

Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA) – aanvraag omgevingsvergunning

Ekwadraat – Mestvergistingsinstallatie North Star in Emmen

Auteurs:

Cornelis van Loon
George Rutten
085 – 070 47 32
info@oostkracht10.nl

15 februari 2023

Projectnummer: 2021.088

Documentkenmerk: R01-2021088 - QRA biogas Emmen,

Ekwadraat BV – feb2023-v4

Revisie: Definitief, versie 4.0

Oostkracht10
Leeuwenbrug 87a
7411 TH Deventer
oostkracht10.nl

**OOST
KRACHT
10**

Revisie	Datum	Auteur	Documentbeschrijving
1.0	19 november 2021	C. van Loon, G. Rutten	Eerste uitgave, concept
2.0	1 december 2021	C. van Loon, G. Rutten	Tweede uitgave, definitief (na verwerking opmerkingen opdrachtgever)
3.0	2 februari 2022	C. van Loon, G. Rutten	Derde uitgave, definitief (na verwerking opmerkingen bevoegd gezag)
4.0	15 februari 2023	C. van Loon, G. Rutten	Vierde uitgave, definitief (na aanpassing inrichtingstekening, aanvullingen opdrachtgever en update naar model Safeti-NL, v.8.5)

© Copyright Oostkracht10

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	6
1.1	AANLEIDING	6
1.2	DOEL VAN HET ONDERZOEK	6
1.3	GEBRUIKTE DOCUMENTEN	6
1.4	TOEGEPASTE RISICOANALYSEMETHODIEK	7
1.5	BESCHRIJVINGEN EN UITGANGSPUNTEN TOEKOMSTIGE SITUATIE	7
1.6	WETGEVING EN BELEID EXTERNE VEILIGHEID	8
1.6.1	<i>Plaatsgebonden risico</i>	8
1.6.2	<i>Groepsrisico</i>	8
2	BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING	11
2.1	BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING EN OMGEVING	11
2.2	PROCES- EN INSTALLATIEBESCHRIJVING	12
2.2.1	<i>Hoe werkt de biogasinstallatie</i>	12
2.2.2	<i>Mobiele affakkelininstallatie</i>	15
2.2.3	<i>Buisleidingen</i>	16
3	SELECTIE RELEVANTE INSLUITSYSTEMEN	17
3.1	ALGEMEEN	17
3.1.1	<i>Definitie gevaarlijke stoffen</i>	17
3.1.2	<i>Gevaarlijke stoffen binnen de biogasinstallatie van North Star</i>	17
3.1.3	<i>Koolstofdioxide (CO₂)</i>	18
3.1.4	<i>Salpeterzuur (HNO₃)</i>	18
3.1.5	<i>Watervrije ammoniak (NH₃)</i>	19
3.2	SUBSELECTIE	19
4	UITGANGSPUNTEN MODELLERING EN SCENARIO'S	22
4.1	ONGEVALSCENARIO'S	22
4.1.1	<i>Scenario's opslagtanks</i>	22
4.1.2	<i>Scenario's gasleidingen</i>	23
4.1.3	<i>Scenario's compressoren</i>	24
4.1.4	<i>Scenario's procesvaten</i>	25
4.1.5	<i>Warmtewisselaars</i>	25
4.1.6	<i>Tankwagenverlading (CO₂ en HNO₃)</i>	26
4.1.7	<i>Aardgasleidingen A-605, A-605-2 en waterstofleiding X-807</i>	26
4.2	OMGEVINGSFACTOREN	28
4.2.1	<i>Bevolking</i>	28
4.2.2	<i>Meteorologische gegevens en oppervlakteruwheid</i>	29
4.2.3	<i>Ontstekingsbronnen</i>	30
4.2.4	<i>Externe beschadiging</i>	30
5	RESULTATEN	31

5.1	PLAATSGEBONDEN RISICO.....	31
5.2	GROEPSRISICO	33
5.3	INVLOEDSGEBIED.....	34
5.4	SCENARIO'S MET DE GROOTSTE RISICOBIJDRAGE	34
6	CONCLUSIE.....	36
6.1	PLAATSGEBONDEN RISICO	36
6.2	GROEPSRISICO	36
6.3	INVLOEDSGEBIED.....	36
	BIJLAGE 1. PLATTEGRONDTEKENING	37
	BIJLAGE 2. TOTAALOVERZICHT INSTALLATIE EN KENMERKEN PER INSTALLATIE	38
	BIJLAGE 3. TOTAALOVERZICHT ONGEVALSCENARIO'S MET FAALFREQUENTIES	39
	BIJLAGE 4. MAXIMALE EFFECTAFSTANDEN.....	40
	BIJLAGE 5. BIJDRAGE INSTALLATIE AAN HET PLAATSGEBONDEN RISICO.....	41
	BIJLAGE 6. BIJDRAGE INSTALLATIE AAN HET GROEPSRISICO	42

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ekwadraat BV verzorgt voor North Star in Emmen een aanvraag voor de omgevingsvergunning. Het North Star consortium is voornemens om een grootschalige co-mestvergistingsinstallatie op het voormalige GZI-terrein van de NAM aan de Phileas Foggstraat 45 in Emmen te realiseren. Dit terrein is in ontwikkeling en is ingedeeld met 3 tot 4 projecten: een zonnepark, waterstofproductie door middel van elektrolyse, een waterstoftankstation en een co-mestvergistingsinstallatie (hierna: vergistingsinstallatie).

Voor de vergistingsinstallatie wordt een Wabo omgevingsvergunning Milieu aangevraagd door Ekwadraat BV namens het consortium. De productie en distributie van biogas (methaan) brengt veiligheidsrisico's voor de omgeving. In dit kader dient voor de omgevingsvergunning een kwantitatieve risicoanalyse (hierna: QRA) en een toetsing aan het Besluit risico's zware ongevallen 2015¹ (hierna: BRZO'15) met kennisgeving opgesteld te worden. Deze veiligheidsrisico's worden met onderhavige QRA inzichtelijk gemaakt en deze analyse maakt onderdeel uit van de totale vergunningaanvraag.

1.2 Doel van het onderzoek

Ekwadraat BV heeft aan Oostkracht10 gevraagd om dit externe veiligheidsonderzoek uit te voeren, waarbij:

- Het eerste doel van dit onderzoek is om, door middel van een QRA, de externe veiligheidsrisico's in kaart te brengen voor de realisatie van een grootschalige vergistingsinstallatie. Hierbij gaat het om het vaststellen van het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Getoetst wordt of er voldaan kan worden aan de normen van het PR en wat de gevolgen zijn voor het GR.
- Het tweede doel van dit onderzoek is om de bedrijfsactiviteiten van de vergistingsinstallatie te toetsen aan het BRZO'15, op basis van de aanwezige hoeveelheid gevaarlijke stoffen op inrichtingsniveau: een zogenoemde drempelwaardentoets. Onderdeel van deze toetsing is het opstellen van een BRZO-kennisgeving, conform artikel 6 van het BRZO'15.

1.3 Gebruikte documenten

Deze QRA en BRZO-toetsing en -kennisgeving zijn opgesteld met behulp van onderstaande informatie:

- 221-010-02 PFD biogas upgrading – interne markup tbv QRA (230-010-02 PFD BIOGAS UPGRADING,) 2021;
- NS-222-010-01-v0A.pdf (PLATTEGROND GAS INSTALLATIE NO RTH,) 2021;
- NS-222-010-01-v0A-KC.pdf (PLATTEGROND GAS INSTALLATIE NO RTH,) 2021;
- Project omschrijving tbv onderzoeken (interne memo, Ekwadraat BV) d.d. 11 oktober 2021;
- 20211005 - BRZO check NS (intern document, Ekwadraat BV) d.d. 11 oktober 2021.

¹ Besluit Risico's op Zware Ongevallen, 2015. Beschikbaar via: <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0036791&z=2015-07-08&g=2015-07-08>

1.4 Toegepaste risicoanalysemethodiek

Voor de QRA is gebruik gemaakt van de actuele 'Handleiding Risicoberekening Bevi' (RIVM, versie 4.3, d.d. 1 januari 2021, hierna: Hari). Hierin is beschreven hoe een QRA uitgevoerd dient te worden voor installaties en activiteiten met gevaarlijke stoffen:

1. Eerst worden de installaties die significant bijdragen aan het externe veiligheidsrisico geselecteerd voor stoffen die onder normale bedrijfsomstandigheden giftig, brandbaar of explosief zijn;
2. Van de geselecteerde installaties worden scenario's vastgesteld, waaraan faalkansen zijn gekoppeld. De ongevalsscenario's komen voort uit de Hari, specifiek uit Module C. Deze module omvat alle tabellen waar in hoofdstuk 3, *Selectie relevante insluitsystemen*, naar wordt verwezen;
3. Op basis van de ongevalsscenario's en gedetailleerde gegevens over de installaties worden de externe veiligheidsrisico's berekend met behulp van het actuele rekenmodel van Safeti-NL (versie 8.5). Dit is het wettelijk voorgeschreven risicoberekeningsmodel voor QRA's. Safeti-NL berekent het plaatsgebonden risico (PR), het groepsrisico (GR) en de maximale effectafstanden:
 - a. Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de overlidenskans van een individu in de vorm van contouren op een plattegrond rondom de beschouwde inrichting;
 - b. Het groepsrisico (GR) houdt rekening met de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep met N of meer personen in de directe omgeving van de inrichting tegelijkertijd het slachtoffer zou kunnen worden bij een calamiteit met gevaarlijke stoffen;
 - c. De maximale effectafstand is de grootste afstand tussen de locatie van een incident met gevaarlijke stoffen en de locatie waar nog een kans bestaat op dodelijke slachtoffers. De 1%-letaliteitafstand wordt gezien als de relevante maximale effectafstand bij een QRA.
4. Deze berekende risico's en effectafstanden worden vervolgens getoetst aan de eisen uit het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

1.5 Beschrijvingen en uitgangspunten toekomstige situatie

In de beschrijvingen in de hoofdstukken 3 (*Selectie relevante insluitsystemen*) en 4 (*Uitgangspunten modellering en scenario's*) wordt uitgegaan van de toekomstige situatie met de aangevraagde wijzigingen (zie 'Project omschrijving tbv onderzoeken' (interne memo, Ekwadraat BV) d.d. 11 okt. 2021).

Een plattegrondtekening van de inrichting is opgenomen in Bijlage 1 van dit rapport. Relevante kenmerken van de installaties en activiteiten voor de bestaande situatie, zoals gehanteerd in de risicoberekeningen, zijn opgenomen in hoofdstuk 3 samen met Bijlage 2 en hoofdstuk 4 samen met Bijlage 3.

1.6 Wetgeving en beleid Externe Veiligheid

Op 27 oktober 2004 is het Bevi van kracht geworden. Tegelijkertijd met dit besluit is een bijbehorende ministeriële regeling gepubliceerd (Revi²), welke onder andere tabellen met veiligheidsafstanden en rekenvoorschriften bevat. Sinds 2004 zijn het Bevi en Revi diverse malen herzien en aangevuld. In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het Bevi.

Het risicobeleid in het Bevi zijn de waarden voor het plaatsgebonden risico en het groepsrisico wettelijk verankerd:

- Plaatsgebonden risico (PR): 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.
- Groepsrisico (GR): aan de hand van de personendichtheid in het invloedsgebied van een inrichting kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op het aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal doden.

Bij de toetsing aan het PR en GR gelden grens- en richtwaarden die getoetst worden op de ligging van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. De definities van een kwetsbaar- en beperkt kwetsbaar object worden gegeven in artikel 1, lid 1 onder l resp. onder b van het Bevi en in Tabel 1 van dit rapport.

1.6.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico beschrijft de kans op overlijden van een persoon in de vorm van iso-risicocontouren op een plattegrond. Het geeft, met andere woorden, aan wat de exacte 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.

Kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: niet toegestaan / saneringssituatie;
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan.

Beperkt kwetsbare objecten:

- 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.

1.6.2 Groepsrisico

Het groepsrisico ligt in het verlengde van het plaatsgebonden risico en gaat uit van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep personen tegelijkertijd slachtoffer kunnen worden door toedoen van een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het groepsrisico kent, in vergelijking tot het

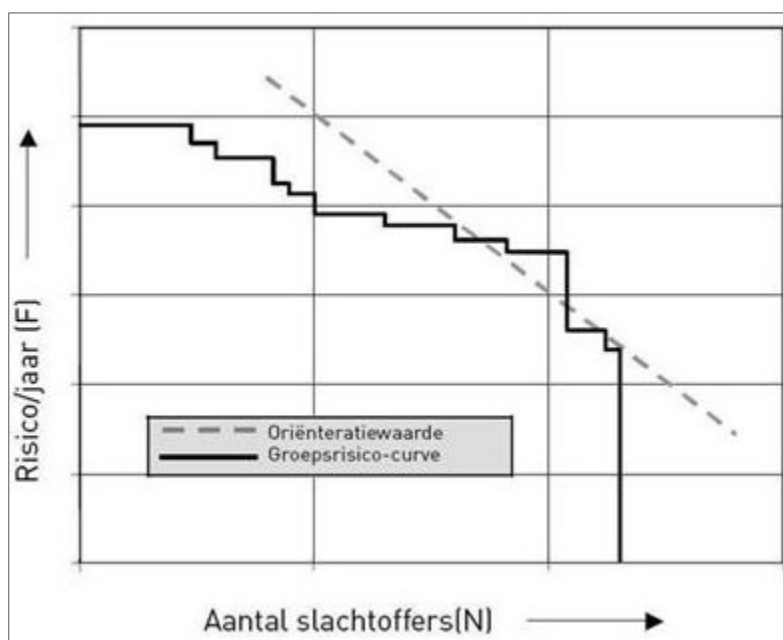
² Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi), geldend van 01-04-2020 t/m heden. Beschikbaar via: <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0017168&z=2020-04-01&g=2020-04-01>

plaatsgebonden risico, echter geen strikte normering. Wel wordt er uitgegaan van een oriëntatiewaarde, die recht doet aan risicoaversie: hoe groter de ramp, hoe lager de acceptabele kans. De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico.

Om het groepsrisico te beoordelen, dient het bevoegd gezag daarnaast onder andere aan te geven:

- 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 conform de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, versie 1.0, november 2007). Als de oriëntatiewaarde wordt overschreden, kan toch een vergunning worden verleend. In alle gevallen moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht. In Figuur 1 is de oriëntatiewaarde weergegeven.



Figuur 1: Oriëntatiewaarde voor het groepsrisico volgens Bevi (Infomil, z.j.)

Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Bij de normstelling in het Bevi³ wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare- en beperkt kwetsbare objecten:

³ Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), geldend van 01-01-2016 t/m heden. Beschikbaar via: <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0016767¶graaf=1&artikel=1&z=2016-01-01&g=2016-01-01>

- Kwetsbare objecten zijn objecten die vanwege hun functie of vanwege de aanwezigheid van veel personen, mogelijk ook 's nachts, beschermd moeten worden (Art. 1, lid f onder 1 van het Bevi);
- Beperkt kwetsbare objecten zijn objecten die vanwege de aard en beperkte aantallen personen en verblijftijd hiervan, ervan iets minder bescherming nodig hebben dan kwetsbare objecten (Art. 1, lid b onder 1 van het Bevi).

Voor beide categorieën objecten geldt dat het bevoegd gezag gemotiveerd objecten aan de lijst kan toevoegen, op basis van de laatste items in de opsomming in onderstaande Tabel 1. Objecten die niet onder een van beide categorieën kunnen worden ingedeeld, worden vanuit het oogpunt van externe veiligheid niet als kwetsbaar beschouwd. De normen uit het Bevi zijn op dergelijke objecten niet van toepassing.

Tabel 1. Kwetsbare- en beperkt kwetsbare objecten.

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen (2/ha)
Ziekenhuizen, bejaarden- en verpleeghuizen e.d.	Dienst- en bedrijfswoningen
Scholen en dagopvang minderjarigen	Kantoorgebouwen (< 1.500 m ²)
Kantoorgebouwen en hotels (> 1.500 m ²)	Hotels en restaurants (< 1.500 m ²)
Winkelcentra (> 1.000 m ² > 5 winkels)	Winkels
Winkel met supermarkt (> 2.000 m ²)	Sport-, kampeer- en recreatieterreinen (< 50 personen)
Kampeer- en verblijfsrecreatieterrein (> 50 personen)	Bedrijfsgebouwen
Andere gebouwen met veel personen	Equivalenten objecten en objecten met hoge infrastructurele waarde

Opgemerkt dient te worden dat bedrijfsgebouwen als beperkt kwetsbare objecten worden aangemerkt. Bedrijfsgebouwen behorende bij inrichtingen die onder het Bevi vallen worden echter niet als beperkt kwetsbaar object aangemerkt bij de toepassing van de normen voor het plaatsgebonden risico.

2 Beschrijving van de inrichting

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven over de omgeving van de inrichting en een korte procesbeschrijving gegeven.

2.1 Beschrijving van de inrichting en omgeving

Voor de inrichting van North Star in Emmen wordt een omgevingsvergunning gevraagd voor het in werking hebben van een vergistingsinstallatie. De hoofdactiviteit in deze inrichting is het vergisten van dierlijke mest en zowel vaste- als vloeibare co-producten, ofwel reststromen uit de agrarische- en voedingsmiddelenindustrie. Er zal jaarlijks maximaal 662.500 ton aan biomassa (circa 70% mest en 30% co-producten) worden verwerkt. Bij het vergistingsproces ontstaat biogas en digestaat. Het biogas wordt opgewaardeerd naar groen gas, bij het opwaardeerproces komt ook koolstofdioxide (CO₂) vrij. Het vrijkomende CO₂ wordt opgevangen, vervloeit, opgeslagen en afgevoerd naar derden of geëmitteerd naar de lucht. Het gereinigde biogas of -methaan wordt geïnjecteerd in het aardgasdistributienetwerk. Het digestaat wordt verder bewerkt, door het scheiden in dunne- en dikke fractie digestaat en verdere bewerking door middel van indamping voor dunne fractie en compostering voor dikke fractie digestaat. Het digestaat wordt uiteindelijk als meststof verhandeld en toegepast bij agrarische bedrijven.

Het ontvangststation en de gehele vergistingsinstallatie zullen gedurende het hele jaar in bedrijf zijn, maar alleen overdag is de installatie bemand. De aan- en afvoer van biomassa en digestaat vindt alleen plaats tijdens de bemande uren (6:00 – 22:00 uur, maandag t/m zaterdag).

De vergistingsinstallatie zal worden gerealiseerd op het voormalige GZI-terrein van de NAM (ca. 6,5 ha) aan de Phileas Foggstraat 45 in Emmen, op het industrieterrein Bargermeer Zuid. Het GZI-terrein is aangesloten op het leidingensysteem van Gasunie. Direct aan de noordzijde van dit terrein bevindt zich het Bargerkanaal. Op enige afstand ten westen (ca. 600 meter) van het terrein ligt het Oranjekanaal. Aan de zuid- en westzijde en het grootste gedeelte van de noordzijde grenst dit terrein aan andere bebouwde, industriële bedrijfsterreinen. Aan de oostzijde is de omgeving grotendeels onbebouwd, net als aan een groot gedeelte van de noordzijde van het terrein.

Het stadscentrum van Emmen bevindt zich op ongeveer 4 kilometer afstand ten noordwesten van de beoogde inrichtingslocatie. De woonkern Nieuw-Dordrecht ligt op kortere afstand, namelijk op 1,2 kilometer ten zuidoosten van dit terrein. Zie Figuur 2 voor een impressie van de omgeving en de ligging van het terrein, waar de vergistingsinstallatie van North Star wordt gerealiseerd.



Figuur 2: Beoogde ligging vergistingsinstallatie op terrein North Star in Emmen, bron: PDOK viewer (luchtfoto 25 cm).

2.2 Proces- en installatiebeschrijving

De inrichting is onderverdeeld in diverse vergistings- en voorraadtanks, proceshallen en opwerkingsinstallaties. In Bijlage 1 is een overzichtstekening opgenomen van de inrichting met daarop weergegeven de aanwezige afdelingen en ruimtes. In de volgende paragrafen wordt het (productie)proces nader toegelicht.

2.2.1 Hoe werkt de biogasinstallatie

Door het toevoegen van een vloeibare stroom met biomassa in de vergisterprocestanks (vergisters) ontstaat ruw biogas, dat voor ongeveer 60% uit methaan (CH_4) en voor 40% uit koolstofdioxide (CO_2) bestaat. Daarnaast bevat ruw biogas kleine hoeveelheden waterstofsulfide (H_2S ; < 200 ppm), ammoniak (NH_3) en vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC's).

Bij vergisting wordt organisch materiaal middels een anaerob (ofwel zuurstofloos) proces afgebroken en omgezet naar ruw biogas, wat voornamelijk bestaat uit CO_2 en CH_4 (40%, resp. 60%). Dit proces vindt plaats in grote geroerde tanks bij milde omstandigheden (lichte overdruk van enkele millibar, temperatuur ca. 40 °C). Vergisting is een relatief langzaam proces, waardoor een relatief groot volume nodig is om tot een zo volledig mogelijke afbraak te komen.

Het vergistingsproces wordt in de te realiseren mestvergistingsinstallatie van North Star uitgevoerd in een aantal stappen:

1. Alle substraat (dierlijke mest en co-producten) wordt eerst in een aantal centrale hydrolyse buffers gepompt waar de eerste stap, ofwel de hydrolyse, van het vergistingsproces start. Vanuit de hydrolyse-buffer wordt het substraat naar een aantal parallel geschakelde hoofdvergisters (8 stuks) gepompt alwaar de bulk van de biogas productie zal plaatsvinden;
2. Vanuit deze hoofdvergisters wordt het digestaat naar één thermofiele navergister gepompt, die is ingeregeld op een temperatuur van circa 55 °C. Tevens wordt het dusdanig geopereerd dat een gegarandeerde minimale verblijftijd van 4,5 uur optreedt (de gemiddelde verblijftijd is een aantal dagen). Doel van deze stap is primair om het digestaat te hygiëniseren, hetgeen een eis is voor export, anderzijds zal ook extra ruw biogas worden geproduceerd met deze stap;
3. Na de thermofiele vergistingsstap (stap 2) wordt het digestaat in de navergisters (2 stuks) gebracht, waarin door warmtewisselaars de warmte van dit proces wordt teruggewonnen. Tevens wordt er op deze manier voor gezorgd dat het digestaat volledig is 'uit-vergist'. Het warmtewisselaarsysteem zorgt ervoor dat de restwarmte wordt afgegeven aan de nog te vergisten biomassa en het digestaat verder wordt afgekoeld zodat het vergistingsproces en biogasvorming afsterft. Het vloeibare ontgaste digestaat wordt met gesloten tankauto's uit de inrichting vervoerd. De navergisters zijn middels een overloop verbonden met één buffertank, welke fluctuaties kan opvangen en daarmee zorgt voor een stabiele voeding voor de digestaatverwerking;
4. Het geproduceerde ruw biogas wordt via een gesloten systeem van leidingen vanuit de navergisters naar de biogas-opwerkingsinstallatie geleid. Dit leidingsysteem ligt onder afschot, met op de laagste punten de condenswaterputten. Deze putten zijn voorzien van een pomp die het condenswater periodiek naar een kelder in Gebouw 1 verpompt. Via deze kelder wordt het condenswater vervolgens weer via de mengtanks terug het vergistingsproces in gebracht;
5. Binnen de biogas-opwerkingsinstallatie wordt het ruwe biogas (40% CO₂ en 60% CH₄) opgewerkt naar kwalitatief (zuiver) aardgas/biomethaan via een aantal stappen:
 - a. Allereerst vindt een voorbehandeling plaats, waarbij het biogas wordt gekoeld waardoor (condens)water en anorganische verontreiniging uit het gas worden gecondenseerd;
 - b. Hierna wordt het biogas door een aantal 'actief kool polishing filters' geleid om de laatste resten H₂S, NH₃ en eventuele verontreinigen met VOC's te verwijderen;
 - c. Na de voorbehandeling wordt het biogas met compressors op druk gebracht tot max 16 bar(g). Dit is nodig om de juiste condities te bereiken voor verdere gasbehandeling. Na de compressie is wederom een koelstap nodig en hierbij zal water in het biogas worden gecondenseerd. Alle condenswater uit de eerste- en tweede behandelingsstap wordt afgevoerd naar de condenswaterput onder Gebouw 1;
 - d. Na compressie wordt het grootste deel van de CO₂ uit het biogas verwijderd. Deze verwijderstechniek voor CO₂ wordt ook gebruikt om de laatste waterresten uit het biogas te verwijderen. Na deze stap is het gas "on spec" en daarmee geschikt voor injectie in het openbare gasnetwerk.

Productie van gezuiverd- of gereinigd biogas of -methaan

Voordat gasinjectie in het aardgasdistributienet kan plaatsvinden, vindt kwaliteits- en debietmonitoring plaats. Hiertoe is een zogenaamde poortwachter voorzien. Indien het gas binnen de wettelijk gestelde specificaties valt,

vindt injectie en overdracht naar de netbeheerder plaats. Indien het gas niet aan de kwaliteitseisen voldoet, zogenaamd “off spec” gas, zal het gezuiverde gas teruggevoerd worden naar de vergisters. In uitzonderlijke gevallen kunnen vanuit de vergisters de aanwezige fakkelininstallaties worden geactiveerd. Dit zal alleen gebeuren als de gasbuffers vol zitten.

De intentie is om het zuiver biogas of -methaan via een buisleiding te injecteren in de voormalige en (dus) reeds aanwezige GZI-productieleiding. Om dit mogelijk te maken zal na de gasopwerking en kwaliteitscontrole een additionele compressor worden geplaatst, in combinatie met een koeler om het gas op de juiste druk en temperatuur te kunnen injecteren. Het gereinigde- en gedroogde methaan wordt vervolgens doorgeleid naar het ontvangststation. Het opgewerkte methaangas wordt aangeleverd op het aardgasnet van de Gasunie, bij een druk van 66 bar(g). Dit ontvangststation staat vlakbij de biogasopwerkingsinstallatie en de terreingrens, bij de bestaande aansluiting op het aardgasnet vanaf het voormalig NAM-terrein. Het doel van de installatie is om te meten en de kwaliteit te waarborgen van het verbeterde biogas en gasgeurstoffen toe te voegen voordat het wordt ingevoerd in het gasnet.

Productie van koolstofdioxide (CO₂)

Uit de biogasopwerkingsinstallatie komt een geconcentreerde stroom CO₂-gas vrij, met als belangrijkste vervuilingen water, methaan, stikstof en zuurstof. Het is de intentie om CO₂ te reinigen en te vervloeien (ofwel het gas tot vloeistof te verdichten) in de CO₂ terugwininstallatie, zodat deze elders nuttig ingezet kan bijvoorbeeld in kassen. Het CO₂ wordt eerst van een lage druk (5 mbar(g)) naar een druk van maximaal 25 bar(g) gebracht door een compressor. Hierna wordt CO₂ gekoeld en door middel van adsorptie gedroogd in een adsorptiekolom. Na droging wordt CO₂ verder gekoeld en vervloeid in een vervloeingsinstallatie. Hierbij worden eventuele vervuilingen (methaan, stikstof, zuurstof en water) uit de vloeibare CO₂ gestript. Deze stoffen worden gebruikt om de adsorptiekolom te regenereren en vervolgens weer teruggevoerd naar de gasopwerkingsinstallatie.

Het geproduceerde, vloeibare CO₂ wordt opgeslagen in twee opslagtanks van elk 250 ton, dus de totale opslagcapaciteit voor CO₂ bedraagt op inrichtingsniveau 500 ton. Vanuit deze opslagtanks wordt vloeibaar CO₂ in vrachtwagens geladen middels een pomp. In het geval dat de CO₂-terugwininstallatie in onderhoud of in storing is, zal CO₂ vanuit de gasopwerking naar de atmosfeer worden geëmitteerd.

Alle tanks, leidingsystemen en processen zijn gesloten uitgevoerd. Tabel 2 bevat een overzicht met alle relevante gegevens (kengetallen) van deze installatie; deze gegevens worden in meer detail toegelicht in het aanvraagdocument Omgevingsvergunning milieu.

Tabel 2: Kengetallen van de biogasinstallatie van North Star in Emmen.

Grondstoffen	Hoeveelheid per jaar (maximaal)
Mest (dunne en vaste mest van landbouwdieren)	662.500 ton
Co-producten	331.000 ton
Totale invoer van mest en co-producten	662.500 ton (waarbij minimaal 50 gewichtsprocent mest)
Tussenstof	Hoeveelheid per jaar
Ruw biogas (60% CH ₄ & 40% CO ₂)	66,4 miljoen Nm ³ (max 8.000 m ³ /uur)
Zuiver biogas of -methaan (100% CH ₄)	40 miljoen Nm ³ (max 5.000 m ³ /uur)
Digestaat	600.000 ton

Eindstoffen		Hoeveelheid per jaar (maximaal)
Groen gas (methaan)		40 miljoen Nm ³
CO ₂ (vloeibaar)		45.000 ton
Gedroogd digestaat		125.000 ton
Concentraat		35.000 ton
Loosbaar water (condensaat)		200.000 ton
ASL (Ammonium Sulfate Liquid)		25.000 ton
Vloeibaar digestaat		200.000 ton

Hulpstoffen	Locatie - opslagwijze en grootte	Hoeveelheid per jaar
Zwavelzuur 98%	4 tanks van elk max. 45 m ³	6.000 ton
Vlokmiddel	Tank van max. 45 m ³	1.000 ton
Waterijzer slib	In gebouw 1	6.000 ton
Natronloog (30% NaOH)	Tank van max. 45 m ³	200 ton
Salpeterzuur (53% HNO ₃)	Tank van max. 10 m ³	150 ton
Zoutzuur (30% HCl)	Tank van max. 45 m ³	150 ton
Antiscalant	1.000 L in IBCs	10 m ³
Actief kool	Geen opslag, op afroep	100 ton
Anti-schuimmiddel	1.000 L in IBCs	10 m ³
Smeerolie	10 opslagvaten van elk 200 L	800 L
Dieselolie	Dubbelwandige tank 5 m ³	7 m ³
THT	100 liter vat	1.600 liter
Elektriciteit		42.000 MWh (vollast x 8.300 uur)
Aardgas		2 miljoen Nm ³
Hemel/proceswater (o.a. luchtwassers en biobed)		150.000 m ³

Voor de BRZO-kennisgeving en bijbehorende BRZO-toets is bepaald welke hulpstoffen relevante gevaarseigenschappen (ofwel H-zinnen) hebben conform het BRZO'15. Dit betreft uit bovenstaande tabel de volgende stoffen:

- Ruw biogas (ontvlambaar gas);
- Tetrahydrothiopheen, THT (ontvlambare vloeistof);
- Salpeterzuur (oxiderende vloeistof);
- Gereinigd biogas of -methaan (ontvlambaar gas).

Op basis van de maximale hoeveelheden aan bovengenoemde stoffen die dagelijks, tegelijkertijd op inrichtingsniveau aanwezig kunnen zijn, betreft de aangevraagde biovergistingsinstallatie een *lage drempelinrichting* conform het BRZO'15 (PBZO-plichtig). De BRZO-kennisgeving en -toets zijn uitgewerkt in separate documenten.

2.2.2 Mobiele affakkelininstallatie

In exceptionele gevallen, bijvoorbeeld in geval van storingen, reparatie of onderhoud bij de gasopslag of -reiniging, wanneer de gasbuffers vol zitten kan het biogas in een fakkelininstallatie worden verbrand. De gasfakkel is een veiligheidsvoorziening die het geproduceerde biogas verbrandt, zodat zich geen explosief mengsel in de vrije lucht kan vormen. Deze affakkelininstallatie is voorzien van twee fakkels, met een totale capaciteit van 8.000 m³/uur (4.000 m³/uur per fakkel). De gasfakkels zijn uitgerust met een automatisch ontstekingsmechanisme en periodieke

herontbranding. De affakkelinstallatie is dus ontworpen om de totale productie van biogas van de installatie af te branden in geval van een storing en/of noodgevallen.

2.2.3 Buisleidingen

2.2.3.1 Biogasleidingen

In het hele proces van vergisting naar aflevering op het gasnet is sprake van transport door een aantal ondergrondse buisleidingen. Vanaf de vergisterprocestanks lopen twee verzamelleidingen naar de thermofiele navergister en drie navergistertanks, bij lichte overdruk (ca. 5 mbar) en temperatuur (ca. 40 °C). Vanuit de navergisters stroomt ruw biogas verder naar de biogasopwerkingsinstallatie. Hier bevindt zich eerst een compressor, die de druk opvoert van 5 mbar(g) naar 500 mbar(g) en een warmtewisselaar, die ruw biogas afkoelt van 55 °C naar 20 °C.

Een tweede compressor voert de druk van ruw biogas vervolgens op van 500 mbar(g) naar 16 bar(g). Vervolgens wordt CO₂ verwijderd uit het ruwe biogas middels membranen en ontstaat gereinigd biogas. Hierna bevindt zich een additionele compressor en warmtewisselaar, die het zuivere biogas naar het ontvangststation leidt, waar het gas op de juiste temperatuur en druk wordt aangeleverd op de reeds aanwezige GZI-productieleiding (N-566-02) en vervolgens het aardgasnetwerk van de Nederlandse Gasunie (66 bar(g)) kan aanleveren.

2.2.3.2 CO₂-leidingen

Daarnaast is in de richting een bovengrondse CO₂-gasleiding met een diameter van 400 mm en flow van 3.000 Nm³/uur voor het transport van koolstofdioxidegas (CO₂) aanwezig. De geschatte lengte van deze leiding is 112 meter, zoals ingetekend in de plattegrondtekening in Safeti-NL ('worst-case').

2.2.3.3 Hogedruk gastransportleidingen

In de directe omgeving van de mestvergistingsinstallatie bevindt zich de bestaande, ondergrondse hogedruk aardgastransportleiding A-605 (Nederlandse Gasunie) over het terrein (ontwerpdruk 79,9 bar(g) en diameter van 30 inch, ofwel 762 mm). Deze zal in de toekomst in gebruik blijven voor het transport van aardgas.

Daarnaast zal over het terrein van North Star met de te realiseren mestvergistingsinstallatie een vertakking van de aardgasleiding A-605 worden aangeleverd, namelijk de A-605-02 (ontwerpdruk 79,9 bar(g) en diameter van 6 inch, ofwel 152,4 mm). Ook is een nieuwe leiding voor het transport van waterstof vergund, die parallel ligt aan de leiding A-605-02: X-807. Deze leiding heeft een ontwerpdruk van 66,2 bar(g) en diameter van 6 inch (ofwel 152,4 mm).

3 Selectie relevante insluitsystemen

3.1 Algemeen

De (sub)selectie heeft tot doel de insluitsystemen binnen de inrichting aan te wijzen die het meest bepalend zijn voor het externe risico en dus in de QRA moeten worden meegenomen.

Een insluitsysteem wordt in de Hari omschreven als een of meerdere toestellen, waarvan de eventuele onderdelen blijvend met elkaar in open verbinding staan en bestemd om één of meerdere stoffen te omsluiten. Voor de subselectie is bepalend dat een “Loss of Containment” (LoC) in één insluitsysteem niet leidt tot het vrijkomen van significante hoeveelheden gevaarlijk stof uit andere insluitsystemen.

Zoals eerder beschreven wordt de selectie en daarmee de QRA uitgevoerd voor stoffen, die onder normale bedrijfsomstandigheden brandbaar, explosief of toxisch zijn.

3.1.1 Definitie gevaarlijke stoffen

Conform de Hari is een brandbare stof een stof die een procestemperatuur heeft die gelijk is aan of hoger is dan het vlampunt. Een stof wordt als toxisch gezien, indien de LC₅₀ (rat, inhalatie, 1 uur)-waarde van de stof lager is dan 20.000 mg/m³. Onder explosieve stoffen wordt verstaan:

1. Stoffen en preparaten die ontploffingsgevaar leveren door schok, wrijving, vuur of andere ontstekingsoorzaken (waarschuwingzin R2/H220);
2. Pyrotechnische stoffen: een stof of mengsel van stoffen die of dat tot doel heeft warmte, licht, geluid, gas of rook of een combinatie van dergelijke verschijnselen te produceren door middel van niet-ontploffende, zichzelf onderhoudende exotherme chemische reacties;
3. Ontploffbare of pyrotechnische stoffen en preparaten die in voorwerpen zijn vervat;
4. Stoffen en preparaten die ernstig ontploffingsgevaar opleveren door schok, wrijving, vuur of andere ontstekingsoorzaken (waarschuwingzin R3/H220).

3.1.2 Gevaarlijke stoffen binnen de biogasinstallatie van North Star

De stoffen die betrokken zijn bij het proces en eventueel als gevaarlijk kunnen worden aangemerkt zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 3: Toetsing gevaarlijke stoffen op relevantie voor de QRA

Stof	H-zinnen (toxisch of ontvlambaar)	Ontvlambaar	Giftig	Relevant voor QRA
Ruw biogas (200 ppm H ₂ S; 60% CH ₄ /40% CO ₂) *	H220	Ja	Nee	Ja
Gereinigd biogas of -methaan (100% CH ₄)	H220	Ja	Nee	Ja
Geconcentreerd, vloeibaar CO ₂	-	Nee	Ja	Ja
Tetrahydrothiofeen (THT)	H225	Ja	Nee	Ja
Waterstofsulfide (H ₂ S)	H220, H330	Ja	Ja	Ja
Salpeterzuur	H330	Nee	Ja	Ja
Watervrije ammoniak (NH ₃)	H221, H331	Nee [#]	Ja	Ja

*In Safeti-NL is uitgegaan van een ‘worst-case’ verhouding van 60% CH₄ en 40% CO₂ in ruw biogas (grootste brandbare fractie CH₄ in dit mengsel).

[#]Watervrije ammoniak (CAS 7664-41-7) is weliswaar als brandbaar gas (H221) geclassificeerd, maar is een anorganisch gas waarvoor geen vlampunt is afgeleid⁴. Daarom volgt uit de Hari dat deze stof als relevant voor de QRA wordt beschouwd op basis van 'ontvlambaar'; de procestemperatuur (-30 °C) kan namelijk niet met een vlampunt vergeleken worden.

3.1.3 Koolstofdioxide (CO₂)

Hoewel geconcentreerd, vloeibaar CO₂ onder normale omstandigheden (atmosferische druk en gemiddelde buitentemperatuur van 9,8 °C, conform de HARI) niet toxisch/giftig is, geldt dat deze stof in twee tanks met een capaciteit van elk 250 ton (totaal: 500 ton) wordt opgeslagen, bij een druk van 25 bar. Bij deze omstandigheden kan, in geval van calamiteiten of incidenten tijdens bedrijfsactiviteiten, een toxicologisch significante concentratie ontstaan (> 5.000 ppm ofwel 9.000 mg/m³; de 8-uurs grenswaarde voor werknemers⁵). Om deze reden is deze stof toch meegenomen in deze QRA.

CO₂ is een stof die niet standaard geclassificeerd is als giftig via inhalatie, zoals aangeduid met H330 of H331, volgens de ECHA⁶. Wel leiden zeer hoge concentraties (> 100.000 mg/m³ gedurende 1 uur⁷) mogelijk tot letale effecten buiten de inrichtingsgrens. De stof is niet in de standaard stoffendatabase van Safeti-NL opgenomen. Het RIVM geeft aan dat de probitrelatie die is gebaseerd op een rapport van de HSE voldoende conservatief is en gebruikt kan worden voor risicoberekeningen⁸. Het gebruik van de HSE probitrelatie geeft dus een veilige inschatting van de risico's van kooldioxide. Deze probit is gehanteerd in de modellering in Safeti-NL.

3.1.4 Salpeterzuur (HNO₃)

De stof salpeterzuur (HNO₃) is, op advies van het RIVM, op een alternatieve wijze gemodelleerd in deze QRA. Deze stof zal in de inrichting aanwezig zijn als waterige oplossing met een concentratie van 53% en niet in pure, roodrookende vorm. Voor waterige oplossingen moet de bronterm van de stof die uit de oplossing verdampt, met een externe berekening worden bepaald (zie par. 3.6.4 van Module B van de Hari). Vervolgens moet met behulp van de dampspanning, afhankelijk van temperatuur en concentratie, en de plasgrootte de bronterm van HNO₃ bepaald worden. De bronterm HNO₃ kan vervolgens worden omgerekend naar stikstofdioxide (NO₂). Deze hoeveelheid wordt vervolgens ingevoerd als 'user defined source' (*release scenario pool source (radius)*). In deze 'user defined source' moet ook de plasgrootte weer worden ingevoerd.

Voor de gemodelleerde tank is NO₂ als 'material' worden gekozen bij een temperatuur van 21,2 °C, omdat deze stof anders niet gasvormig is. Ook moet de inhoud ('mass inventory') gekozen worden, maar de exacte waarde doet er niet toe, omdat de bronterm door de onderliggende 'user defined source' wordt bepaald. Overigens zal zodra de stof HNO₃ vrijkomt in de lucht in dezelfde hoeveelheid stof (in mol) worden omgezet in NO₂.

⁴ Stofinformatie voor watervrije ammoniak (CAS 7664-41-7) volgens ECHA-database. Bron: <https://echa.europa.eu/nl/registration-dossier/-/registered-dossier/15557/4/12>

⁵ Bron: RIVM, RVS Zoeksysteem (geraadpleegd 18 nov. 2021), zie: <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/stof/detail/858>

⁶ Stofinformatie voor CO₂ (CAS 124-38-9) volgens ECHA-database. Bron: <https://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/131271>

⁷ Voor CO₂ is de levensbedreigende waarde (LBW) voor 1 uur: 100.000 mg/m³. Bron: <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/stof/detail/858>

⁸ Bron: 'Comparison of risks from carbon dioxide and natural gas pipelines. Report RR 749. HSE 2009'.

3.1.5 Watervrije ammoniak (NH₃)

Bij de koeling van CO₂ in de daarvoor bestemde, inpanidige vervloeiingsinstallatie (gebouw 5) zal watervrije ammoniak worden gebruikt in een hoeveelheid van maximaal 2.500 kg. De druk in het systeem zal tussen de 15 en 20 bar(g) bedragen bij een procestemperatuur van -30 °C. De leidingdiameter bedraagt 1.270 mm ofwel 50 inch (DN 50). Alle ammoniakvoerende onderdelen zijn opgesteld in de machinekamer of productiekamer in gebouw 5, met uitzondering van zowel de condensor met verbindend leidingwerk en de leidingen van en naar de verdamper, die met de buitenlucht in verbinding staan.

Dit komt overeen met 'opstellingsuitvoering 2' uit tabel 3 van Bijlage 2 uit de Revi voor koel- of vriesinstallaties en warmtepompen met ammoniak als koudemiddel⁹. Uit bovengenoemde tabel volgt dat voor de ammoniak-koelinstallatie die onderdeel uitmaakt van de CO₂-vervloeiingsinstallatie in gebouw 5 geen invloedgebied geldt. Conform par. 2.3.3 uit Module C van de Hari betekent dit dat deze installatie geen bijdrage levert aan de externe veiligheidsrisico's.

3.2 Subselectie

Gekozen is om de systemen met een voor de QRA relevante component, allen mee te nemen in de QRA (zie par. 3.1). Hierbij is een uitzondering gemaakt voor de volgende onderdelen:

- Het zeer korte leidingwerk tussen alle vergisterprocestanks en de verzamelleidingen en binnen de biogas-opwerkingsinstallatie, met diverse procesonderdelen zoals compressoren en procesvaten (zie Tabel 4). Dit leidingwerk is dermate kort dat een lekkage of breuk onderdeel uit maakt van het betreffende installatieonderdeel;
- Waterstofsulfide (verder: H₂S) is zowel een brandbaar- als toxisch gas. H₂S wordt gevormd tijdens de mestvergisting in de vergisterprocestanks. De concentratie H₂S blijft, door het periodiek bijmengen van waterijzerslib in het substraat en aanbrengen van luchtdoseringsvoorzieningen in de vergisters, echter zeer beperkt tot maximaal 200 ppm. Hiermee ontstaat geen reëel toxiciteitsrisico. Conform het onderzoek van het RIVM: '*Veiligheid grootschalige productie biogas*', RIVM, d.d. 2010 kenmerk 620201001/2010' van Mesch en Hezen zullen nauwelijks toxische effecten buiten de inrichtingsgrens optreden bij een H₂S-gehalte lager dan 1%. Daarom wordt in dit onderzoek aanbevolen om ruw biogas met een H₂S-gehalte lager dan 1%, in de QRA te modelleren als uitsluitend brandbaar;
- Tetrahydrothiofeen (THT) wordt als geurstof toegevoegd aan het gereinigde biogas wat geleverd wordt aan het net van de Nederlandse Gasunie, na kwaliteits- en debietmonitoring (zgn. 'poortwachter') in de biogasopwerkingsinstallatie. De hoeveelheid THT binnen de inrichting is zeer beperkt (max. 100 liter) waarmee geen extern veiligheidsrisico bestaat en is daarom buiten beschouwing gelaten in de QRA;

⁹ Tabel 3 van Bijlage 2 uit de Revi bevat afstanden (in m) tot de grens van het invloedgebied (1% letaliteitsafstand) voor koel- of vriesinstallaties en warmtepompen met ammoniak als koudemiddel.

- Watervrije ammoniak (NH_3) in de koelinstallatie in de CO_2 -vervloeingsinstallatie van gebouw 5 is achterwege gelaten in de QRA, op basis van effectafstanden. Uit de Revi volgt namelijk dat voor de koelinstallatie geen invloedgebied geldt en deze daarmee geen bijdrage levert aan het externe (veiligheids)risico;
- Daarnaast komen beperkte hoeveelheden opgelost ammoniak (NH_3) en vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS/VOC) vrij uit de biogas-opwerkingsinstallatie. Deze stoffen zijn met name milieugevaarlijk (door uitstoot naar bodem, lucht of (oppervlakte)water) zijn, of aanvullend als corrosief zijn geclassificeerd (NH_3 , H314), zijn deze stoffen niet dermate acuut brandbaar, explosief of toxisch. Daarom zijn deze stoffen verder buiten beschouwing gelaten in deze QRA;
- Het digestaat wordt vanuit de vergisterprocestanks in de navergisters gebracht, waar het ontgassen plaatsvindt. Door koeling wordt het vergistingsproces vertraagd en gestopt, hierbij ontstaat nog wel ruw biogas;
- Daarnaast zijn installaties die alleen in noodgevallen worden gebruikt niet meegenomen in de berekeningen, omdat de gebruiksduur op jaarbasis incidenteel en daarmee verwaarloosbaar is ten opzichte van de andere installatieonderdelen. Dit betreft veiligheidsvoorzieningen zoals de affakkelininstallatie.

De insluitsystemen die een potentieel risico voor externe veiligheid vormen en dus nader worden beschouwd in de QRA, zijn op locatie gezet binnen de inrichting. Hiervoor is gebruik gemaakt van de plattegrondtekening, zoals bijgevoegd in Bijlage 1. Tabel 4 geeft de relevantie per installatie aan.

Tabel 4. Relevantie van locaties en (bedrijfs)activiteiten t.b.v. subselectie.

Omschrijving installaties	Aantal	Relevant insluitsysteem	Relevante gevaarlijke stof
Hydrolysetanks	2	Enkelwandige atmosferische tank (hydrolysetanks)	Ruw biogas
Hoofdvergister tanks	8	Enkelwandige atmosferische tank (vergistingsprocestanks)	Ruw biogas
Thermofiele navergister	1	Enkelwandige atmosferische tank (vergistingsprocestank)	Ruw biogas
Navergister tank	2	Enkelwandige atmosferische tank (vergistingsprocestanks)	Ruw biogas
Bufferopslag tank	1	Enkelwandige atmosferische tank (vergistingsprocestank)	Ruw biogas
Biogas-opwerkingsinstallatie	1	Divers (<i>zie onderstaand</i>)	Ruw biogas en gereinigd biogas/-methaan
Koeling, voorbehandeling	1	Warmtewisselaar	Ruw biogas
Actief kool polishing (AC) filters, voorbehandeling	8	Procesvat	Ruw biogas (H_2S en NH_3 niet relevant)
Compressoren, verdere gasbehandeling	2	Compressoren, met twee stappen: <ul style="list-style-type: none"> • van 5 mbar naar 500 mbar; • van 500 mbar naar 16 bar(g) 	Ruw biogas
Koelstap, verdere gasbehandeling	1	Warmtewisselaar	Ruw biogas
CO_2 -verwijderingstechniek met membranen	1	Procesvat [#]	Ruw biogas
Additional compressor, voorafgaand aan aardgasnet (Gasunie)	1	Compressor: <ul style="list-style-type: none"> • van 16 bar(g) naar 66 bar(g) 	Gereinigd biogas/-methaan
Koeler voorafgaand aan aardgasnet (Gasunie)	1	Warmtewisselaar	Gereinigd biogas/-methaan
Leidingwerk	21	Leidingen (<i>zie onderstaand</i>)	Ruw biogas en gereinigd biogas/-methaan

Omschrijving installaties	Aantal	Relevant insluitsysteem	Relevante gevaarlijke stof
Verbindend bovengronds leidingwerk (vanaf gasdaken hoofdvergisters naar thermofiele navergister(s))	1*	Leidingen, bovengronds	Ruw biogas
Ondergrondse leidingen tussen overige installaties (vanaf navergisters, naar biogas-opwerkingsinstallatie tot aansluiting op aardgasnetwerk)	20	Leidingen, ondergronds	Ruw biogas en gereinigd biogas/-methaan
Leidingen met CO ₂ : gasopwerking naar CO ₂ -vervloeiing (aanvoer) en CO ₂ -vervloeiing naar gasopwerking (retour)	2	Leidingen, ondergronds	Koolstofdioxide (CO ₂)
Opslagtanks (voor vloeistoffen)	3	Enkelwandige atmosferische tanks	Relevante gevaarlijke stof
Salpeterzuurtank (in lekbak van 9 m ²)	1	Enkelwandige atmosferische tank (opslagtank)	Salpeterzuur
CO ₂ -opslagtanks (250 ton, 25 bar)	2	Enkelwandige atmosferische tank (cilindrische, horizontale opslagtanks)	Koolstofdioxide (CO ₂)

*Het verbindend bovengronds leidingwerk vanuit alle vergistingstanks zijn als één leiding gemodelleerd in Safeti-NL.

#De installatie met de CO₂-verwijderingstechniek bestaat uit 210 membranen. Omdat deze membranen tegelijkertijd werken, is deze installatie als één procesvat behandeld en als zodanig gemodelleerd in Safeti-NL.

In Bijlage 2 zijn alle relevante procesonderdelen weergegeven, met bijbehorende uitgangspunten die zijn afgeleid uit de door opdrachtgever verstrekte stukken en informatie. In deze bijlage is per onderdeel aangegeven of deze al dan niet is meegenomen in de daadwerkelijke risicoberekeningen.

4 Uitgangspunten modellering en scenario's

Voor het kwantificeren van de risico's zijn modelberekeningen uitgevoerd. De scenario's zijn met het door de overheid voorgeschreven programma Safeti-NL, versie 8.5 doorgerekend.

In onderstaande paragrafen worden de uitgangspunten en rekenparameters nader omschreven die in de modelberekeningen zijn toegepast. Een gedetailleerde weergave van de gehanteerde modelparameters is weergegeven in de tabel in Bijlage 3. Een vertaling van deze rekenparameters naar de resultaten is in hoofdstuk 5 nader uitgewerkt.

4.1 Ongevalseenario's

In onderstaande paragraaf wordt per 'inluitsysteem' weergegeven met welke scenario's rekening wordt gehouden. In de navolgende subparagrafen per type inluitsysteem wordt niet tot in detail op de uitgangspunten die gehanteerd zijn in de modellering. Deze zijn nauwkeurig weergegeven in Bijlage 3, waar een totaaloverzicht van de scenario's en gehanteerde uitgangspunten is opgenomen. Tevens is in Bijlage 2 een totaaloverzicht opgenomen van de gegevens van de diverse installaties/inluitsystemen.

4.1.1 Scenario's opslagtanks

4.1.1.1 Enkelwandige atmosferische opslagtanks

Het ruwe biogas wordt geproduceerd door in totaal zijn 14 enkelwandige atmosferische opslagtanks, namelijk twee hydrolysetanks en twaalf vergisterprocestanks, waarvan acht hoofdvergister tanks, één thermofiele navergister, twee navergisters en één aangesloten bufferopslagtank (zie Tabel 4).

Daarnaast wordt op het terrein salpeterzuur opgeslagen in één atmosferische opslagtank met een volume van 10 m³. Op basis van de maximale dichtheid van salpeterzuur (conform het aangeleverde VIB¹⁰ door de opdrachtgever) van 1,4 ton/m³, komt dit volume overeen met een maximaal gewicht van 14 ton.

De twee hydrolysetanks beschikken over een maximaal volume van 471 m³ per tank, ofwel 942 m³ in totaal. Het ruwe biogas wordt hier gevormd onder een lichte overdruk van maximaal 5 mbar en een temperatuur van 25 °C. De twaalf vergistingsprocestanks zijn uitgevoerd met een dubbelmembraan gasdak met inhoud van 1.800 m³. Het maximale volume biogas per vergistingsprocestank bedraagt 962 m³, waarmee het totale gasvolume van deze tanks op 33.145 m³ uitkomt. In de vergistingprocestanks vindt vergisting van de vloeibare biomassa plaats bij de temperatuur 35 °C en onder een lichte overdruk van 5 mbar. De temperatuur stijgt in de drie navergisters naar circa 40 °C. Vervolgens wordt ruw biogas vanuit de navergisters via ondergrondse transportleidingen vervoerd naar de biogasopwerkingsinstallatie (temperatuur: 40 °C, (lichte) overdruk van 5 mbar).

Voor de ongevalsscenario's en bijbehorende faalkansen van alle vergistingstanks en de salpeterzuurtank zijn deze, zoals aangegeven door het RIVM, beschouwd als enkelwandige atmosferische opslagtanks. De gehanteerde

¹⁰ VIB: Veiligheidsinformatieblad, ook wel 'Material Safety Data Sheet' (MSDS) genoemd.

scenario's en bijbehorende faalfrequenties zijn gegeven in onderstaande Tabel 5, welke afkomstig zijn uit tabel 17 uit de Hari.

Tabel 5. Scenario's voor enkelwandige atmosferische opslagtanks.

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-6}
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5×10^{-6}
Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-4}

4.1.1.2 Bovengrondse opslagtank onder druk

Nadat CO₂-gas tot vloeistof is verdicht in de vervloeingsinstallatie, wordt dit als vloeibaar gas opgeslagen onder een druk van 25 bar(g) in twee opslagtanks van elk 250 ton (totale opslagcapaciteit: 500 ton). Dit betreft cilindrische, horizontale opslagtanks. De gehanteerde scenario's en bijbehorende faalfrequenties zijn gegeven in onderstaande Tabel 6, welke afkomstig zijn uit tabel 13 uit de Hari.

Tabel 6. Scenario's voor bovengrondse opslagtanks onder druk.

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-7}
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5×10^{-7}
Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-5}

4.1.2 Scenario's gasleidingen

Het transport van het ruwe biogas en het gereinigde biogas vindt plaats via hoofdzakelijk ondergrondse leidingen met verschillende diameters (100–500 mm). De hydrolysetanks zijn met twee verzamelleidingen aangesloten op de acht hoofdvergistertanks, die op hun beurt via één verzamelleiding op de thermofiele navergister uitkomen. Vervolgens takt vanuit deze installatie de leiding af naar twee navergisters. De navergisters zijn vervolgens via twee verzamelleidingen aangesloten op de biogas-opwerkingsinstallatie, waar het ruwe biogas verder wordt gereinigd en opgewerkt tot gezuiverd biogas (methaan).

Zoals toegelicht in hoofdstuk 3 zijn de korte verbindingsleidingen tussen de installatieonderdelen (zoals bij de vergistingstanks, zie § 4.1.1) niet beschouwd. In totaal zijn zeven verschillende leidingwerken wel gemodelleerd in Safeti-NL.

De uitstroom van ruw- of gezuiverd biogas uit deze leidingen bij een breuk zijn afhankelijk van de stroming (flow) door het hele systeem. Terugstroom in het systeem wordt voorkomen door aanwezige compressoren vanaf de verdere gasbehandeling in de biogas-opwerkingsinstallatie. Voor het debiet is uitgegaan van de aanvoerende stroom, welke bepaald wordt door de installatie of compressor voorafgaand aan de leiding, vermenigvuldigd met een factor 1,5. Dit debiet is ingevoerd in Safeti-NL door de "Flow Control" in het "Short Pipe"-model. Voor de leiding vanaf de hydrolysetanks, hoofdvergisters en (thermofiele) navergisters is geen sprake van een stuwende compressor en daarom is daar uitgegaan van de reguliere flow van 8.000 Nm³/uur in het totale leidingwerk.

De scenario's voor bovengrondse- en ondergrondse gasleidingen zijn opgesomd in onderstaande Tabel 7.

Scenario's voor bovengrondse leidingen zijn gebaseerd op tabel 27 uit de Hari; voor faalfrequenties van ondergrondse gasleidingen is tabel 28 uit de Hari gebruikt.

Vanwege het grote aantal procesinstallaties en daarmee verbindend leidingwerk, is sprake van in totaal 21 leidingen (zie Tabel 4). Veelal betreft het hier echter zeer korte leidingen van één tot tien meter, welke geacht worden reeds deel uit te maken van de faalfrequenties van de aangesloten installaties. Alleen de hoofdtransportleidingen (≥ 50 meter) zijn daarom beschouwd met een ligging en daarmee de lengte van deze leidingen, op basis van de inrichtingstekening (zie Bijlage 1).

Tabel 7. Scenario's bovengrondse gasleidingen ($\varnothing 750$ mm, type: nominale diameter > 150 mm).

Scenario's bovengrondse gasleidingen ($\varnothing 750$ mm, type: nominale diameter > 150 mm)	Frequentie (per meter per jaar)
Breuk van de leiding	$1,0 \times 10^{-7}$
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter*, maximaal 50 mm	$5,0 \times 10^{-7}$

*10% van de nominale diameter bedraagt voor aanwezige bovengrondse leidingen hier 75 mm (maximaal 50 mm).

Scenario's ondergrondse gasleidingen (type: overig)	Frequentie (per meter per jaar)
Breuk van de leiding	$5,0 \times 10^{-7}$
Lek met een effectieve diameter van 20 mm	$1,5 \times 10^{-6}$

Voor de verzamelleiding vanaf de hoofdvergisters naar de navergisters ($\varnothing 300$ mm) en de verzamelleiding vanaf de navergisters naar de gasopwerkingsinstallatie ($\varnothing 500$ mm), geldt dat bij een breuk van deze leiding de uitstroom van ruw biogas vanuit twee kanten kan plaats vinden. Om deze verhoogde uitstroom te modelleren is uitgegaan van twee keer de oppervlakte van de breuk van een verzamelleiding en is de uitstroombiameter vanuit deze breuk berekend als 424,26 mm ($\varnothing 300$ mm) en 707,11 mm ($\varnothing 500$ mm), zie hiervoor Bijlage 3.

4.1.3 Scenario's compressoren

De aanwezige compressoren binnen de inrichting zijn allen beschouwd als Compressoren met pakking ('worst-case'), zoals benoemd in de Hari. De scenario's en faalfrequenties voor de compressoren zijn weergegeven in Tabel 8, deze zijn gebaseerd op tabel 34 uit de Hari. In Bijlage 3 is aangegeven welke installaties, met een detaillering van de installaties in Bijlage 2, zijn beschouwd als compressor.

Falen van compressoren wordt gemodelleerd als breuk in de aanvoerleiding, oftewel catastrofaal falen. Voor het uitstroombdebit is uitgegaan van de aanvoerende stroom welke bepaald wordt door de installatie/compressor voorafgaand aan de leiding, vermenigvuldigd met een factor 1,5. Terugstroom in het systeem wordt voorkomen door de compressoren. De bedrijfsduurcorrectie voor de faalfrequentie bedraagt een factor 1, oftewel een continue bedrijfstijd.

Tabel 8. Scenario's compressoren, type: centrifugaal compressor met pakking.

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Catastrofaal falen (breuk aanvoerleiding)	$1,0 \times 10^{-4}$
Lek (10% aanvoerleiding)	$4,4 \times 10^{-3}$

In deze installatie zijn in totaal drie compressoren gemodelleerd. Deze bevinden zich allemaal in de biogas-opwerkingsinstallatie. Na de voorbehandeling wordt ruw biogas op druk gebracht in twee stappen: de eerste

compressor brengt het gas op een druk van 5 mbar(g) naar 500 mbar(g); de tweede compressor brengt het gas op een druk van 500 mbar(g) naar 16 bar(g). De laatste, additionele compressor brengt het gereinigde biogas- of methaan uiteindelijk op een druk van 16 bar(g) naar 66 bar(g), voorafgaand aan levering naar het aardgasnetwerk. De temperatuur van het gas in alle compressoren bedraagt 20 °C.

De faalfrequenties zijn voor de twee compressoren voor verdere gasbehandeling (van 5 mbar(g) naar 16 bar(g)) gecorrigeerd en vermenigvuldigd met een factor 2, omdat deze onderdeel uitmaken van één compressie-installatie (zie Bijlage 3).

4.1.4 Scenario's procesvaten

Binnen de inrichting zijn twee installaties aanwezig die beschouwd kunnen worden als procesvaten. De eerste installatie (procesvat) betreffen in totaal acht 'actief kool polishing filters (AC-filters)', welke de laatste resten H₂S, NH₃ en eventuele organische verontreinigingen (VOC's) uit ruw biogas verwijderen. Daarnaast is een installatie aanwezig die gebruik maakt van een CO₂-verwijderingstechniek en CO₂ uit het ruwe biogas (60% CH₄/40% CO₂) verwijderd, zodat vanaf deze stap gereinigd biogas of -methaan (100% CH₄) ontstaat.

Deze installaties hebben geen eigen relevant eigen volume, waardoor voor het falen van dit procesvat wordt uitgegaan van de nalevering uit de aanvoerende leidingen. De uitstroom hiervan wordt bepaald door het aanvoerende debiet, zoals beschreven in par. 4.1.3.

De bijbehorende scenario's zijn weergegeven in onderstaande Tabel 9. De faalfrequenties zijn afgeleid uit tabel 30 van de Hari. De bedrijfsduurcorrectie voor de faalfrequentie bedraagt een factor 1, oftewel een continue bedrijfstijd.

Tabel 9. Scenario's procesvaten.

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het reactorvat / procesvat	5,0 x 10 ⁻⁶
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5,0 x 10 ⁻⁶
Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1,0 x 10 ⁻⁴

4.1.5 Warmtewisselaars

De aanwezige warmtewisselaars binnen de gasopwerkingsinstallatie, het ontvangstation en de CO₂-vervloeïngsinstallatie zijn allen beschouwd als warmtewisselaars met de gevaarlijke stof (ruw biogas, gereinigd biogas of CO₂) binnen de pijpleiding, zoals benoemd in de Hari (scenario's en faalfrequenties zijn weergegeven in tabel 19). In Bijlage 3 is aangegeven welke installaties, met een detaillering van de installaties in Bijlage 2, zijn beschouwd als warmtewisselaar.

Alle warmtewisselaars hebben een zeer beperkt eigen volume, waardoor bij falen de nalevering door de aanvoerende leidingen het risico bepalen. Net als bij de compressoren (zie par. 4.1.3) worden zowel het debiet als het volume van de uitstroom bepaald door de aanvoerende leidingen. Ook hier is sprake van een continue bedrijfstijd en daarmee een bedrijfsduurcorrectie voor faalfrequentie van een factor 1.

Tabel 10. Scenario's warmtewisselaars

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	$1,0 \times 10^{-5}$
Breuk van 1 pijp	$1,0 \times 10^{-3}$
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van één pijp, maximaal 50 mm	$1,0 \times 10^{-2}$

4.1.6 Tankwagenverlading (CO₂ en HNO₃)

Het tot vloeistof verdichte CO₂-gas (hierna: CO₂) wordt vanuit de bovengrondse opslagtanks onder druk (zie par. 4.1.1.2) afgevoerd van de inrichting door middel van tankwagens, met een reservoir onder druk. Hierbij is de temperatuur van het gas -20 °C en de druk 25 bar. De jaarlijkse doorzet van CO₂ bedraagt 44.817 ton per jaar. Het bruto maximaal gewicht van een tankwagen bedraagt 20 ton aan CO₂. Dit komt overeen met een verlading in 6 tankwagens per dag en 2.241 per jaar, zodat de doorzet per dag 123 ton CO₂ bedraagt. Voor de maximale vullingsgraad van een trailer of tankwagen is 100% aangenomen (worst-case).

Salpeterzuur in een waterige, 53% oplossing (hierna: HNO₃) wordt vanuit een enkelwandige atmosferische opslagtank (zie par. 4.1.1.1) afgevoerd van de inrichting door middel van tankwagens, met een atmosferische tanks. In de modellering van salpeterzuur is stikstofdioxide (NO₂) als modelstof gebruikt, zoals reeds toegelicht in par. 3.1 onder 'Gevaarlijke stoffen'.

De jaarlijkse doorzet van HNO₃ bedraagt 150 ton per jaar. Het bruto maximaal gewicht van een tankwagen bedraagt 35 ton aan HNO₃ (25 m³, dichtheid 1,4 ton/m³). De maximale hoeveelheid in de atmosferische opslagtank voor salpeterzuur bedraagt 14 ton (10 m³). Dit komt overeen met een verlading in 11 tankwagens per jaar. Voor de maximale vullingsgraad van een trailer of tankwagen is 100% aangenomen (worst-case).

De ongevalsscenario's voor CO₂ zijn gebaseerd op tabel 42 uit de HARI voor de tankwagen met reservoir onder druk. Voor HNO₃ zijn de ongevalsscenario's gebaseerd op tabel 41 uit de HARI, voor de tankwagen met een atmosferische tank. Voor beide stoffen is voor verlading gebruik gemaakt van tabel 49 uit de HARI. Alle bijbehorende ongevalsscenario's voor het verladen van zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 11. Scenario's tankwagenverlading

Scenario's (reservoir onder druk, CO ₂)	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$5,0 \times 10^{-7}$
Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	$5,0 \times 10^{-7}$
Scenario's (atmosferische tank, NHO ₃)	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$1,0 \times 10^{-5}$
Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	$5,0 \times 10^{-7}$
Scenario's (verlading, CO ₂ en NHO ₃)	Frequentie (per uur)
Breuk losslang (100 mm)	$4,0 \times 10^{-6}$
Lek losslang (10 mm)	$4,0 \times 10^{-5}$

4.1.7 Aardgasleidingen A-605, A-605-2 en waterstofleiding X-807

In de directe omgeving van de mestvergistingsinstallatie bevindt zich de bestaande, ondergrondse hogedruk aardgastransportleiding A-605 (Nederlandse Gasunie) over het terrein. Deze zal in de toekomst in gebruik blijven

voor het transport van aardgas. De intentie is om het zuiver biogas of -methaan via een buisleiding te injecteren in de voormalige en (dus) reeds aanwezige GZI-productieleiding (N-522-66, met een druk van 66 bar(g)). Parallel aan deze leiding zal een nieuwe aftakking worden aangelegd, namelijk leiding A-605-02, welke gedeeltelijk over het inrichtingsterrein loopt.

Omdat ongevallen met deze leidingen ook kunnen leiden tot veiligheidsrisico's voor de omgeving, is een zgn. 'Long Pipeline model' toegepast in Safeti-NL voor het breukscenario. Het leidinggedeelte van de bestaande leidingen (A-605 en A-605-02) dat binnen de inrichtingsgrens van North Star ligt, zijn daarom aanvullend gemodelleerd. Voor de gastransportleidingen is uitgegaan van een totale leidinglengte van 32 km. Vervolgens is de afstand tot de breuklocatie ingesteld op de helft van bovengenoemde afstand, namelijk 16 km. Deze afstand is bepaald op basis van de aanname dat de stromingsrichting van aardgas door deze leidingen vanaf of naar de mestvergistingsinstallatie van North Star slechts naar één kant is en daarom vanaf één kant vrij kan komen (i.p.v. van twee kanten).

Voor de lekscenario's zijn ontstekingskansen per individuele leiding berekend in Safeti-NL. Op basis van de bronterm, ofwel 'Peak Flow rate', is voor aardgas de kans op directe ontsteking bepaald (tabel 104, Module C van de HARI) en toegepast in de berekening van de faalfrequenties voor de ondergrondse leidingen. Deze bronterm verschilt per leiding en staan weergegeven in Bijlage 3 (onderdelen 6.1, 6.2 en 6.3). Daarnaast is voor beide aardgasleidingen (A-605 en A-605-02) een flenslek gemodelleerd. Hierbij is uitgegaan dat zich aan de uiteinden van de leidingen één flens kan bevinden, omdat dit het uiteinde van de aardgasleidingen A-605 en A-605-02 betreft.

Ook is een nieuwe leiding, parallel aan de A-605-02, vergund voor het transport van waterstof: X-807. Waterstof en met name gasvormig waterstof zoals in de betrokken buisleiding, heeft een zeer hoge kans op ontsteking, vanwege de lage benodigde ontstekingsenergie en ruime explosiegrenzen. Conform de *Memo Risico's en effectafstanden Waterstoftankstations van het RIVM*, is voor waterstofgas uitgegaan van een directe ontstekingskans van 1.

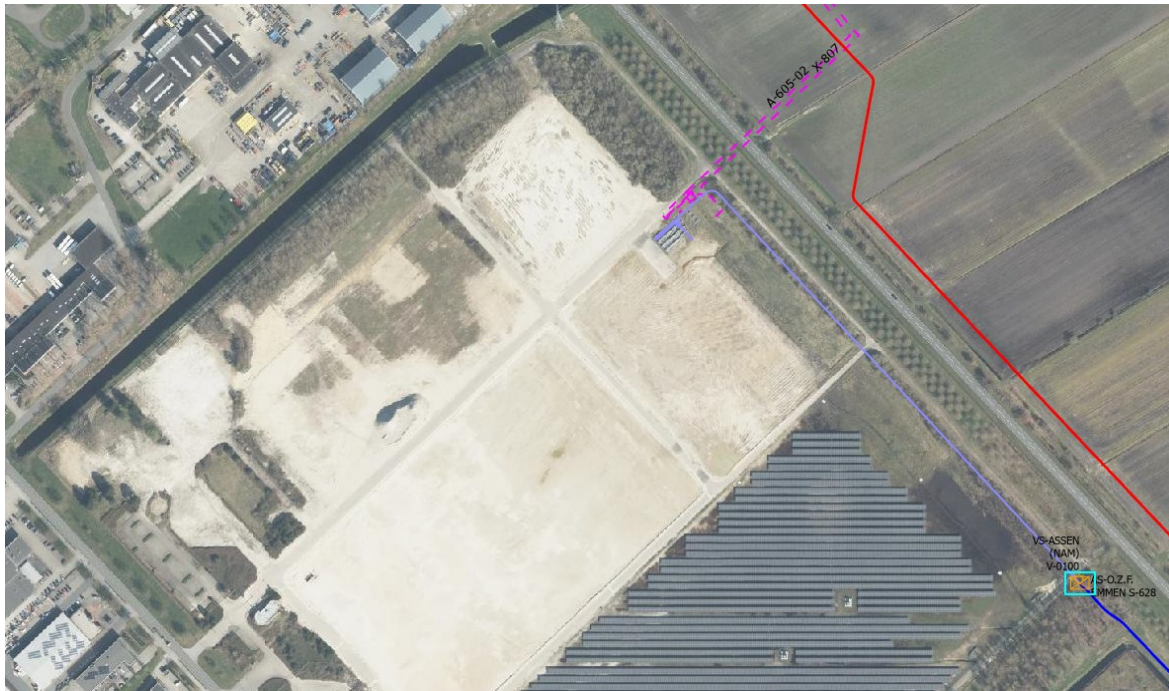
Voor deze leiding is eveneens een zgn. 'Long Pipeline model' toegepast in Safeti-NL voor het breukscenario, waarbij eveneens is uitgegaan van een totale leidinglengte van 32 km en een afstand tot de breuklocatie van 16 km (uitstromingsrichting van één kant). Voor het lekscenario is uitgegaan van 10% van de leidingdiameter (15,24 mm) en een ontstekingskans van eveneens 1. Voor de waterstofleiding is overigens geen flens gemodelleerd, omdat deze leiding (X-807) al wel vergund is, maar de aansluitende leiding en -apparatuur vanaf het inrichtingsterrein nog niet (situatie feb. 2022).

De bijbehorende ongevalsscenario's voor de ondergrondse aardgas- en waterstofleidingen (A-605, A-605-02 en resp. X-807) zijn gebaseerd op tabel 91 uit de HARI en weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 12. Scenario's hogedruk gastransportleidingen.

Scenario's	Frequentie (per jaar)
Breuk van de leiding	$5,6 \times 10^{-9}$
Lek in de leiding (10% van de leidingdiameter, max. 50 mm)	$2,0 \times 10^{-8}$
Flenslek (10% van de leidingdiameter, maximaal 50 mm)	$9,3 \times 10^{-7}$

Onderstaande figuur toont een globaal overzicht van de ligging van de drie gemodelleerde leidingen in deze QRA:



Figuur 3: Globaal overzicht met de hogedruk gastransportleidingen A-605 (ten zuidoosten), A-605-02 en X-807 (ten noordoosten), ten opzichte van de inrichting van North Star.

4.2 Omgevingsfactoren

De relevante omgevingsdata voor de berekeningen van de externe risico's betreffen de bevolkingsdichtheid rondom de inrichting, de weergegevens van de omgeving, de ruwheidslengte van de omgeving en de ontstekingsbronnen in de omgeving van de inrichting.

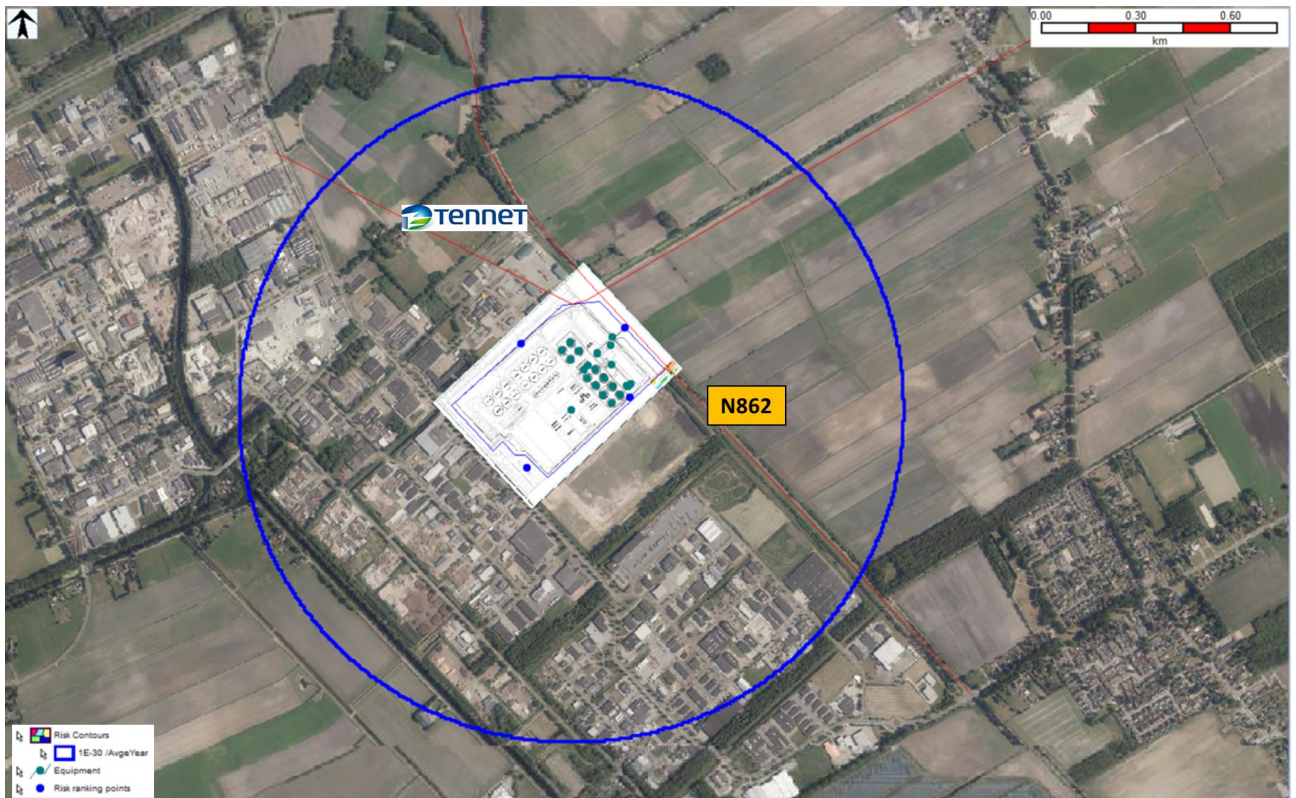
4.2.1 Bevolking

De omgeving van de inrichting, inclusief relevante ontstekingsbronnen (zie par. 4.2.3), en de maximale effectafstand¹¹ wordt getoond in onderstaande Figuur 4. De berekening van het groepsrisico moet worden gebaseerd op de aanwezigheid van personen binnen dit invloedsgebied.

Hieruit blijkt dat het invloedsgebied buiten de inrichtingsgrens ligt. In dit gebied kunnen personen regulier aanwezig zijn in (beperkt) kwetsbare objecten, zoals bedrijfsgebouwen, kantoren en woningen. Eventuele andere aanwezigen in de directe omgeving, zoals verkeersdeelnemers¹², hoeven formeel niet te worden meegenomen in een groepsrisicoberekening.

¹¹ De maximale effectafstand staat gelijk aan de 1%-letaliteitsafstand, ofwel de afstand waarop 1% van de aanwezige personen in een effectgebied kan komen te overlijden door een ongeval waarbij gevaarlijke stoffen vrijkomen. Deze afstand is berekend als de contour van het plaatsgebonden risico van $1,0 \times 10^{-30}$ per jaar.

¹² Bron: Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (VROM, 1 nov. 2017, versie 1).



Figuur 4: Invloedsgebied vergistingsinstallatie North Star te Emmen (gebaseerd op de PR 1×10^{-30} /jaar contour en 1%-letaliteit).

In bovenstaande Figuur 4 staan meerdere onderdelen ingetekend:

- De dunne rode lijnen tonen twee geïdentificeerde ontstekingsbronnen (provinciale weg N862 en hoogspanningslijn van TenneT), zie par. 4.2.3;
- De dunne blauwe lijn is de inrichtingsgrens;
- De groene punten zijn de geïnventariseerde installatie-onderdelen van de vergistingsinstallatie (zie par. 4.1);
- De blauwe punten op de terreingrens zijn de 'Individual risk ranking points', die op de terreingrens ten noordwesten, noordoosten en zuidoosten van de installatie zijn geplaatst (zie par. 5.4).

4.2.2 Meteorologische gegevens en oppervlakteruwheid

Voor het uitvoeren van de verspreidingsberekeningen moeten meteorologische gegevens en oppervlakteruwheid worden ingevoerd. Als uitgangspunt zijn de weergegevens van het dichtst nabijgelegen weerstation (Eelde) gekozen.

De ruwheidlengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft. Voor de oppervlakteruwheid is de ruwheidslengte van 1,0 m aangehouden, deze waarde past bij een industrieterrein (conform tabel 3 van module B van de Hari).

4.2.3 Ontstekingsbronnen

Ontstekingsbronnen zijn van belang voor de QRA. Dit kunnen puntbronnen, oppervlaktebronnen of lijnbronnen zijn. Bij de ontsteking wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen:

1. Directe ontsteking;
2. Vertraagde ontsteking.

Directe ontsteking is afhankelijk van het type installatie (stationair of transportmiddel), de stofcategorie en de uitstroomhoeveelheid. In de berekeningen kan deze ontsteking gemodelleerd worden direct bij het betreffende scenario.

Voor vertraagde ontsteking wordt voor het plaatsgebonden risico gerekend met de grootste wolkomvang. Voor het groepsrisico wordt gerekend met de ontstekingsbronnen die zich buiten de inrichting bevinden. Dit omvat zowel de aanwezige populatie, als installaties als fakkels, ovens, boilers, hoogspanningskabels, naburige procesinstallaties en voer- en vaartuigen.

In de modellering van de populatie zijn vanuit de standaardmethodiek in Safeti-NL reeds potentiële ontstekingsbronnen opgenomen. Daarnaast zijn twee aanvullende ontstekingsbronnen in de omgeving geïdentificeerd:

- Oostelijk langs de inrichting bevindt zich een provinciale weg (N862, Klazienaveen – Emmen). Hierbij is uitgegaan van de ontstekingskans voor motorvoertuigen, zoals genoemd in tabel 1 van module B van de Hari, met een gemiddelde snelheid van 80 km/h en 1.500 motorvoertuigen per uur. De ontstekingskans per motorvoertuig bedraagt hiermee 0,4 per minuut. Dit is een standaardwaarde die uitgaat van een snelweg, zodat een eventuele verbreding van de N862 in de nabije toekomst (naar 2x2-baans) al is doorgerekend;
- Direct ten noordoosten langs de inrichting bevindt zich een hoogspanningslijn van TenneT (Weerdringe – Bargemeer, spanning 110 kV en een indicatieve magneetveldzone van 2 x 70 meter). Hierbij is uitgegaan van de ontstekingskans voor hoogspanningskabels, conform tabel 1 van module B van de Hari. De ontstekingskans per 100 meter kabel bedraagt 0,2 per minuut.

4.2.4 Externe beschadiging

Daarnaast is geanalyseerd of een “Loss of Containment” (LoC) op installatieonderdelen (bijv. de vergisterproces- en opslagtanks) kan optreden door een externe beschadiging van buitenaf in de omgeving van North Star (conform par. 3.3.2.1 uit Module C van de Handreiking Risicoberekeningen Bevi-inrichtingen, versie 4.3, 1 jan. 2021 door het RIVM (hierna: Hari).

Windturbines en aanvliegroute vliegveld

Uit deze analyse blijkt dat in de directe omgeving van North Star geen windturbines staan en ook niet is gelegen onder een aanvliegroute van een vliegveld. Daarom hoeven bovengenoemde oorzaken van buitenaf niet mee te worden genomen in de risicoberekening (QRA) of BRZO-kennisgeving van dit bedrijf.

5 Resultaten

Er is een risicoanalyse uitgevoerd met als doel het inzicht verkrijgen in de externe risico's. Deze QRA is uitgevoerd met het door de overheid voorgeschreven modelleringprogramma Safeti-NL, versie 8.5. De resultaten van deze QRA zijn in de volgende onderdelen samengevat:

- Plaatsgebonden risico;
- Groepsrisico;
- Maximale effectafstanden en;
- Scenario's met de grootste bijdrage.

In de onderstaande paragrafen worden deze rekenresultaten omschreven. In het geval van North Star gaat het om de toekomstige situatie, met de beoogde realisatie van de vergistingsinstallatie.

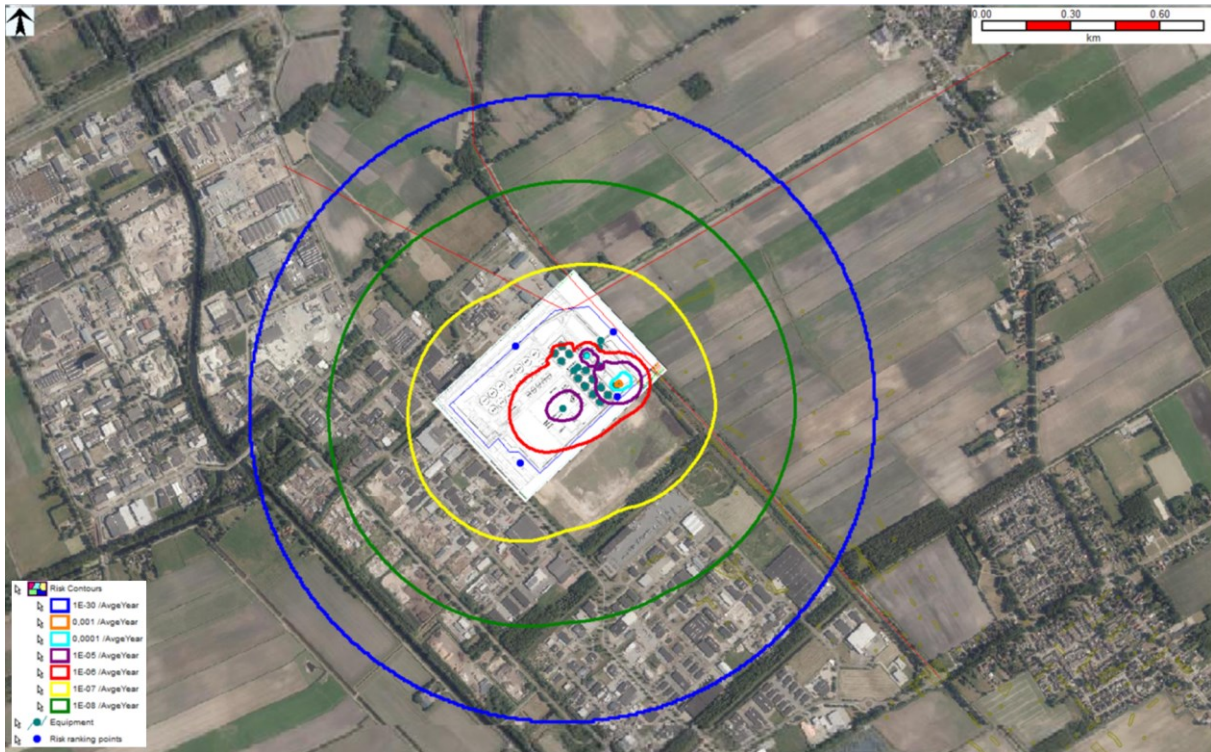
5.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting bevindt, overlijdt door een ongeval met gevaarlijke stoffen bij die inrichting.

Het PR met een kans van $1,0 \times 10^{-6}$ /jaar (PR 10^{-6}) betekent voor kwetsbare objecten zoals woningen, grotere kantoren en hotels, scholen en ziekenhuizen, een grenswaarde. Een kans hoger dan PR 10^{-6} is ontoelaatbaar voor kwetsbare objecten. Voor beperkt kwetsbare objecten zoals bedrijfsgebouwen (bijv. industrie en kantoor), kleinere kantoren en hotels, individuele winkels en verspreid liggende woningen, is de PR 1×10^{-6} een richtwaarde waar enkel met een gewichtige redenen vanaf geweken kan worden.

Uit het bestemmingsplan Emmen, Bargermeer industrie- en bedrijventerrein blijkt dat voor de locatie rondom de inrichting de aanduiding 'Bedrijfsdoeleinden categorie B' geldt. Hier zijn gebouwen niet uitgesloten (zie 4.2 van de planregels). Aangezien er in het bestemmingsplan geen specifieke regels m.b.t. externe veiligheid zijn opgenomen ((beperkt) kwetsbare objecten worden niet uitgesloten), kan in de toekomstige situatie sprake zijn van geprojecteerde (beperkt) kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour.

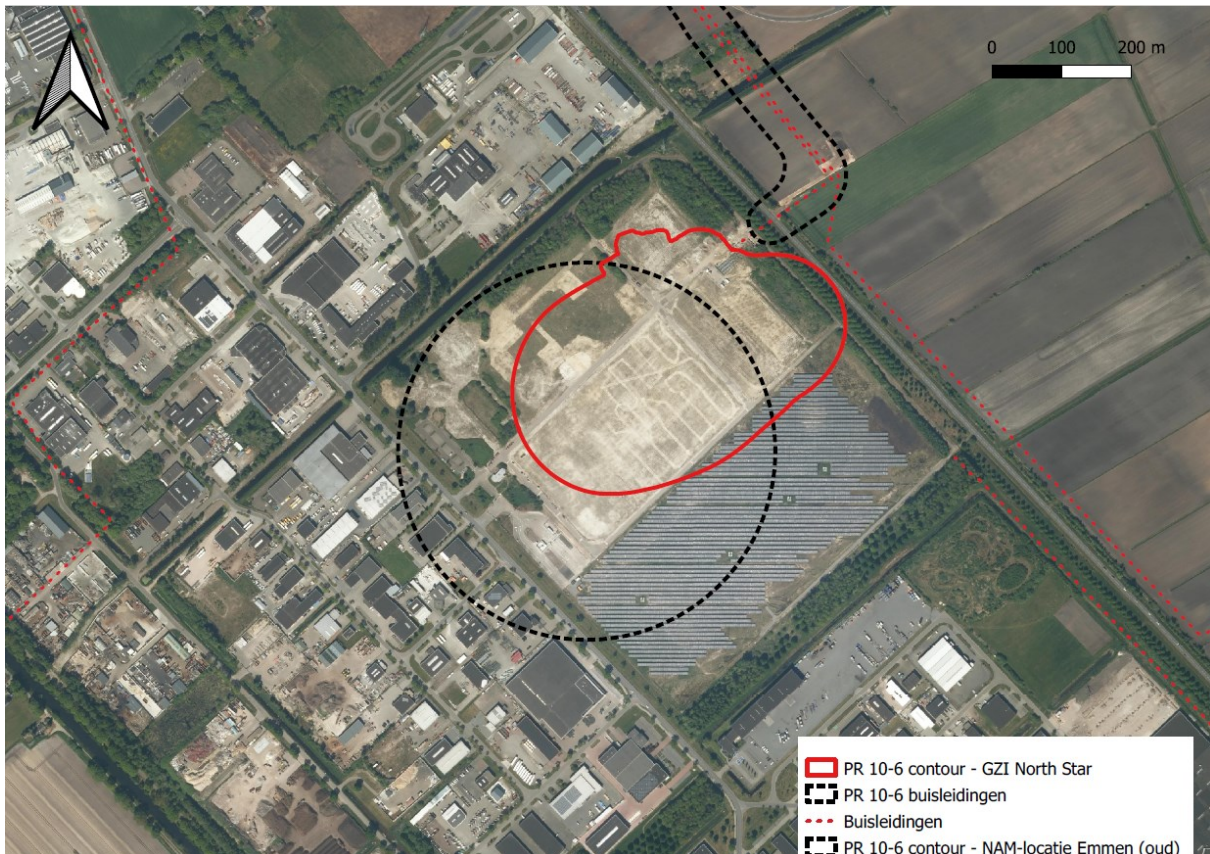
Onderstaande Figuur 5 toont alle berekende plaatsgebonden risicocontouren voor de vergistingsinstallatie.



Figuur 5: Plaatsgebonden risicocontouren voor de aangevraagde biovergistingsinstallatie North Star in Emmen. De PR 10^{-6} contour is de rode lijn; het invloedsgebied (PR 10^{-30} contour) staat aangegeven als blauwe lijn.

Uit de berekeningen blijkt dat de PR 10^{-6} contour voor een zeer klein gedeelte buiten de inrichtingsgrens komt, aan de (zuid)oostkant van de inrichting (maximaal ca. 25 meter). In deze zone bevindt zich een zonnepark met zonnepanelen (situatie feb. 2023). Een zonnepark valt echter niet onder de definitie van een (beperkt) kwetsbare object, waarin regulier personen aanwezig kunnen zijn (zie Tabel 1).

Onderstaande Figuur 6 toont een vergelijking tussen de PR 10^{-6} contour van de voormalige NAM-locatie en van de aangevraagde biovergistingsinstallatie van North Star. In deze figuur zijn ook de nabijgelegen hogedruk aardgasleidingen opgenomen. Dit zijn buisleiding N-522-66 direct aan de noordoostelijke zijde en A-605 vanaf ongeveer 250 meter ten zuidoosten van de inrichting.



Figuur 6: Vergelijking tussen de PR 10⁻⁶ contour van de voormalige NAM-locatie (zwarte lijn) en de aangevraagde biovergistingsinstallatie (rode lijn). Buisleidingen N-522-66 (direct ten noordoosten) en A-605 (vanaf 250 meter afstand ten zuidoosten) zijn eveneens opgenomen.

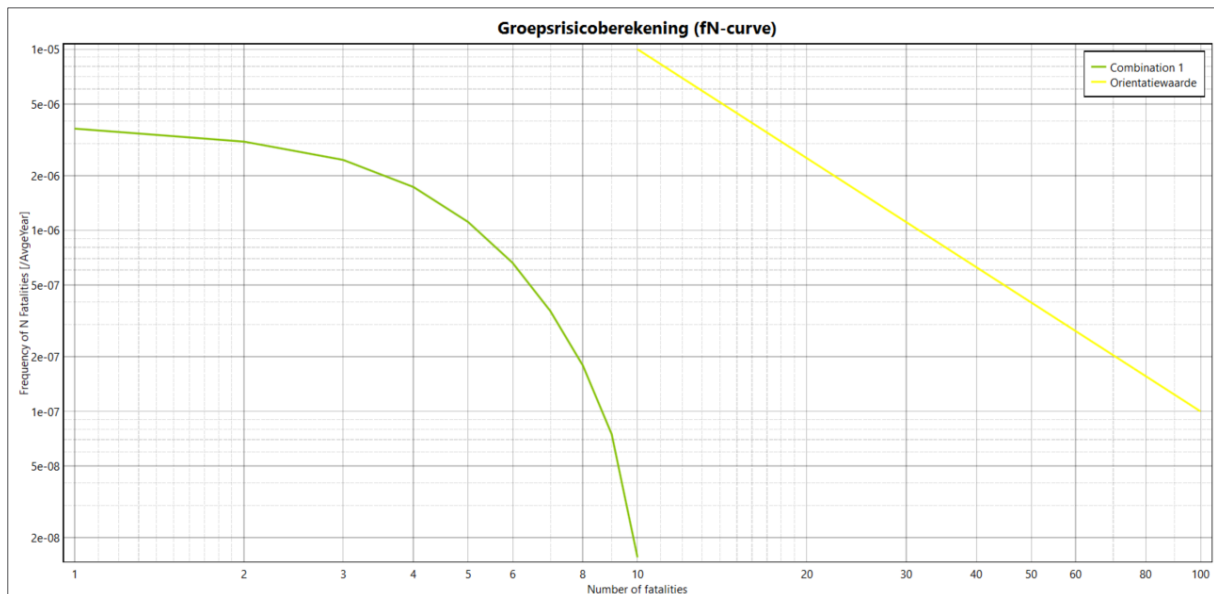
5.2 Groepsrisico

Het groepsrisico (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 (GR-curve) en is afhankelijk van de aanwezige personen in de omgeving van het bedrijf. In een GR-curve staat op de verticale as de cumulatieve kans weergegeven dat meer dan N slachtoffers ten gevolge van de beschouwde scenario's komen te overlijden. Deze kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven. Voor het GR geldt in vergelijking tot het PR geen 'harde' norm, maar is een oriënterende waarde opgenomen zonder normatieve status voor inrichtingen. Wel geldt voor het GR een verantwoordingsplicht wanneer (beperkt) kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied van de inrichting liggen.

In de toekomstige situatie is berekend dat het invloedsgebied (1×10^{-30} per jaar) over aangrenzende percelen rond de inrichting van North Star ligt (zie Figuur 4). Binnen het invloedsgebied buiten de terreingrens zijn personen regulier aanwezig (bron: BAG Populatieservice, geraadpleegd 18 nov. 2021).

In de aangevraagde situatie van North Star worden maximaal 10 slachtoffers berekend bij een overlijdenskans van $1,56 \times 10^{-8}$ per jaar. Hoewel hiermee formeel een groepsrisico ontstaat omdat, conform het Bevi, ten minste 10 slachtoffers worden berekend, ligt het berekende groepsrisico op maximaal 0,16% van de oriëntatiewaarde.

Deze GR-curve wordt getoond in onderstaande figuur:



Figuur 7: Groepsrisicoberekening (fN-curve) voor de aangevraagde vergistingsinstallatie North Star in Emmen.

5.3 Invloedsgebied

Het invloedsgebied is het volledige gebied waarbinnen 1% van de aanwezige personen kan komen te overlijden als gevolg van het scenario met het grootste effect. De grootste effectafstand van 1.118 meter wordt gevonden bij de scenario's 'Instantaan falen', 'Vrijkomen inhoud uit grootste aansluiting' en 'Breuk laad-/loslang' voor tankwagenverlading met salpeterzuur.

Deze scenario's leiden allemaal tot een toxische plas en uitdamping tot gevolg, bij weerstype F 1,5. Het effect van het vrijkomen van salpeterzuur (HNO_3) is toxiciteit, met vergiftiging als mogelijk gevolg.

Voor fysische gevaren, ofwel vrijkomen van ruw- of gereinigd biogas met brand en/of explosie tot gevolg, is de grootste effectafstand kleiner, namelijk 307,3 meter. Deze effectafstand wordt berekend voor het scenario 'Breuk-long pipeline' voor het gedeelte van de hogedruk aardgastransportleiding A-605 dat over het geprojecteerde terrein van North Star, bij weerstype D 9. In dit scenario treedt een verticale 'jet fire' (fakkelbrand) op.

Het invloedsgebied van de gehele inrichting is reeds visueel gemaakt in Figuur 4. In Bijlage 4 is een totaaloverzicht opgenomen van de effectafstanden per scenario.

5.4 Scenario's met de grootste risicobijdrage

Ten behoeve van de bepaling van de meest risico-bijdragende scenario's zijn vier zgn. 'Risk Ranking Points' in het model geplaatst. Deze liggen alle vier op of nabij de inrichtingsgrens: één ten noordwesten c.q. ter hoogte van vier vergisterprocestanks, één ten noordoosten waar buisleidingen A-605-02 van Gasunie het terrein van North Star verlaat, één ten zuidoosten tussen twee navergistertanks en de CO_2 -opslagtanks in en één ten zuidwesten van de

inrichting, nabij het nabijgelegen waterstoftankstation. Deze plaatsen worden aangegeven met blauwe punten in Figuur 4 en Figuur 5.

In onderstaande tabellen zijn de scenario's opgesomd met hun relatieve bijdrage aan het plaatsgebonden risico (PR). Scenario's met een bijdrage van minder dan 10% zijn in bovenstaande tabellen niet genoemd; Bijlage 5 omvat het volledige 'Individual risk ranking'-rapport.

Tabel 13. Risk Ranking Noordwest – Plaatsgebonden risico

Plaatsgebonden Risico - Scenario	Bijdrage	Cumulatief
Tankwagenverlading salpeterzuur (HNO ₃) - Toxische plas - Breuk laad-/loslang	99,9 %	99,9 %
Overige scenario's	< 0,04 %	100 %

Tabel 14. Risk Ranking Noordoost – Plaatsgebonden risico

Plaatsgebonden Risico - Scenario	Bijdrage	Cumulatief
Tankwagenverlading salpeterzuur (HNO ₃) - Toxische plas - Breuk laad-/loslang	97,2 %	97,2 %
Overige scenario's	< 2,8 %	100 %

Tabel 15. Risk Ranking Zuidoost – Plaatsgebonden risico

Plaatsgebonden Risico - Scenario	Bijdrage	Cumulatief
Tankwagenverlading CO ₂ – Breuk laad-/loslang	74,6 %	74,6 %
Tankwagenverlading CO ₂ – Vrijkomen inhoud uit grootste aansluiting	22,8 %	97,4 %
Overige scenario's	< 3,6 %	100 %

Tabel 16. Risk Ranking Zuidwest – Plaatsgebonden risico

Plaatsgebonden Risico - Scenario	Bijdrage	Cumulatief
Tankwagenverlading salpeterzuur (HNO ₃) - Toxische plas - Breuk laad-/loslang	99,9 %	99,9 %
Overige scenario's	<0,04 %	100 %

De aangevraagde biovergistingsinstallatie van North Star veroorzaakt formeel een groepsrisico (GR), zoals toegelicht in par. 5.2. In onderstaande tabel zijn de scenario's opgesomd met hun relatieve bijdrage aan het GR:

Tabel 17. Risk Ranking – Groepsrisico

Plaatsgebonden Risico - Scenario	Bijdrage	Cumulatief
Tankwagenverlading salpeterzuur (HNO ₃) - Toxische plas - Breuk laad-/loslang	99,9 %	99,9 %
Overige scenario's	<0,04 %	100 %

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het groepsrisico hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door uitdamping van salpeterzuur bij het ontstaan van een toxische plas na breuk van de laad-/loslang tijdens verlading. Bijlage 5 omvat het volledige 'Societal risk ranking'-rapport.

6 Conclusie

North Star is voornemens om een grootschalige co-mestvergistingsinstallatie op het voormalige GZI-terrein van de NAM aan de Phileas Foggstraat 45 in Emmen te realiseren. Ekwadraat BV verzorgt voor North Star de aanvraag voor de Omgevingsvergunning milieu en heeft aan Oostkracht10 gevraagd de risico's op het gebied van externe veiligheid in beeld te brengen middels een kwantitatieve risicoberekening (QRA).

Het doel van deze QRA is het vaststellen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van de voorgenomen, risicodragende bedrijfsactiviteiten in de vergistingsinstallatie van North Star in Emmen. Alle berekeningen zijn uitgevoerd conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 4.3, gepubliceerd 1 jan. 2021 door het RIVM (aangeduid als Hari) en met het wettelijk voorgeschreven risicoberekeningsprogramma Safeti-NL, versie 8.5.

6.1 Plaatsgebonden Risico

Uit de berekeningen blijkt dat de PR 10^{-6} contour voor een zeer klein gedeelte buiten de inrichtingsgrens komt. In deze zone bevinden zich, volgens de situatie in februari 2023, echter geen (beperkt) kwetsbare objecten. Een toetsing aan het vigerende bestemmingsplan en het bepalen of deze situatie zodoende vergunbaar is, is een taak van het bevoegd gezag.

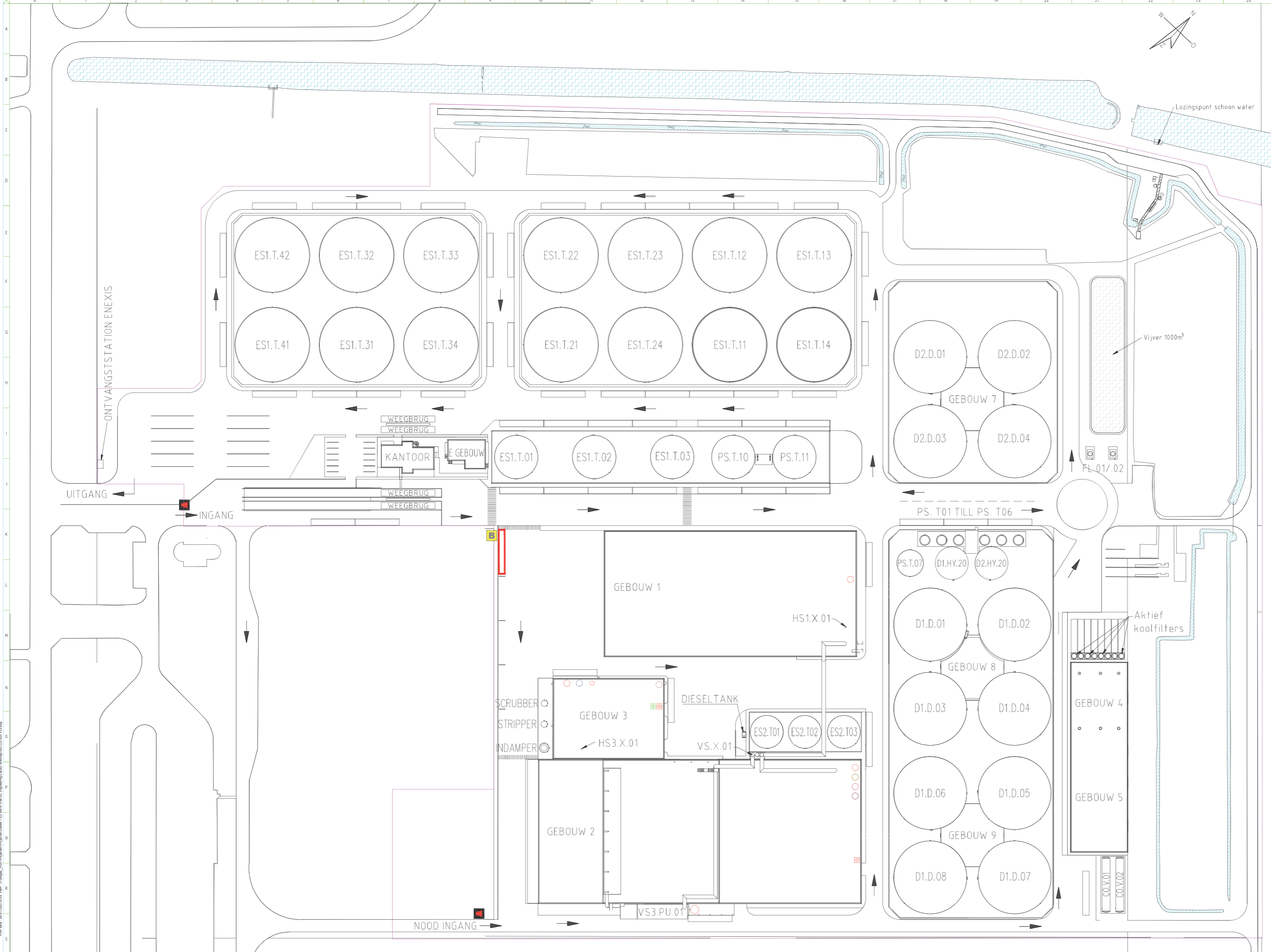
6.2 Groepsrisico

In de toekomstige situatie wordt een maximaal slachtofferaantal van 10 personen berekend bij een overlijdenskans van $1,56 \times 10^{-8}$ per jaar binnen het invloedsgebied (1×10^{-30} per jaar) van de vergistingsinstallatie van North Star (zie Figuur 7). Het berekende groepsrisico ligt op maximaal 0,16% van de oriëntatiewaarde.

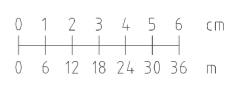
6.3 Invloedsgebied

De grootste effectafstand van 1.118 meter wordt gevonden bij de scenario's 'Instantaan falen', 'Vrijkomen inhoud uit grootste aansluiting' en 'Breuk laad-/losslang' voor tankwagenverlading met salpeterzuur. Deze scenario's leiden allen tot een toxische plas en uitdamping tot gevolg, bij weerstype F 1,5.

Bijlage 1. Plattegrondtekening



- Inrichtings grens
- Hek
- Poort
- H2SO4 Opslagtank
- NaOH Opslagtank
- PE Opslagtank
- HNO3 Opslagtank
- HCL Opslagtank
- NaOH 30% Opslagtank
- NaOCl 12,5% Opslagtank
- Antischuim IBC
- Antiscalent IBC
- Dieseltank
- Koppelpunt bluswater
- Locatie Windvaan
- Opstelplaats Brandweer
- Oppervlakte water
- Interne vijver




Voor equipment en gebouw omschrijvingen zie document NS-222-006 / bijlage 18

V4.0	UPDATED	Set: TVK	Chi: FH	Dat: 01-04-2022								
V3.0	UPDATED	Set: TVK	Chi: FH	Dat: 01-04-2022								
V2.0	UPDATED	Set: TVK	Chi: FH	Dat: 25-01-2022								
NORTH STAR SITUATIEKENNING												
CH: VG/TVK												
Set:												
Schaal: 1:600												
Bestand: NS-222-005 V5.0												
<table border="1"> <tr> <td>Attafel:</td> <td>Proj. nummer:</td> </tr> <tr> <td>A0</td> <td>NS-222-005</td> </tr> <tr> <td>Tel. bladen: 1</td> <td>Blad: 1</td> </tr> <tr> <td>Doc. nummer: NS-222-005</td> <td>Rev: 3</td> </tr> </table>					Attafel:	Proj. nummer:	A0	NS-222-005	Tel. bladen: 1	Blad: 1	Doc. nummer: NS-222-005	Rev: 3
Attafel:	Proj. nummer:											
A0	NS-222-005											
Tel. bladen: 1	Blad: 1											
Doc. nummer: NS-222-005	Rev: 3											

Setafbeelding: 2024-01-20 10:53:53, Bestand: NS-222-005 V5.0, Pagina: 1 van 1, Project: NS-222-005 V5.0, Bestand: NS-222-005 V5.0, Pagina: 1 van 1, Project: NS-222-005 V5.0

Bijlage 2. Totaaloverzicht installatie en kenmerken per installatie

Bijlage 3. Totaaloverzicht ongevalsscenario's met faalfrequenties

	Project	ORA biogasinstallatie North Star consortium te Emmen
	Opdrachtgever	Ekwadraat BV
	Projectnummer	2021-088
	Uitvoering OK10	C. van Loon / G. Rutten
	Datum	15-feb-22
	Versie	4.0

Bijlage 3 - Totaaloverzicht Scenario's

Algemene gegevens Ruw Biogas en gebruik

Parameter	Gegevens	Gegevens	Gegevens	Gegevens
Modelstof	Ruw Biogas	Gereinigd biogas	Koolstofdioxide (CO2)	Salpeterzuur
Aangereptietoestand	Gasvormig	Gasvormig	Gasvormig	Vloeibaar
Verhouding Methaan (CH4) en CO2	60/40	100/0	n.v.t.	n.v.t.
Druk	5 mbar(a) - 16 bar(a)	16 bar(a) - 66 bar(a)	5 mbar(a) - 25 bar(a)	5 mbar(a)
Temperatuur	35 °C	20 °C	-20 °C	21,1 °C
Molecuulgewicht [g/mol]	28,6	18,8	44,0	63,0
Dichtheid [kg/m3]	1,12	0,74	1,98	1400
Maximale Flow [Nm3/uur]	8000	5000	3000	n.v.t.

Enkelwandige atmosferische opslagtanks (14 vergisters, 1 salpeterzuurtank)	Ruw Biogas	Salpeterzuur
	1,1/1,2; 1,3-1,10; 1,11-1,14	1,15

Faalscenario's Enkelwandige atmosferische opslagtanks 2 hydrolysetanks, 8 hoofdvergister tanks, 1 thermofiele navergister, 3 navergister tanks, 1 salpeterzuurtank				
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bedrijfsduur [fractie]	Frequentie [per jaar]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5,00E-06	per jaar	1	5,00E-06
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten	5,00E-06	per jaar	1	5,00E-06
Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	1,00E-04	per jaar	1	1,00E-04

Bovengrondse (gas)opslagtanks onder druk (2 CO2-opslagtanks)	CO2-opslagtanks
	1,16; 1,17

Faalscenario's CO2-opslagtanks 2 CO2-opslagtanks, cilindrische/horizontale opslagtanks (25 ton, 20 bar(g))				
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bedrijfsduur [fractie]	Frequentie [per jaar]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5,00E-07	per jaar	1	5,00E-07
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten	5,00E-07	per jaar	1	5,00E-07
Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	1,00E-05	per jaar	1	1,00E-05

Compressoren	Ruw Biogas	Gereinigd Biogas	CO2
	3,3	3,6a	5,1
Verdere gasbehandeling		Aditionele compressor	CO2-compressor (van 5 mbar naar 25 bar)

Uitgangspunten			
Parameter	Ruw Biogas	Gereinigd Biogas	Koolstofdioxide
Modelstof	Methaan / CO2	Methaan	CO2
Stroomsnelheid [Nm3/uur]	8000	5000	3000
Uitstromingsnelheid (1,5 x Stroomsnelheid) [Nm3/uur]	12000	7500	4500
Uitstromingsnelheid in kg/s	3,01	2,80	1,54
Druk	5 mbar(a)	16 bar(a)	5 mbar(a)
Temperatuur	20 °C	20 °C	-20 °C
Ligging	Bovengronds	Bovengronds	Bovengronds
Leidingdiameter (aanvoerend)	250 mm	150 mm	400 mm
Uitstromingshoogte	1 m	1 m	1 m
Uitstromingsduur	1800 sec	1800 sec	1800 sec
Uitstromingsrichting	Verticaal	Verticaal	Verticaal
Verdeling dag- (08:00 - 18:30) / nachtperiode (18:30 - 08:00)	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%

Berekend in Safeti-NL
Aanvoerend debiet

Faalscenario's Compressoren										
			Onderdeel 3.3	Onderdeel 3.6a			Onderdeel 5.1			
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bedrijfsduur [fractie]	# Ruw Biogas	Frequentie Ruw Biogas	# Gereinigd Biogas	Frequentie Gereinigd Biogas	# Koolstofdioxide	Frequentie Koolstofdioxide	Opmerkingen
Catastrofaal falen	1,00E-04	per jaar	1	1	1,00E-04	1	1,00E-04	1	1,00E-04	Gecorrigeerd voor aantal compressoren per installatie-onderdeel
Lek (10% diameter)	4,40E-03	per jaar	1	1	4,40E-03	1	4,40E-03	1	4,40E-03	Gecorrigeerd voor aantal compressoren per installatie-onderdeel

Procesvaten	Ruw Biogas
	3,2; 3,4

Uitgangspunten Procesvaten			
AC-filters		CO2-removingstechniek	
Parameter	Ruw Biogas (3.2)	Ruw Biogas (3.5)	
Modelstof	Methaan / CO2	Methaan / CO2	
Stroomsnelheid [Nm3/uur]	8000	8000	Ingaande flow van procesvat
Uitstromingsnelheid (1,5 x Stroomsnelheid)	n.v.t.	12000	
Uitstromingsnelheid in kg/s	n.v.t.	3,7333	Na compressoren in biogas-opwerkingsinstallatie (ruw biogas)
Druk	5 mbar	16 bar	Hoogste druk, na compressiestap (worst-case)
Temperatuur	20 °C	20 °C	
Ligging	Bovengronds	Bovengronds	
Leidingdiameter in mm (aanvoerend)	250	100	
Hoogte / Breedte	n.v.t.	n.v.t.	
Uitstromingshoogte	1 m	1 m	
Uitstromingsduur	1800 sec	1800 sec	
Uitstromingsrichting	Verticaal	Horizontaal	
Verdeling dag- (08:00 - 18:30) / nachtperiode (18:30 - 08:00)	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	

Faalscenario's Procesvat								
			Onderdeel 3.2	Onderdeel 3.5				
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bedrijfsduur [fractie]	# Ruw Biogas	Frequentie Ruw Biogas	# Ruw Biogas	Frequentie Ruw Biogas	Opmerkingen
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het reactorvat / procesvat	5,00E-06	per jaar	1	8	4,00E-05	5	2,50E-05	Instantaan falen en continue uitstroom gas uit van de uitstroom op basis van de aanvoer, gemodelleerd in één scenario (totale faalfrequenties: 8,00E-5 (onderdeel 3.2) en 5,00E-5 (onderdeel 3.5))
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. In een continue en constante stroom	5,00E-06	per jaar	1	8	4,00E-05	5	2,50E-05	
Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1,00E-04	per jaar	1	8	8,00E-04	5	5,00E-04	

Warmtewisselaars	Ruw Biogas	Koolstofdioxide
	3,2; 3,4; 3,6b	3,7

Uitgangspunten Procesvaten				
AC-filters		CO2-removingstechniek		
Parameter	Ruw Biogas (3.2)	Ruw Biogas (3.4)	Gereinigd Biogas (3.6b)	CO2 (3.7)
Modelstof	Methaan / CO2	Methaan / CO2	Methaan	Koolstofdioxide
Stroomsnelheid [Nm3/uur]	8000	8000	5000	n.v.t.
Uitstromingsnelheid (1,5 x Stroomsnelheid)	n.v.t.	12000	7500	n.v.t.
Uitstromingsnelheid in kg/s	n.v.t.	6,0187	1,8693	138,8889
Druk	5 mbar	16 bar	66 bar	25 bar
Temperatuur	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Ligging	Bovengronds	Bovengronds	Bovengronds	Bovengronds
Leidingdiameter in mm (aanvoerend)	750	250	100	400

Ingaande flow van procesvat

Safeti-NL berekend o.b.v. oewicht (ka) bij heersende druk en temperatuur
Hoogste druk, na compressiestap (worst-case)

Kleinere lekkage bij 'breuk van 1 pijp' (10% van oppervlakte van de aanvoerende leiding) in mm	237,2	79,1	31,6	126,5
Lek met een effectieve diameter (10% van nominale diameter van één pijp, max. 50 mm) in mm	23,7	7,91	3,16	12,65
Hoogte / Breedte	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Uitstromingshoogte	1 m	1 m	1 m	1 m
Uitstromingsduur	1800 sec	1800 sec	1800 sec	1800 sec
Uitstromingsrichting	Horizontaal	Horizontaal	Horizontaal	Horizontaal
Verdeling dag - (08:00 - 18:30) / nachtperiode (18:30 - 08:00)	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%

Faalscenario's Warmtewisselaars (gevaarlijke stof binnen de pijpleidingen, met mantel met ontwerpdruk lager/gelijk aan de maximaal optredende druk van de gevaarlijke stof in de pijpleiding)

Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bedrijfsduur [fractie]	# Ruw Biogas (onderdeel 3.2, 3.4, 3.6b)	Frequentie Ruw Biogas	# Koolstofdioxide (onderdeel 3.7)	Frequentie Koolstofdioxide
Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	1,00E-05	per jaar	1	1	1,00E-05	1	1,00E-05
Breuk van 1 pijp	1,00E-03	per jaar	1	1	1,00E-03	1	1,00E-03
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van één pijp, maximaal 50 mm	1,00E-02	per jaar	1	1	1,00E-02	1	1,00E-02

Berekening kleinere lekkage bij 'breuk van 1 pijp' (10% van oppervlakte van de aanvoerende leiding, voorbeeld voor 750 mm)

750,00	mm (diameter leiding)	441786	mm2 (totaal oppervlakte leiding)
237,2	mm (diameter 1 pijp)	44178,6	mm2 (oppervlakte 1 pijp, 10% van totaal oppervlakte leiding)

Buisleidingen (extern)	Aardgas	Waterstof
	6.1, 6.2	6.3

Uitgangspunten Leidingen

Parameter	Ruw Biogas		Waterstof	
	6.1	6.2	6.3	
Naam/anduiding leiding	A-605	A-605-02	X-807	
Medelstof	Methaan (aardgas)	Methaan (aardgas)	Waterstof	
Relative breach size aperture (fraction)	1	1	1	Worst-case, alleen relevant voor bruikscenario; tabel 6 uit Module D
Distance to break (m)	16000	16000	16000	Leiding gemiddeld als lengte van 32 km (32.000 m.), uitgegaan van een uitstromingsrichting
Ruwheidslengte leiding (mm)	0,045	0,045	0,045	Default in Safeti-NL (45 µm); tabel 10 uit Module D
Ontwerpdruk	79,9 bar(g)	79,9 bar(g)	66,2 bar(g)	
Temperatuur	9,8 °C	9,8 °C	9,8 °C	Buitentemperatuur
Ligging	Ondergronds	Ondergronds	Ondergronds	
Leidingdiameter	762 mm	152,4 mm	152,4 mm	
Lengte (m)	32000	32000	32000	Default in Safeti-NL
Pumped inflow (kg/s)	0	0	0	Default in Safeti-NL
Uitstromingshoogte	0 m	0 m	0 m	0,01 inoevoerd in Safeti-NL
Uitstromingsduur	1800 sec	1800 sec	1800 sec	Average between two times: 0 en 20 sec. (default in Safeti-NL)
Uitstromingsrichting	Verticaal	Verticaal	Verticaal	
Verdeling dag- (08:00 - 18:30) / nachtperiode (18:30 - 08:00)	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	Dag / nacht 100%	

Faalscenario's Leidingen Ondergronds - Hogedruk gastransportleidingen

6.1						
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bronterm	Ontstekingskans (aardgas)	Frequentie Ruw Biogas	
Breuk van de leiding	5,60E-09	per meter / jaar	> 100 kg/s	0,09	5,04E-10	Bronterm berekend in Safeti-NL
Lek in de leiding (10% van de leidingdiameter, max. 50 mm)	2,00E-08	per meter / jaar	10 - 100 kg/s	0,04	8,00E-10	Bronterm berekend in Safeti-NL
Flenslek (10% van de leidingdiameter, maximaal 50 mm)	9,30E-07	per flens / jaar	10 - 100 kg/s	0,04	3,72E-08	

Faalscenario's Leidingen Ondergronds - Hogedruk gastransportleidingen

6.2						
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bronterm	Ontstekingskans (aardgas)	Frequentie Ruw Biogas	
Breuk van de leiding	5,60E-09	per meter / jaar	> 100 kg/s	0,09	5,04E-10	Bronterm berekend in Safeti-NL
Lek in de leiding (10% van de leidingdiameter, max. 50 mm)	2,00E-08	per meter / jaar	< 10 kg/s	0,02	4,00E-10	Bronterm berekend in Safeti-NL
Flenslek (10% van de leidingdiameter, maximaal 50 mm)	9,30E-07	per flens / jaar	< 10 kg/s	0,02	1,86E-08	

Faalscenario's Leidingen Ondergronds - Hogedruk gastransportleidingen

6.3						
Scenario	Basis-frequentie	Frequentie-eenheid	Bronterm	Ontstekingskans (waterstof)	Frequentie Waterstof	
Breuk van de leiding	5,60E-09	per meter / jaar	n.v.t.	1	5,60E-09	
Lek in de leiding (10% van de leidingdiameter, max. 50 mm)	2,00E-08	per meter / jaar	n.v.t.	1	2,00E-08	

Bijlage 4. Maximale effectafstanden

Bijlage 5. Bijdrage installatie aan het Plaatsgebonden Risico

Bijlage 6. Bijdrage installatie aan het Groepsrisico

Group Name	Group Type	Total Risk Integral [1/AvgYear]								
Combination 1	Combination	1,33153E-05								
Model Name	Location Index	Model East [m]	Model North [m]	Model Frequency [1/AvgYear]	Average Fatalities	Risk Integral Percentage	Risk Integral [1/AvgYear]	Zero Deaths [1/AvgYear]	1 [1/AvgYear]	1,000000E+001 [1/AvgYear]
G2 North Star Emmen\Salpeterzuurtank(Tankwagen salpeterzuur (HNO3)\Toxische plas - Breuk laad-/losslang	1		259895,828 530811,5	4,29E-05		0,310264311 99,96256879	1,33103E-05	3,63868E-05		3,06639E-06 3,44675E-06
Outcome Type Description		Average Fatalities	Maximum Fatalities	Frequency of Maximum Fatalities [1/AvgYear]	Risk Integral Percentage	Risk Integral [1/AvgYear]	1 [1/AvgYear]	1,000000E+001 [1/AvgYear]		
Toxic effects for a release in which Only toxic effects were modelled		2,043610641	6,484248035	8,65206E-07	100	1,33103E-05		3,06639E-06		3,44675E-06
G2 North Star Emmen\Salpeterzuurtank(Tankwagen salpeterzuur (HNO3)\Toxische plas - Instantaan falen	1		259895,828 530811,5	1,53E-08		0,310264317 0,035650986	4,74704E-09	1,29771E-08		1,09361E-09 1,22926E-09
Outcome Type Description		Average Fatalities	Maximum Fatalities	Frequency of Maximum Fatalities [1/AvgYear]	Risk Integral Percentage	Risk Integral [1/AvgYear]	1 [1/AvgYear]	1,000000E+001 [1/AvgYear]		
Toxic effects for a release in which Only toxic effects were modelled		2,043610677	6,484248035	3,0857E-10	100	4,74704E-09		1,09361E-09		1,22926E-09
G2 North Star Emmen\Salpeterzuurtank(Tankwagen salpeterzuur (HNO3)\Toxische plas - Vrijkomen inhoud uit grootste aansluiting	1		259895,828 530811,5	7,64E-10		0,310264327 0,001780219	2,37042E-10	0		5,4609E-11 6,13828E-11
Outcome Type Description		Average Fatalities	Maximum Fatalities	Frequency of Maximum Fatalities [1/AvgYear]	Risk Integral Percentage	Risk Integral [1/AvgYear]	1 [1/AvgYear]	1,000000E+001 [1/AvgYear]		
Toxic effects for a release in which Only toxic effects were modelled		2,043610592	6,484248035	1,54083E-11	100	2,37042E-10		5,4609E-11		6,13828E-11