Accu's	

Bijlage 2 – Uitgangspunten berekeningen en faalfrequenties

Tankautoverlading

Uitgangspunten

1	Parameter	Eenheid	Verlaadplaats 1
2	Modelstof	[-]	Bio-LNG
3	Inhoud Tankwagen	m3	30
4	Temperatuur	°C	-157,7
5	Druk	bar	6
6	Grootste aansluiting tankwagen	mm	50,8
7	Medium verlading [slang / arm]	-	Verlaadslang
8	Diameter verlaadslang	mm	50,8
9	Verladingsdebiet	m3/hr	36
10	Pompdruk	bar	6
11	Tankhead	m	2,5
12	Aantal verladingen [per jaar]	-	2890
13	Duur verlading	uur	1
14	Tijdsduur tankwagen aanwezig overig	uur	1

FaalfrequentiesVerlaadplaats 1

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Aantal verladingen [per jaar]	Aanwezigheidsduur / duur verlading [uur]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Berekende Factor [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]
1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	1,00E-05	per jaar	2890	2	1	0,659	6,59E-06	30
2	Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	5,00E-07	per jaar	2890	2	1	0,659	3,30E-07	30
4	Breuk van de slang - niet ingrijpen Operator	4,00E-06	per uur	2890	1	0,1	289,00	1,16E-03	45
5	Lek van de slang	4,00E-05	per uur	2890	1	1	2890,00	1,16E-01	berekent model
6	Instantaan vrijkomen gehele inhoud, plasbrand	5,80E-09	per uur	2890	2	1	5780,00	3,35E-05	30

Transportleiding

Uitgangspunten

Parameter	Eenheid	Ver-verzamel	Verzamel-Thiopaq	Thiopaq-buffer	Buffer-upgrade	upgrade-liq	upgrade-GEU	GEU- Grid	Liq- opslagtank (LNG)
Modelstof	[-]	Biogas	Biogas	Biogas	Biogas	Methaan	Biomethaan	Biomethaan	Methaan
Inhoud grootste insluitsysteem (max)	m3	5000	5000	5000	5000	5000	71	71	478
Tankhead	m	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	27
Temperatuur	°C	10	10	10	10	10	10	10	-157,7
Diameter	mm	300	1000	1000	800	125	90	90	150
Lengte	m	300	220	250	200	70	60	20	120
Debiet	m3/hr	1119	16792	16792	14820	487	274	140	821
Type leiding	-	3 Bovengronds - Nominale diameter > 150 mm	3 Bovengronds - Nominale diameter > 150 mm	3 Bovengronds - Nominale diameter > 150 mm	3 Bovengronds - Nominale diameter > 150 mm	5 Ondergronds - leiding voldoet aan NEN 3650	5 Ondergronds - leiding voldoet aan NEN 3650	5 Ondergronds - leiding voldoet aan NEN 3650	3 Bovengronds - Nominale diameter > 150 mm
Tijdsduur in gebruik	uur / jaar	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500	8500

Faalfrequenties

Ver-verzamel

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,00E-07	per meter per jaar	8500	225	1	0,970	2,18E-05	1231,5	0
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-07	per meter per jaar	8500	225	1	0,970	1,09E-04	berekent model	100

Faalfrequenties

Verzamel-Thiopaq

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,00E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	1,16E-05	1231,5	0
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	5,82E-05	berekent model	100

Faalfrequenties

Thiopaq-buffer

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,00E-07	per meter per jaar	8500	250	1	0,970	2,42E-05	25188	0
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-07	per meter per jaar	8500	250	1	0,970	1,21E-04	berekent model	100

Faalfrequenties

Buffer-upgrade

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,00E-07	per meter per jaar	8500	200	1	0,970	1,94E-05	25188	#N/A
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-07	per meter per jaar	8500	200	1	0,970	9,70E-05	berekent model	100

Faalfrequenties

upgrade-liq

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,53E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	1,77E-05	1231,5	0
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	4,58E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	5,32E-05	berekent model	100

Faalfrequenties

upgrade-GEU

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,53E-07	per meter per jaar	8500	60	1	0,970	8,87E-06	411	0
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	4,58E-07	per meter per jaar	8500	60	1	0,970	2,66E-05	berekent model	100

Faalfrequenties

GEU- Grid

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,53E-07	per meter per jaar	8500	20	1	0,970	2,96E-06	210	#VALUE!
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	4,58E-07	per meter per jaar	8500	20	1	0,970	8,87E-06	berekent model	100

Faalfrequenties

Liq- opslagtank (LNG)

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Lengte [m]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruik [-]	Frequentie [per jaar]	Hoeveelheid LOC [m3]	Plas oppervlak [m2]
1	Breuk van de leiding	1,00E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	1,16E-05	1231,5	#VALUE!
2	Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5,00E-07	per meter per jaar	8500	120	1	0,970	5,82E-05	berekent model	100

Pompen

Uitgangspunten

Parameter	Eenheid	Compressor Liq	Verlaadpomp	Compressor upgrade	Compressor Grid
Modelstof	[-]	Methaan	BioLNG	Biogas	Biomethaan
Inhoud grootste insluitsysteem	m3	5000	478	5000	71
Tankhead	m	nvt	27	nvt	nvt
Temperatuur	°C	10	-157,7	10	10
Diameter	mm	125	50,8	800	90
Debiet	m3/hr	487	36	14820	120
Type pomp	-	pomp met pakking	pomp met pakking	pomp met pakking	pomp met pakking
Tijdsduur in gebruik	uur / jaar	8500	2890	8500	8500

Faalfrequenties

Compressor Liq

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruk [-]	Frequentie [per jaar]
1.2	Catastrofaal falen - geen ingrijpen	1,00E-04	per jaar	8500	1	0,970	9,70E-05
2.1	Lek (10 % diameter)	4,40E-03	per jaar	8500	1	0,970	4,27E-03

Faalfrequenties

Verlaadpomp

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruk [-]	Frequentie [per jaar]
1.2	Catastrofaal falen - geen ingrijpen	1,00E-04	per jaar	2890	1	0,970	9,70E-05
2.1	Lek (10 % diameter)	4,40E-03	per jaar	2890	1	0,330	1,45E-03

Faalfrequenties

Compressor upgrade

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruk [-]	Frequentie [per jaar]
1.2	Catastrofaal falen - geen ingrijpen	1,00E-04	per jaar	8500	1	0,970	9,70E-05
2.1	Lek (10 % diameter)	4,40E-03	per jaar	8500	1	0,970	4,27E-03

Faalfrequenties

Compressor Grid

Nr	Scenario	Basis-frequentie	Frequentie	Tijdsduur in gebruik [uur per jaar]	Vervolgkans [vanwege LOD]	Tijdsfactor in gebruk [-]	Frequentie [per jaar]
1.2	Catastrofaal falen - geen ingrijpen	1,00E-04	per jaar	8500	1	0,970	9,70E-05
2.1	Lek (10 % diameter)	4,40E-03	per jaar	8500	1	0,970	4,27E-03

Bijlage 3 – Risk Ranking Reports

- 3.1 – Individual Risk Ranking Report VA
- 3.2 – Societal Risk Ranking Report VA
- 3.3 – Individual Risk Ranking Report Alternatief/ VKA
- 3.4 – Societal Risk Ranking Report Alternatief/ VKA

Group Name Group Type
Combination 1 Combination

Risk Ranking Point Name RRP East (m) RRP North (m)
Risk ranking point N 20031.02 591394.1

Building Type Name Risk Total (Auge/year)
Indoor vulnerability 1,54056E-07

Outdoor vulnerability 4,30776E-07

Risk ranking point W 200391.23

Building Type Name Risk Total (Auge/year)
Indoor vulnerability 1,13624E-05

Outdoor vulnerability 1,41534E-05

Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency (Auge/year)	Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Catastrophic rupture	1	200311.5	591397.1	2.8E-06	5.53913E-07	99.82019641	0.037970137
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Instantaneous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.98447E-07	53.33820778	0.057956036	
Instantaneous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				2.58466E-07	46.06170222	0.887799068	
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Fixed duration release	1	200311.5	591397.1	2E-06	8.45499E-10	0.17040387	0.00447275
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release No rainout free field Flash fire with explosion				8.45499E-10	100	0.020500003	
Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency (Auge/year)	Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Catastrophic rupture	1	200311.5	591397.1	2.8E-06	4.30776E-07	100	0.013384874
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Instantaneous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				1.7221E-07	40.00000222	0.887799065	
Instantaneous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				2.58466E-07	58.99999778	0.887799068	
Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency (Auge/year)	Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Catastrophic rupture	1	200311.5	591397.1	2.8E-06	1.17647E-05	98.18329983	0.420107385
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Instantaneous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				4.85063E-06	41.22945201	0.520818897	
Instantaneous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				6.51452E-06	58.76954799	5.95333147	
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Fixed duration release	1	200311.5	591397.1	2E-06	2.16508E-07	1.8068149E-07	0.10825977
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release No rainout free field Flash Fire Only				1.0209E-07	46.3252229	0.837378528	
Continuous release No rainout free field Flash fire with explosion				1.1428E-07	52.76410002	0.471212045	
Continuous release No rainout immediate Horizontal Jet Fire Only				1.8747E-09	0.91630708	0.588448038	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	1	200313.3	591456.3	7.28537E-07	2.48977E-10	0.00208453	0.00342846
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.49777E-10	100	0.825500001	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20032.7	591452.7	7.28537E-07	0.32539E-11
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	2	20032.7	591452.7	7.28537E-07	2.48977E-10	0.00772166	0.00126999
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				9.32539E-11	100	0.024595953	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	11	20035.6	591403.1	7.28537E-07	2.98928E-11	0.00024969	4.18306E-05
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.98928E-11	100	0.024595955	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	12	20035.1	591398.1	7.28537E-07	8.27697E-11	0.00089261	0.00115528
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				8.27697E-11	100	0.024595955	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	13	20034	591391.8	7.28537E-07	1.07581E-10	0.000897826	0.00147607
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				1.07581E-10	100	0.024595955	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	14	20027.6	591387.3	7.28537E-07	1.7763E-10	0.001464011	0.00024476
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				1.7763E-10	100	0.025000001	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	15	200319.7	591396.3	7.28537E-07	2.18905E-10	0.001760126	0.000289491
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.18905E-10	100	0.024595996	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	16	200311.9	591393.4	7.28537E-07	2.24988E-10	0.001877656	0.000308821
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.24988E-10	100	0.025000003	
Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency (Auge/year)	Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Catastrophic rupture	1	200311.5	591397.1	2.8E-06	1.39304E-09	98.42137587	0.497313748
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Instantaneous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				4.7175E-06	33.85480489	0.882899545	
Instantaneous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				6.99278E-06	50.19746442	0.893843256	
Instantaneous release with Rainout immediate fireball with additional Pool fire effects				2.2251E-06	15.93754689	0.810103649	
Study/Bio LNG tank/Bio LNG tank/Fixed duration release	1	200311.5	591397.1	2E-06	2.15031E-07	1.5192836	0.30751528
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release No rainout free field Flash Fire Only				1.0209E-07	46.64341971	0.837378528	
Continuous release No rainout free field Flash fire with explosion				1.06772E-07	49.65472297	1	
Continuous release No rainout immediate Horizontal Jet Fire Only				7.3650E-09	3.76022732	0.944227055	
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	1	200313.3	591456.3	7.28537E-07	2.29636E-09	0.016224758	0.00318201
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				9.18543E-10	40.00000985	0.588447247	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				1.37781E-09	59.99999915	0.884472298	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20022.7	591403.7	7.28537E-07	3.3994E-10
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	2	20022.7	591403.7	7.28537E-07	2.48977E-10	0.002762181	0.00053661
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				1.56376E-10	39.99999903	0.942252947	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				2.3454E-10	60.00000317	0.942252952	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20035.6	591403.1	7.28537E-07	1.18564E-10
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	11	20035.6	591403.1	7.28537E-07	1.18564E-10	0.000337703	0.00162742
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				4.7554E-11	40.00000721	0.939963205	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				7.11381E-11	58.99999279	0.019663527	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20035.1	591398.1	7.28537E-07	3.43371E-10
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	12	20035.1	591398.1	7.28537E-07	3.43371E-10	0.002426985	0.00047135
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				1.5754E-10	40.00000468	0.841332027	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.06023E-10	59.99999512	0.941332016	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20034	591391.8	7.28537E-07	5.81143E-10
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	13	20034	591391.8	7.28537E-07	5.81143E-10	0.003964712	0.000770231
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				2.24457E-10	39.99999624	0.8384035	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				3.3665E-10	60.00000376	0.838403494	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				20027.6	591387.3	7.28537E-07	8.486471E-10
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	14	20027.6	591387.3	7.28537E-07	8.486471E-10	0.006688642	0.001299413
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				3.7868E-10	40.00000118	0.938508022	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				5.6803E-10	59.99999882	0.838508013	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				200319.7	591396.3	7.28537E-07	1.21212E-09
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	15	200319.7	591396.3	7.28537E-07	1.21212E-09	0.000564001	0.00166389
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				4.8489E-10	40.00001053	0.940681843	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				7.27272E-10	59.99999897	0.940681818	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				200311.9	591393.4	7.28537E-07	2.12339E-09
Study/Leadingwrt/Liquefaction - Bio LNG optlag/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	16	200311.9	591393.4	7.28537E-07	2.12339E-09	0.01070893	0.000282003
Outcome Type Description							
				Total Risk (Auge/year)	Pct. Risk	Risk / Outcome	
Continuous release with Rainout free field Flash fire with explosion and Pool fire				4.0000007E-10	40.0000007E-10	0.950000007E-10	
Continuous release with Rainout free field Flash Fire with Pool fire				1.2799E-09	59.99999325	0.068090058	

[illegible]

Building Type Name	Risk Total [/AveYear]
Indoor vulnerability	5,54859E-0

Outcome Type Description	Total Risk (A-weighted)	Risk: Benefit	Risk: Outcome
Instantaneous release with Rammed free Field Flush fire with eNiglonite and Post fire	2,584,617	0.53/00776	0.53/00766
Instantaneous release with Rammed free Field Flush fire with Post fire	2,048,687	0.46/017622	0.5877066
3	300,015	0.03/001	0.03/001
Continuous release No rammed free Field Flush fire with eNiglonite	9,454,498.10	350	0.05000003

Outcome Type Description	Total Risk [Angels]	Pts. Risk	Risk / Outcome
Instantaneous release with Raincoat free field Flight line with oligoform and Post Cure	1,723E-07	40.00000222	0.867790603
Instantaneous release with Raincoat free field Flight line with Post Cure	2.5466E-07	59.99999778	0.867790603

Building Type Name	Risk Total [/AveYear]
Indoor vulnerability	1.19E24E-0

Outcome Type/Description	Total Risk / (Average)	Pst. Risk	Risk / Outcome
Instantaneous release with Rainout free field Plume rise with explosion and Post fire	4,690,632-96	41,234,6231	0,52901597
Instantaneous release with Rainout free field Plume rise with Post fire	6,914,650E-96	58,76954799	0,9633447

Study/Leaking well/Location - Bio LPG underground Scenario group/Pressure vessel/short pipe	1	200912.3	Continuous release No rainout Free Field Flood Fire with-Engin	1,442,686.47	52.78439832	6.473120245
			Continuous release No rainout Immediate Horizontal Jet fire only	1,073,406.99	0.930568708	0.038448306
				7,285,376.47	2,407,776.10	0.002064633

		Outcome Type Description	Total Risk / (Avg/Freq)	Risk / Risk	Risk / Outcome
Study/Endpoint/Qualification	Study/Endpoint/Qualification - Bio Ligand/Scenario/Group/Pressure vessel/Short pipe	Continuous release with Runout free field Push-In with elapsoion and Post fire	8,252,626.11	200	6.02499993
		200535,6	500,403.1	7,285,757.47	2,869,276.11 0.00024469 4,103062.06

Outcome Type Description		Total Risk (Range/Est)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Study/LeadingHealthQuestion - Bio LNG updog/Scenario gasPressure vessel/Short pipe	Continuous release with Ruptured line field Puff/line with mitigation and Post fire	8,270,576-41	590,361.8	0.024099000
13		200034	7,295,576-47	1,076161-10 0.000687626 0.000162466

Outcome Type Description	Total Risk / (Age/Year)	Pos. Risk	Risk / Outcome
Continuous release with Runoff Free Field/Fire with explosion and Post fire	1,77026.10		0.02600001
Study's engineering/appraisal - Bio LNG-spill/Scenario group/Pressure vessel/Short pipe	2009.917	7,265.976	0.00176126

Outcome Type Description	Total Risk / Avg/Freq	Pts. Risk	Risk / Outcome
Continuous release with Raincoat Free Field Flush fire with explosion and Post fire	2,349,636/10	300	0.02500003

Outcome Type Description	Total Risk / AvgPool	Est. Risk	Risk / Outcome
Instantaneous release with Rainout from Field Fuel-Fire with oligoanal and Pool-Fire	4,71702	33,86440480	0.86209545
Instantaneous release with Rainout from Field Fuel-Fire with Pool-Fire	6,992738	50,1874642	0.851024156
Instantaneous release with Rainout immediate fireball with additional Pool-Fire effects	2,220166	15,03754880	0.881016649

		Continuous release No rainout free field Flash Fire Only	1.00298E-47	46.46341871	0.837378E-28
		Continuous release No rainout free field Flash Fire with-ignition	1.00772E-47	49.49427297	1
		Continuous release No rainout immediate horizontal jet fire Only	7.96958E-49	3.76232793	0.04627709
Study 6 CO2 tank6/CO2 tank7Fixed duration release	1		280811.5	595367.1	8.8E-47
					1.3144E-08 0.085767029 0.013849040

Outcome Type Description	Total Risk / (Avg/Fee)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Continuous release with Rainout free field Fish Fire with nitrogen and Post fire	9,185462e-10	40.00000008	0.084472747
Continuous release with Rainout free field Fish Fire with Post fire	1.377811e-11	59.99999991	0.084472748
Continuous release with Rainout free field Fish Fire with Post fire	3.996467e-2	3.26666667	3.040410e-10
	700607.7		0.00707093

Outcome Type	Description	Total Risk (Average)	Pct. Risk	Risk / Outcome
Continuous release with Rainout free field Push-Fire with Peak fire	2,945,46E-10	60.00000317	0.04252952	
200935.6	599.0401.1	7.28537E-07	1.18954E-01	0.000889984
0.00151677245				

Outcome Type/Description		Total Risk [Average]	Pts. Risk	Risk / Outcome
Study 1, endometriosis/operation - Bio UNG/typical Scenario post pressure vessel short pipe	Continuous release with Rainout free field Plush fire with explosion and Pool fire	1,373,608	10	40,000,000/88
	Continuous release with Rainout free field Plush fire with explosion	2,000,396	10	99,999,991/12
	Continuous release with Rainout free field Plush fire with Pool fire	501,391	8	6,611,416 or 0.0000611012
		200434		0.000770270

[illegible]

		Outcome Type/Description	Total Risk /Aspetent	Pos. Risk	Risk / Outcome		
		Continuous release with Rainout free field/Fish free with explosion and Post fire	4,848,050.10	40,008,101.13	0.040091343		
		Continuous release with Rainout free field/Fish free with Post fire	2,737,676.10	59,999,999.87	0.046081814		
Study#	id#	event#	qualification	-	No LNG spillage/Scenario gas/Pressure vessel/Short pipe		
16				260611.9	59,999,944.0	0.133184449	0.03293506788

[illegible]

Bijlage 4 – SMEZ rapport

Alleen een SMEZ rapport van het alternatief/ VKA is weergegeven, aangezien alle activiteiten uit de VA daar ook in verwerkt zijn.

Bijlage 5 – Domino-effecten windturbines

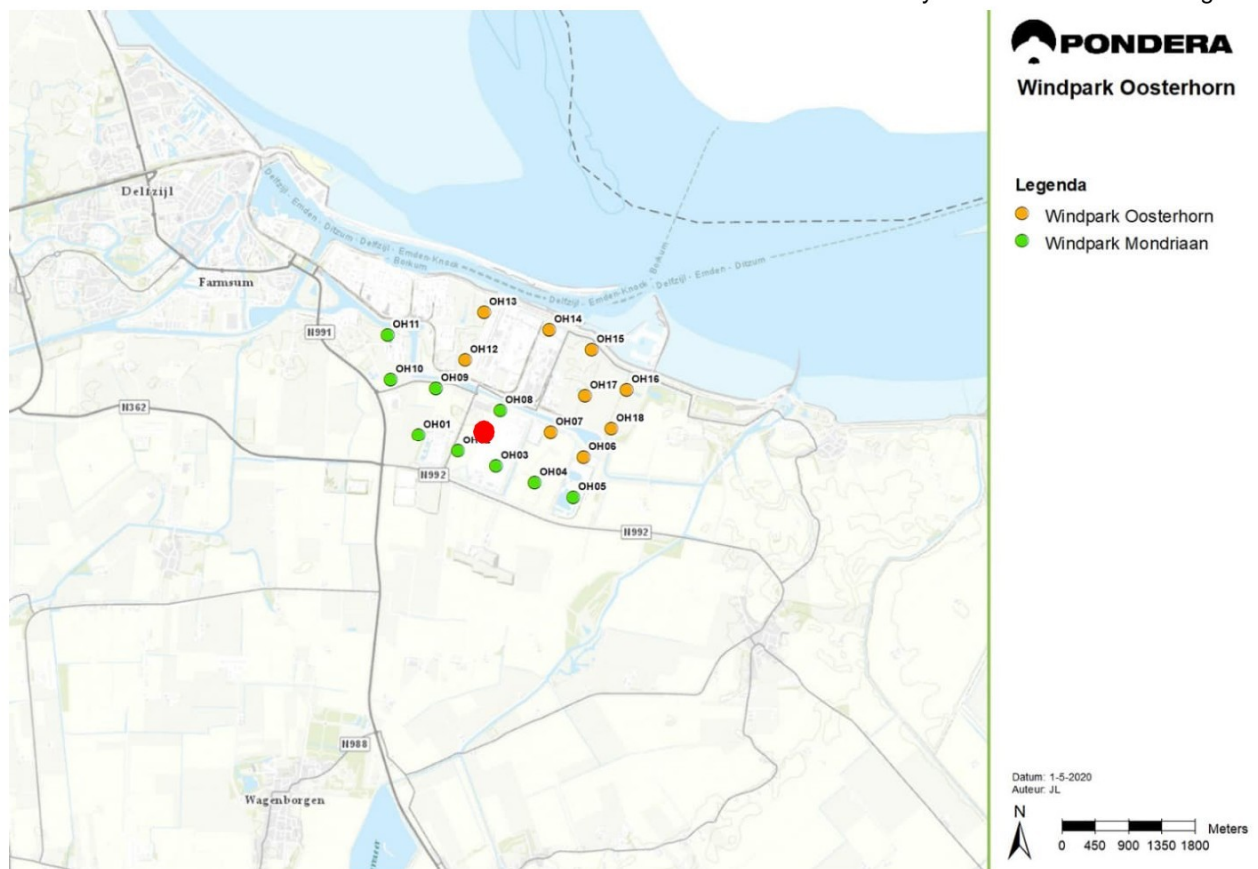
Bijlage 5. Beschouwing domino-effecten inzake windturbines

Inleiding

Binnen het bestemmingsplan “Oosterhorn” (vastgesteld 12 december 2019) wordt de mogelijkheid geboden voor de aanwezigheid dan wel realisatie van windturbines. De dichtstbijzijnde windturbines ten opzichte van de inrichting betreffen:

- OH1 ten oosten van de inrichtingsgrens op ongeveer 530 meter;
- OH2 ten zuiden van de inrichtingsgrens op ongeveer 135 meter;
- OH3 ten zuidwesten van de inrichtingsgrens op ongeveer 360 meter;
- OH8 ten noorden van de inrichtingsgrens op ongeveer 155 meter;
- OH9 ten noordoosten van de inrichtingsgrens op ongeveer 660 meter.

Beoordeeld is of het falen van de windturbines kan leiden tot het falen van een insluitsysteem binnen de inrichting.



Figuur 1 Windturbines in de omgeving van de inrichting (rode stip)

Gegevens windturbines

Voor onderhavige beoordeling is gebruik gemaakt van de gegevens van de gebruikte windturbine zoals deze zijn benoemd op de projectwebsite van het windpark Geefsweer & Oosterhorn, de Vestas V136 met een vermogen van 4,3 MW. Hier wordt gesproken over windturbines met een ashoogte van 145 meter en rotordiameter van 136 meter. In onderstaande tabel zijn de relevante gegevens van de windturbines inzichtelijk gemaakt. Daar waar aangegeven is gebruik gemaakt van het Handboek risicozonering windturbines¹

Tabel 1 Gegevens windturbines

Parameter	Gegevens
Vermogen	4,3 MW
Rotordiameter	136 m
Masthoogte	145 m
Toerental	14,2 RPM (Nominaal Toerental [rpm], conform bijlage B9 – vergelijking 2.2 van het Handboek risicozonering windturbines)
Bladlengte	76,2 m
Afstand zwaartepunt rotorcentrum	24,4 m (conservatieve waarde wordt de getoonde bovengrens van 18% van de rotordiameter aangehouden, bijlage B9 van het Handboek risicozonering windturbines)

Bladafbreuk

In de inleiding en Tabel 1 zijn de windturbines met bijbehorende gegevens rondom het terrein van D4 benoemd. Indien een windturbineblad zou afbreken, zou deze als gevolg van de impact van het blad een installatie op het terrein van D4 laten falen. Voor het in kaart brengen van de risico's van dit scenario is het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV "Windturbines" gebruikt (2020).

$$|u(t)| = \sqrt{u_x^2(t) + u_y^2(t) + u_z^2(t)} \quad (1)$$

$$\frac{du_x}{dt} = -\mu_x \cdot u_x |u(t)| \quad (2)$$

$$\frac{du_y}{dt} = -\mu_{yz} \cdot u_y |u(t)| \quad (3)$$

$$\frac{du_z}{dt} = -g - \mu_{yz} \cdot u_z |u(t)| \quad (4)$$

$$\frac{dx}{dt} = u_x \quad (5)$$

$$\frac{dy}{dt} = u_y \quad (6)$$

$$\frac{dz}{dt} = u_z \quad (7)$$

Waarbij de z-as de hoogte representeert, de x-as de richting waarin de windturbine draait en de y-as haaks op het draaiend vlak van de windturbine staat. u_i is de snelheid in de desbetreffende i-richting. μ_x en μ_{yz} zijn de luchtweerstandfactoren (vergelijking 8 en 9):

$$\mu_x = \frac{\rho C_{D,x} A_x}{2m} \quad (8)$$

$$\mu_{yz} = \frac{\rho C_{D,yz} A_{yz}}{2m} \quad (9)$$

ρ is de luchtdichtheid, $C_{D,x}$ is de weerstandscoefficiënt van de lucht in de x-richting en $C_{D,yz}$ is de weerstandscoefficiënt in de y- en z-richting en A is het geprojecteerde oppervlakte haaks op het desbetreffende richting.

¹ <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2022-11/Module%20IV.pdf>

De luchtweerstand coefficient wordt in het algemeen constant verondersteld. Voor de luchtweerstand in de x-, y- en z-richting is aangenomen dat in deze richtingen de luchtweerstandscoefficient 1,0 is.

Een ideaal functionerende windturbine staat zodanig gepositioneerd dat de wind in de richting van de y-as staat (zie figuur). w_x (windsnelheid) is dan verwaarloosbaar en w_y is gelijk aan de windsnelheid. u_y kan dan eventueel ook worden gezien als de snelheid van het windturbineblad ten opzichte van de wind. Oftewel, gezien het blad in eerste instantie geen absolute snelheid in de y-richting heeft, zal de snelheid van het windturbineblad initieel $-w_y$ zijn en de y-coördinaat 0. Voor de x- en z-coördinaat en de initiële snelheid in deze richtingen moet gekeken worden naar de positie op het moment van afbreken, waarvoor dan de azimuthoek α wordt bepaald.

$$u_{blad}(0) = 2\pi \cdot \frac{f}{60} \cdot l_{zwaartepunt} \quad (10)$$

Hier is f de rotatiesnelheid per minuut en het zwaartepunt van een windturbineblad wordt geschat op één derde van de totale lengte van het windturbineblad.

$$x(0) = l_{zwaartepunt} \cdot \cos(\alpha) \quad (11)$$

$$y(0) = 0 \quad (12)$$

$$z(0) = h_{turbine} - l_{zwaartepunt} \cdot rot \cdot \sin(\alpha) \quad (13)$$

rot staat voor de rotatierichting. rot is 1 indien de windturbine met de klok mee draait, rot is -1 indien de windturbine tegen de klok in draait.

$$u_x(0) = -u_{blad}(0) \cdot \sin(\alpha) \quad (14)$$

$$u_y(0) = -w_y \quad (15)$$

$$u_z(0) = -rot \cdot u_{blad}(0) \cdot \cos(\alpha) \quad (16)$$

Met deze 6 randvoorwaardes (vergelijking 11 tot en met 16) kunnen dan de 6 differentiaalvergelijkingen expliciet worden opgelost (vergelijking 2 tot en met 7). Er is gekozen voor een tijdstap van 0,01 s.

Om te evalueren of de windturbine een gevaar veroorzaakt voor het terrein van D4, is gekeken naar de verst mogelijke werpafstand bij het afbreken van een windturbineblad en de dichtstbijzijnde geplaatste installatie.

De maximale werpafstand is als het moment van afbraak overeenkomt met het moment in de rotatie waarbij alle snelheid voorwaarts is gericht. Dit is wanneer de wiek aan de top is gepositioneerd. Bij een nominaal toerental is de maximale werpafstand 131,5 meter voor deze windmolen. De luchtweerstand zorgt er in het geval van een projectiel met een optimale vorm voor luchtweerstand (daarop is een wiek ontworpen), voor een verdere werpafstand. In onderstaande tabel is de selectie van de windturbines weergegeven. Hierin is de afstand van de windturbine tot de terreingrens benoemd.

Het scenario waarbij de windturbine opereert op overtoeren (2 maal het nominaal toerental) wordt niet meegenomen, gezien de kans van bladafbreuk bij overtoeren al dermate klein is.

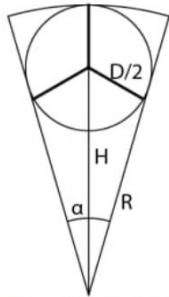
Tabel 2 Selectie windturbines voor bladafbreuk windturbine

Windturbine	Afstand tot terreingrens (in meters)	Werpafstand met luchtweerstand (in meters)	Gevaar voor het terrein
OH1	530	131,5	Nee
OH2	135	131,5	Nee
OH3	360	131,5	Nee
OH8	155	131,5	Nee
OH9	660	131,5	Nee

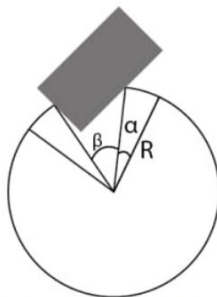
Naar aanleiding van bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat bij bladafbreuk van de windturbine de werpafstand met luchtweerstand de terreingrens niet haalt.

Mastbreuk

Indien een mastbreuk plaatsvindt, zou deze als gevolg van de impact een installatie op het terrein van D4 kunnen laten falen. Voor het in kaart brengen van de risico's van dit scenario is het vervolgens weer het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV "Windturbines" gebruikt (2020).



Figuur 3.2: Windturbine gemodelleerd als cirkelsegment.



Figuur 3.4: Schematisch bovenaanzicht van de turbine met een gebouw binnen het effectgebied

Waarbij R als volgt is gedefinieerd:

$$R = H + D/2$$

H is de hoogte van de mast en D is de diameter van de rotor, waardoor R voor de desbetreffende windturbines 213 meter is, opnieuw hoeft dan alleen OH2 en OH8 meegenomen te worden.

Voor de windturbine ten zuiden en noordoosten van de plant is $\alpha + \beta$ ingeschat als minder dan 5% van de totale cirkel:

$$\alpha + \beta = \pm 5\% \text{ vd totale cirkel}$$

Het risico dat bepaalde installaties worden geraakt doordat een windturbine mast afbreekt kan bepaald worden met

$$P_{hit,mb} = P_{mb} \cdot \frac{1}{2\pi} [\beta + \alpha]$$

Windturbine: $P_{hit,mb} = P_{mastbreuk} \cdot 0,05 = 6,5 \cdot 10^{-6} / \text{jaar}$, Additionele risico is alleen voor de installaties binnen radius van 213 meter (installaties grenzend aan de noordelijke en zuidelijke grens).

Tabel 3 Selectie windturbines voor mastbreuk windturbine

Windturbine	Afstand tot terreingrens (in meters)	Werkafstand met luchtweerstand (in meters)	Gevaar voor het terrein
OH1	530	213	Nee
OH2	135	213	Ja
OH3	360	213	Nee
OH8	155	213	Ja
OH9	660	213	Nee

Rotorafbreuk

Dichtstbijzijnde installatie is meer dan 140 meter. De rotordiameter is 136 meter. Het risicovolle gebied rondom de mast voor het afbreken van de gehele rotor/gondel of het naar beneden vallen van delen van brokken ijs bij stilstand heeft een diameter die gelijk is aan de rotordiameter, wat betekent dat de verst mogelijk afstand van de mast tot de omtrek van het risicovolle gebied 68 meter is en bereikt de terreingrens niet. Incidenten zoals rotorafbreuk of vallend ijs hoeven niet mee worden genomen.

Faalfrequenties

Om de kans te bepalen dat een scenario plaatsvindt en daadwerkelijk een hit veroorzaakt is de faalfrequentie van de verschillende scenario's nodig. In onderstaande tabel zijn deze faalfrequenties gegeven zoals beschreven in het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV "Windturbines" gebruikt (2020). Met behulp van deze frequenties zal de uiteindelijke kans worden berekend waarbij een scenario met betrekking tot een windturbine een installatie zal laten falen.

Tabel 4 Faalfrequenties van de faalscenario's van een windturbine

Faalscenario	Turbine ⁻¹ jaar ⁻¹
Bladbreuk (normaal bedrijf)	$8,4 \cdot 10^{-4}$
Mastbreuk	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Afvallen van gondel en/of rotor	$4,0 \cdot 10^{-5}$