

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM INRICHTING TERNAARD-200

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

29 JUNI 2018



Contactpersonen

ALEXANDER KLAESSEN
Senior Engineer Veiligheid

T +31 88 426 1261
M +31 6 46 88 1425
E alexander.klaessen@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

Disclaimer

ARCADIS wijst er nadrukkelijk op dat de in dit rapport gegeven uitkomsten en adviezen afhankelijk zijn van de uitvoering van de kwantitatieve risico-analyse (QRA). De wijze van uitvoering is vastgelegd in de door RIVM CEV opgestelde Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB) en het door de overheid voorgeschreven gebruik van het rekenpakket Safeti-NL binnen het kader van de zogenoemde externe veiligheid.

SAMENVATTING

Context

Op verzoek van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) heeft Arcadis voor de gaswinningsinstallatie Ternaard-200 (hierna te noemen inrichting Ternaard-200) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

Voor de inrichting Ternaard-200 moet een vergunning aangevraagd worden in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor het oprichten en in werking hebben van de inrichting. Voor de vergunningaanvraag dient rekening gehouden te worden met de risico's voor de externe veiligheid (d.w.z. het risico buiten de inrichting). De risico's worden in kaart gebracht voor de situatie zoals voorzien voor de duur van de vergunning.

De inrichting is bestemd voor het produceren en afvoeren van aardgas, afkomstig uit de op het terrein gelegen put. Het aardgas gaat via een bovengrondse en later ondergrondse leiding via Moddergat-1 naar gasbehandelingsinstallatie Anjum-1.

In deze QRA zijn de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

Methode

In de voorliggende QRA zijn de risico's ten gevolge van het mogelijk vrijkomen van gevaarlijke stoffen door lekkages of het falen van de omhulling, zogenaamde "Loss Of Containment" (LOC) gebeurtenissen, volgens de voorgeschreven methode zo realistisch mogelijk gekwantificeerd.

De QRA heeft betrekking op de gehele inrichting. In de huidige situatie betreft dit de putten en de leidingen. Ook de exportleiding tot aan de inrichtingsgrens maakt deel uit van de inrichting Ternaard-200.

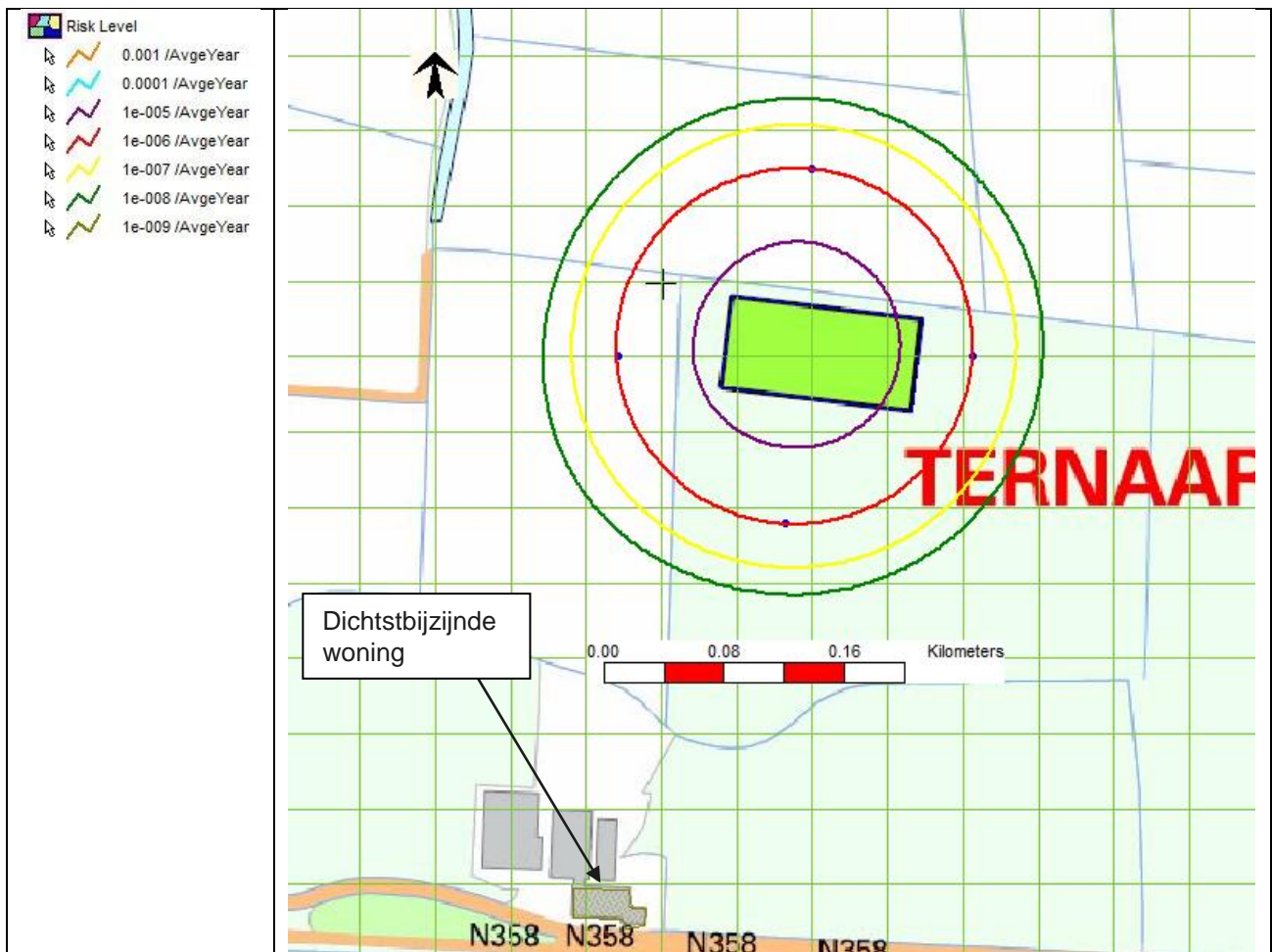
De scenario's voor de QRA zijn opgesteld in overeenstemming met de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB) [ref. 6]. De gehanteerde uitgangspunten in de modellering zijn beschreven in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 10 van het HRB.

Voor het bepalen van de effecten en het berekenen van de risico's is gebruik gemaakt van het softwarepakket Safeti-NL (met grotendeels niet wijzigbare Nederlandse instellingen) [ref. 1]. Dit pakket is door de Nederlandse overheid aangewezen als verplicht programma voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI.

Resultaten

Het resultaat van deze analyse is de berekening van het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) ten gevolge van de activiteiten op deze locatie. De risico's worden uitgedrukt als de kans op dodelijk letsel per jaar.

De plaatsgebonden risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur. Gridgrootte is 50 m.



In de nabijheid van de inrichting Ternaard-200 zijn beperkt kwetsbare objecten aanwezig.

Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbare object betreft een woning. De woning ligt op 338 m ten zuiden vanaf de inrichtingsgrens. Alle beperkt kwetsbare objecten liggen buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt ca. 90 m (noordelijke richting).

De belangrijkste bijdragen aan de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour worden geleverd door de volgende scenario's:

- Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking);
- Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking);
- Casing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking).

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door terugstroom bij leidingbreuk van de 12" leiding transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking). Indien een horizontale toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 209 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dit effect heeft geen invloed op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 340 m in zuidelijke richting van de 12" transportleiding bevindt.

Conclusies

De 10^{-6} per jaar PR-contour reikt buiten de inrichtingsgrens. Binnen de 10^{-6} per jaar PR contour bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten. Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de normstelling in het BEVI [ref. 2].

Het groepsrisico voor de inrichting Ternaard-200 is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van de inrichting Ternaard-200.

Het groepsrisico overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2] niet.

AFKORTINGEN

BEVI	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
GR	Groepsrisico
HRB	Handleiding Risicoberekeningen BEVI
LFL	Lower Flammability Limit
LOC	Loss Of Containment
LP	Long pipeline
LR	Line rupture
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
PEFS	Process Engineering Flow Scheme
PFS	Process Flow Scheme
PR	Plaatsgebonden Risico
QRA	Quantitative Risk Assessment
REVI	Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RRP	Risk Ranking Points
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
TRN	Naam gasproductieput op de inrichting Ternaard-200
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (tegenwoordig Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, WIA)
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
AFKORTINGEN	6
1 INLEIDING	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid	9
1.2.1 Het beleid	9
1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico	9
1.2.2.1 Plaatsgebonden risico	9
1.2.2.2 Groepsrisico	10
1.3 Gebruikte informatiebronnen	11
1.4 Leeswijzer	11
2 BESCHRIJVING INRICHTING	12
2.1 Gegevens inrichting	12
2.2 Algemene procesbeschrijving	13
2.3 Materialen, samenstellingen en voorbeeldstoffen	13
3 UITGANGSPUNTEN QRA	16
3.1 Algemeen	16
3.2 Selectie van installaties voor de QRA	16
3.3 Beschrijving van de insluitsystemen	16
4 LOC SCENARIO'S	18
4.1 Uitstroming	18
4.1.1 Algemeen	18
4.1.2 Locatie specifiek	19
4.1.3 Tijdsafhankelijkheid	20
4.1.4 Uitstromingsrichting en duur	21
4.2 Initiële faalkansen	22
5 EFFECTBEREKENING	24

5.1	Algemeen	24
5.2	Weer en ruweidslengte	24
5.3	Ontstekingskansen	24
5.3.1	Directe ontsteking	24
5.3.2	Vertraagde ontsteking	24
6	BLOOTSTELLING EN SCHADE	25
6.1	Populatie & Risk Ranking Points (RRP)	25
6.2	Modelering van de schade	26
6.2.1	Blootstelling van personen aan warmtestraling	26
6.3	Effectafstanden dominante scenario's	26
6.3.1	Effectafstanden weerklasse F1,5 m/s	26
6.3.2	Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s	27
7	QRA RESULTATEN	28
7.1	Plaatsgebonden risico	29
7.2	Groepsrisico	30
8	CONCLUSIES	31
8.1	Toetsing PR aan acceptatiecriteria	31
8.2	Toetsing GR aan acceptatiecriteria	31
9	REFERENTIES	32
10	DEFINITIES	33
 BIJLAGEN		
BIJLAGE A : SCENARIO'S TERNAARD-200		35
	Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's	36
 COLOFON		37

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op verzoek van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) heeft Arcadis voor de gaswinningsinstallatie Ternaard-200 (hierna te noemen inrichting Ternaard-200) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

Voor de inrichting Ternaard-200 moet een vergunning aangevraagd worden in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor het oprichten en in werking hebben van de inrichting. De QRA rapportage is deel van deze vergunningaanvraag.

Voor de vergunningaanvraag dient rekening gehouden te worden met de risico's voor de externe veiligheid (d.w.z. het risico buiten de inrichting). De risico's worden in kaart gebracht voor de situatie zoals voorzien voor de duur van de vergunning.

In deze QRA zijn de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid

1.2.1 Het beleid

In Nederland is in 2004 het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [ref. 2] en de Regeling Externe Veiligheid Inrichten (REVI) [ref. 3] in werking getreden. In aanvulling hierop is per 1 juli 2015 de gewijzigde Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) van kracht [ref. 3].

Door de gewijzigde REVI worden mijnbouwwerken aangewezen via artikel 1b, onderdeel i. De inrichting Ternaard-200 is een dergelijk mijnbouwwerk.

Het aanwijzen van mijnbouwwerken sluit aan bij het beleid om inrichtingen met gevaarlijke stoffen, waarvan risicocontouren buiten de grenzen van de inrichting vallen, aan te wijzen als BEVI-inrichtingen. Kort gezegd geldt voor mijnbouwwerken dat zij aangewezen worden als bedoeld in de Mijnbouwwet, tevens een inrichting zijn in de zin van artikel 1.1 van de Wet milieubeheer en dat er gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Hierdoor worden mijnbouwvoorzieningen aangewezen als niet-categoriale inrichtingen.

De in deze QRA berekende risico's worden getoetst aan de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot niet-categoriale inrichtingen, zoals deze in BEVI zijn vastgelegd.

In de REVI is onder andere vastgelegd, dat voor de inrichtingen die nu onder het BEVI vallen een QRA opgesteld dient te worden, waarbij gerekend moet worden conform de Handleiding Risicoberekening BEVI (HRB) versie 3.3 met gebruik van Safeti-NL versie 6.54.

1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico

De externe veiligheidsrisico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2].

1.2.2.1 Plaatsgebonden risico

Het PR is de kans op overlijden die een onbeschermd fictief persoon loopt als hij zich gedurende een jaar continu op een bepaalde plaats zou bevinden. Punten met een gelijk PR worden met elkaar verbonden en vormen zodanig de iso-risico-contouren.

Voor het Plaatsgebonden Risico staan in het BEVI grens- en richtwaarden vermeld voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten in nieuwe en bestaande situaties. Ook dient rekening te worden gehouden met de geprojecteerde objecten in het geldende bestemmingsplan. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen in woonwijken, scholen en ziekenhuizen. Enkele voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn verspreid liggende woningen, dienst- en bedrijfswoningen, kleine hotels en restaurants, sport-, kampeer- en recreatie terreinen met minder dan 50 mensen.

De grens- en richtwaarden voor nieuwe situaties, en op termijn ook voor bestaande situaties, staan in de volgende tabel.

Object	Norm
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR 10^{-6} / jaar
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR 10^{-6} / jaar

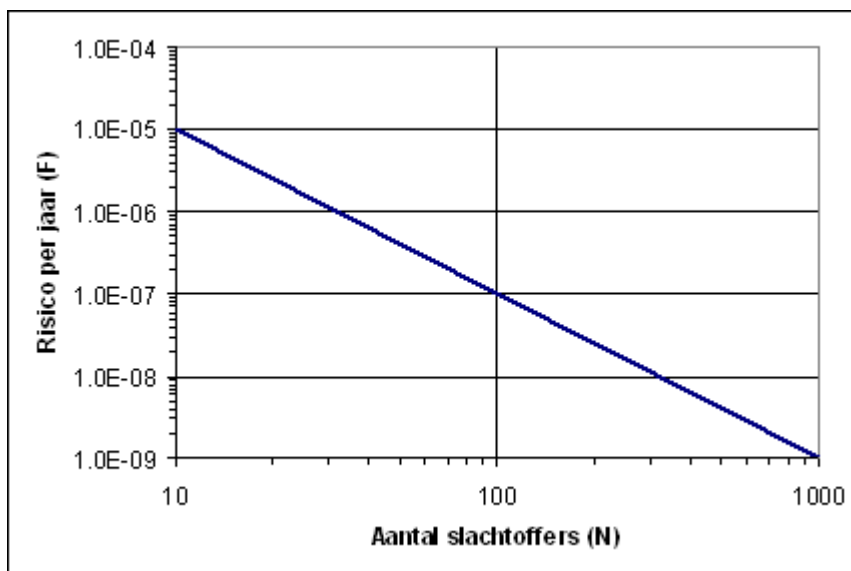
Tabel 1.1: Risico normering PR BEVI inrichtingen.

1.2.2.2 Groepsrisico

Het GR is de gecombineerde kans op ongevallen waarbij een groep van ten minste het gegeven aantal personen gelijktijdig dodelijk slachtoffer wordt. Het GR wordt grafisch weergegeven in een zogenaamde f-N curve. Deze grafiek geeft het mogelijke aantal dodelijke slachtoffers (N) weer met de bijbehorende kans van optreden (f).

Voor het groepsrisico geldt geen harde norm. In het besluit is een voorschrift opgenomen op grond waarvan inzicht moet worden gegeven in de actuele hoogte van het groepsrisico en de bijdrage aan het groepsrisico van ruimtelijke ontwikkelingen of risicovolle activiteiten. Bij de toetsing van het groepsrisico wordt een oriëntatiewaarde gebruikt. Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om de verantwoording van het groepsrisico op te stellen volgens de verantwoordingsplicht [ref. 5] en om onder meer overleg te voeren met de brandweer. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de ligging van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde, maar dient een afweging van belangen gemaakt te worden en wordt rekening gehouden met de aanwezige rampenbestrijdingsplannen en -middelen en de zelfredzaamheid van personen. Ook genomen maatregelen ter voorkoming en beperking van escalatie, welke niet in een QRA verdisconteerd kunnen worden, kunnen hierbij worden beschouwd.

De voor het groepsrisico van toepassing zijnde oriënterende waarde is weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Ligging oriënterende waarden voor het Groepsrisico.

1.3 Gebruikte informatiebronnen

In de risicoberekening wordt uitgegaan van een representatieve bedrijfssituatie in overeenstemming met de vergunning. Dit leidt tot een modellering die conservatief is ten opzichte van de normale bedrijfsvoering.

Bij het opstellen van de QRA is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen en documenten:

- Kadastrale / Situatiekaart 2018, EP201804202586001.
- Plattegrondtekeningen 2018, EP201804202586002.
- Schema hoofdprocesleidingen Ternaard-200, EP201804202586003.
- Schematische weergave proces Ternaard-200, EP201804202586004.
- *Ternaard Development, Part II* – Design Basis and Design Requirements [ref. 8];
- Technical Scope Definition, Ternaard Development TRN-2 HP KiSS hook up + Pipeline.

1.4 Leeswijzer

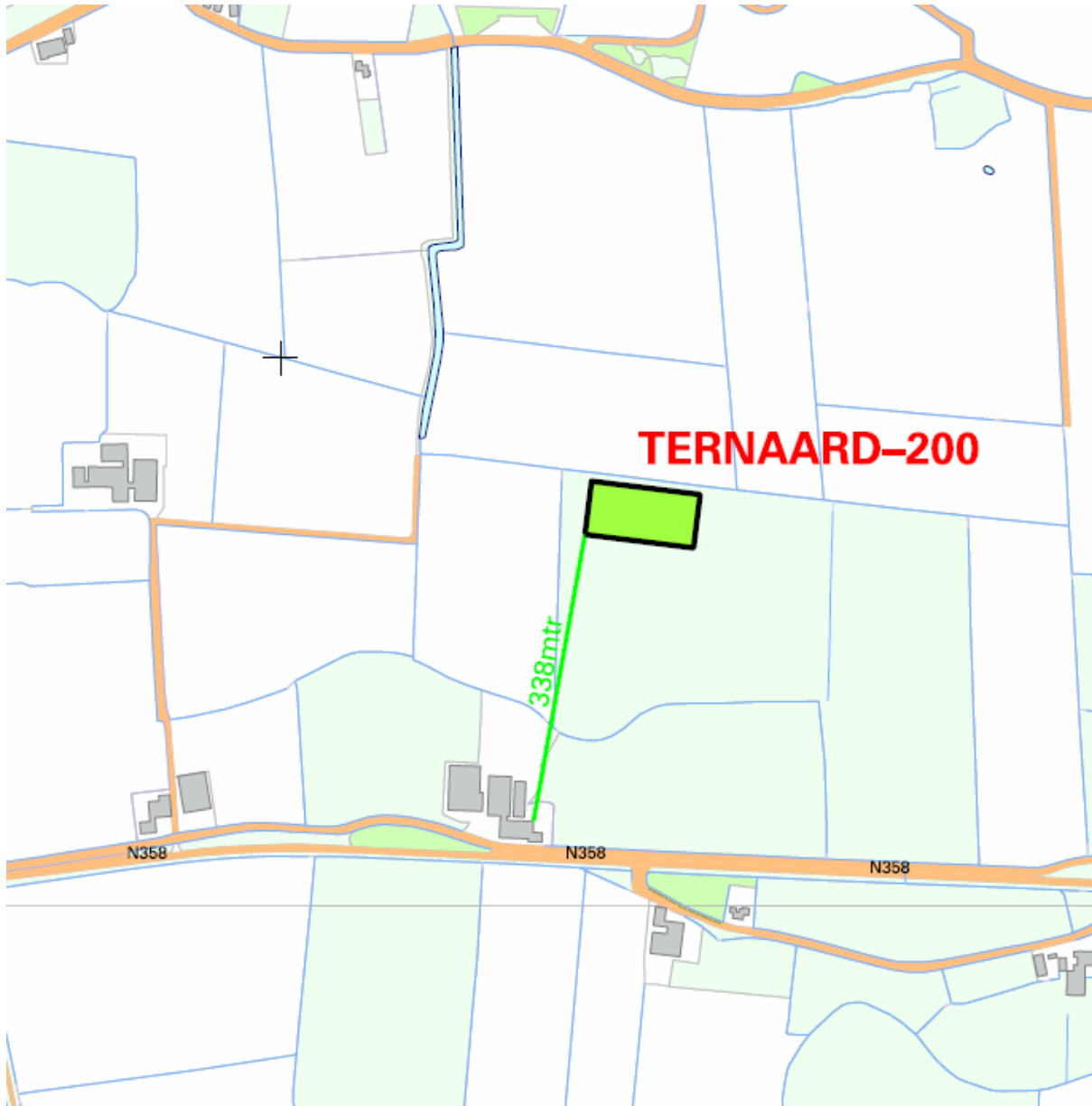
In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de inrichting beschreven. De uitgangspunten van de QRA staan in hoofdstuk 3. LOC scenario's met uitstromingen en initiële faalkansen worden beschreven in hoofdstuk 4.

De voor de effectberekeningen benodigde achtergrondinformatie is in hoofdstuk 5 opgenomen. Tot slot betreffen hoofdstukken 6, 7 en 8 respectievelijk de blootstelling & schade, QRA resultaten en conclusies. In de bijlage is een overzicht van de QRA berekeningsparameters opgenomen.

2 BESCHRIJVING INRICHTING

2.1 Gegevens inrichting

De inrichting is gelegen in de gemeente Dongeradeel, provincie Friesland Zie ook Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Omgeving inrichting Ternaard-200.

De inrichting is gelegen op een afstand van circa 1 kilometer ten noordoosten van Ternaard. De inrichting is gelegen in een agrarische omgeving. De dichtstbijzijnde woonbebouwing ligt ten zuiden van de inrichting op een afstand van 338 meter vanaf de inrichtingsgrens. De inrichting is bereikbaar via een openbare weg en is ontsloten door middel van een toegangsweg.

Op de inrichting Ternaard-200 wordt (zoet) aardgas geproduceerd uit de op de inrichting gelegen opererende put en afgevoerd.

Het geproduceerde gas op locatie Ternaard-200 wordt door middel van een bovengrondse en later ondergrondse natgastransportleiding via NAM-inrichting Moddergat-1 afgevoerd naar de op circa 15 kilometer afstand gelegen NAM-inrichting Anjum-1, waar het gas in overeenstemming wordt gebracht met de specificaties die door GasTerra B.V. zijn vastgesteld.

Figuur 2.2 toont de lay-out van de inrichting Ternaard-200.

2.2 Algemene procesbeschrijving

Een algemeen overzicht van de processen op de inrichting Ternaard-200 is gegeven in Figuur 2.3.

De inrichting bestaat uit een puttenterrein met een gasproductie-eenheid en een terrein waar de transportleidingen en andere ondersteunende systemen al dan niet tijdelijk worden opgesteld.

Op inrichting Ternaard-200 is één put aanwezig. Put TRN-201 is een gasproductieput.

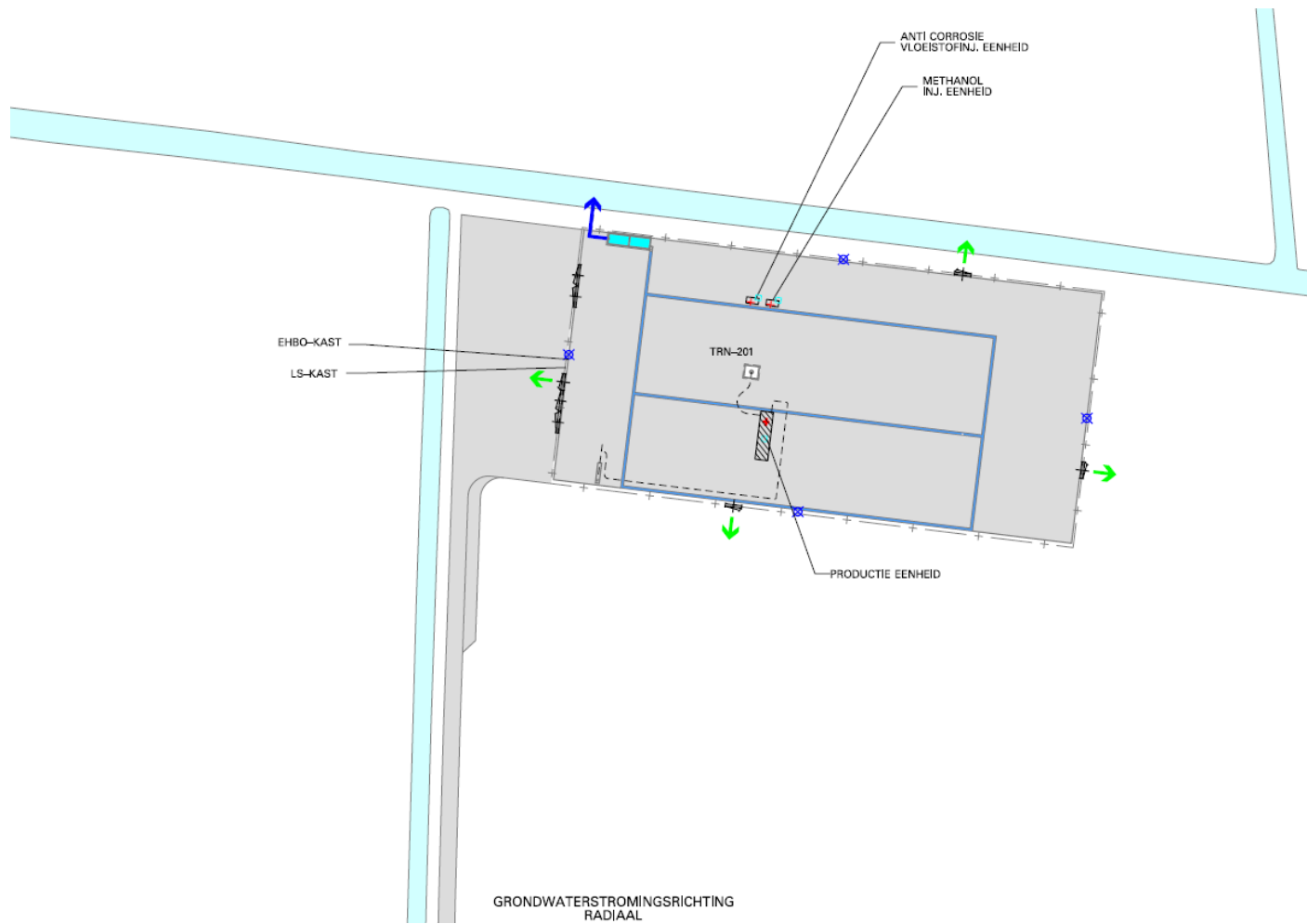
Op gasproductieput TRN-201 is een productie-eenheid (Kiss-unit) aangesloten. Deze eenheid is de verbinding tussen de putmond van de put en de transportleiding. De installatie bestaat uit een productiegedeelte (leidingwerk, kleppen, meetstraat, een hydraulische eenheid en een draintank), een calibratiehuisje en een elektro/instrumentatiehuisje.

2.3 Materialen, samenstellingen en voorbeeldstoffen

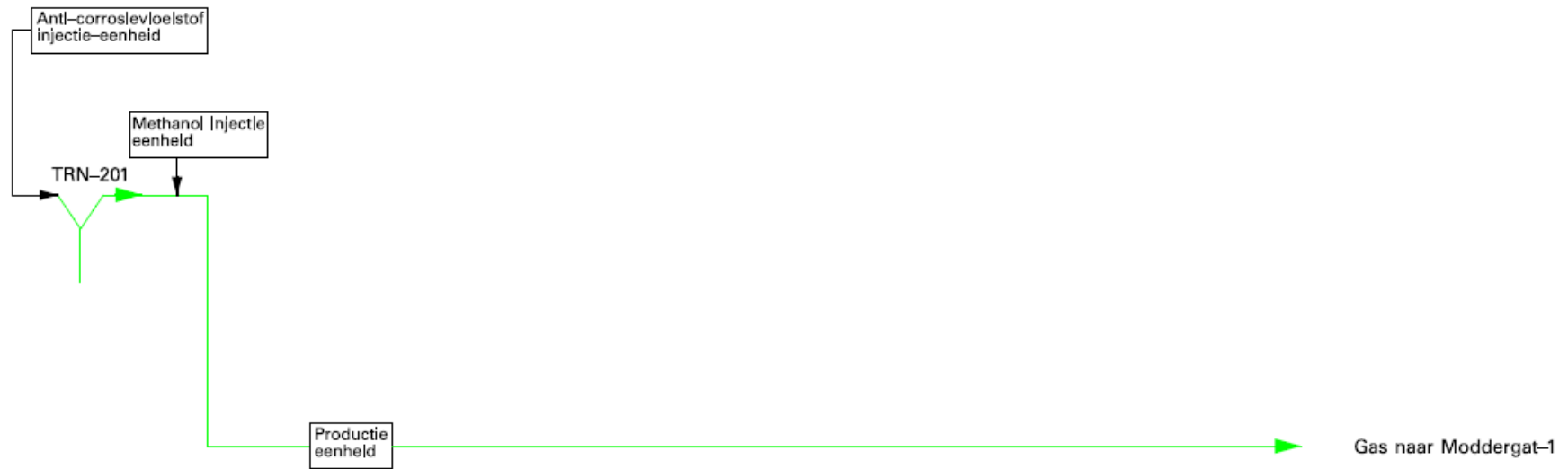
De risico's die op de inrichting aanwezig zijn, worden bepaald door de aard van de binnen de inrichting aanwezige gevaarlijke stoffen. In dit geval is dit zoet aardgas. Zoet aardgas bestaat grotendeels uit methaan (CH₄) met kleine hoeveelheden zwaardere koolwaterstoffen, stikstof, en water.

Het HRB [ref. 6] schrijft voor dat methaan gebruikt wordt als voorbeeldstof voor de modellering van risico's met zoet aardgas.

Het methanol injectiesysteem en anti-corrosiesysteem worden in deze QRA niet beschouwd omdat chemicaliëninjectie systemen volgens HRB [ref. 6] een verwaarloosbare bijdrage aan het risico voor de externe veiligheid van mijnbouwinstallaties leveren.



Figuur 2.2: Plotplan inrichting Ternaard-200.



Figuur 2.3: Overzicht proces inrichting Ternaard-200.

3 UITGANGSPUNTEN QRA

3.1 Algemeen

In de risicoberekening worden de effecten bepaald die kunnen leiden tot dodelijke slachtoffers buiten de inrichting ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, in combinatie met de kans op dergelijke ongewenste effecten.

De modellering bestaat dus uit twee achtereenvolgende stappen, de effectmodellering en de risicomodellering:

- Effectmodellering modelleert achtereenvolgens de uitstroming, de verspreiding van brandbare en/of toxische stoffen en het optreden van mogelijk letale effecten zoals explosieoverdruk, warmtestraling en toxische effecten.
- In de Risicomodellering worden aan de hand van de verschillende letale effecten en blootstellingsduur, ontstekingsbronnen, initiële faalkansen en kansverdeling van de gebeurtenissenboom het PR en GR berekend.

Voor het bepalen van de effecten en risico's is gebruikgemaakt van het softwarepakket Safeti-NL, versie 6.54 [ref. 1], dat door de Nederlandse overheid is aangewezen als verplicht pakket voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI [ref. 2].

De voorgeschreven kwantitatieve risicoanalyse voor externe veiligheid begint met het identificeren van initiële Loss of Containment (LOC) scenario's waarbij gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen. Deze scenario's beschrijven de vrijgekomen stof, de uitstroomcondities en de waarschijnlijkheid. De initiële gebeurtenissen worden verderop in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 beschreven.

Voor de uiteindelijke brandbare effecten kennen deze initiële scenario's daarnaast een aantal vervolgsenario's zoals plasvorming, verdamping uit de plas, het optreden van explosies en wolkbranden (flash fire). De vervolgsenario's zijn onder meer afhankelijk van het optreden van directe en vertraagde ontsteking. De gevolggebeurtenissen zijn in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt.

Verder wordt opgemerkt dat de risico's ten gevolge van LOC-scenario's buiten de inrichting, zoals breuk van de exportleiding, in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

3.2 Selectie van installaties voor de QRA

Voor QRA's voor de mijnbouwinrichtingen wordt geen subselectie toegepast, omdat de systeeminhoud ten opzichte van de doorzet door de installatie gering is waardoor de subselectie tot een incorrecte selectie van de voor het externe veiligheidsrisico bepalende installatieonderdelen zou kunnen leiden.

- De anti-corrosievloeistof injectie-eenheid en methanol injectie-eenheid worden in deze QRA niet beschouwd vanwege het buiten beschouwing laten van chemicaliëninjectie systemen met een operationele druk lager dan 10 barg [ref. 6].

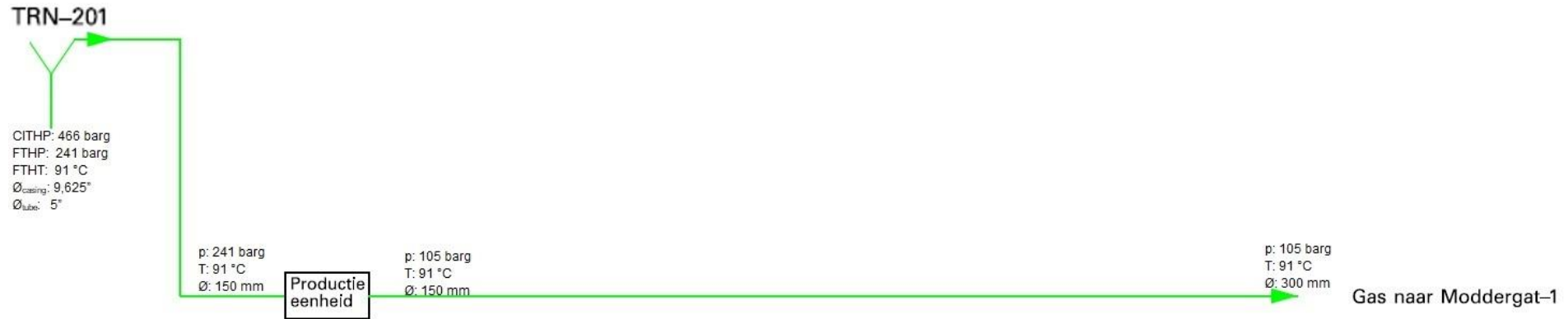
3.3 Beschrijving van de insluitsystemen

Bij de QRA van inrichting Ternaard-200 is het hele systeem niet opgedeeld in insluitsystemen, maar in secties met vergelijkbare procescondities. Het aardgassysteem is weergegeven in Figuur 3.1.

Bij iedere sectie zijn de operationele procescondities vermeld.

De specifieke procescondities worden gebruikt om de uitstromingen te berekenen (zie hoofdstuk 4). Daarbij is rekening gehouden met het mogelijk leegstromen van het gehele systeem.

Figuur 3.1 laat zien dat de drukken van de aardgasstroom hoger zijn dan 16 barg. Dit betekent dat de uitstromingsberekeningen van de aardgasstroom voor de inrichting Ternaard-200 volgens de voor de mijnbouw specifieke manier gedaan zijn (zie par. 10.8.2 HRB).



Figuur 3.1: Process flow diagram aardgasstroom inrichting Ternaard-200.

4 LOC SCENARIO'S

4.1 Uitstroming

4.1.1 Algemeen

Van de vele mogelijke LOC scenario's op een aardgaswinningslocatie is slechts een beperkt aantal scenario's bepalend voor het risico. Een scenario is bepalend als het een significante bijdrage levert aan de 10^{-6} per jaar PR contour. Ook is een scenario bepalend als het significant bijdraagt aan de hoogte van het groepsrisico.

Verder zijn voor deze QRA conform het HRB [ref. 6] de volgende aannames en uitgangspunten toegepast:

- Domino-effecten, scenario's waarbij het falen geïnitieerd wordt door een ander scenario, zijn niet expliciet meegenomen.
- Gevaren van buiten inrichting Ternaard-200 zijn niet meegenomen in deze QRA. Er zijn geen windmolens en geen vliegvelden binnen een straal van 1 kilometer [ref. 7] in de omgeving.

Conform het HRB [ref. 6] dienen er voor ieder installatiedeel maximaal drie verschillende uitstroomscenario's beschouwd te worden:

1. *Catastrofaal falen: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud*

Voor een vat/tank/warmtewisselaar komt instantaan falen neer op het instantaan wegnemen van de omhulling van het vat of de tank/warmtewisselaar, hetgeen leidt tot het instantaan en impulsloos vrijkomen van de inhoud, gevolgd door de gesommeerde toevoer vanuit up- en downstream systemen. Dit is niet van toepassing voor inrichting Ternaard-200.

2. *Catastrofaal falen: Continue uitstroming / leidingbreuk*

Voor een vat/tank/warmtewisselaar betekent catastrofaal falen het in 10 minuten leegstromen bij gelijke druk, in een continue stroom, gevolgd door de toestroming vanuit de rest van de insluitsystemen. Dit is niet van toepassing voor inrichting Ternaard-200.

Voor onderdelen zonder noemenswaardige hold-up, zoals leidingen, compressoren, pompen, wordt dit scenario (leidingbreuk) ook wel beschreven als guillotinebreuk met toevoeging vanuit beide zijden van de breuk. Beide uitstromingen worden in dat geval als twee onafhankelijke uitstroomscenario's gemodelleerd.

3. *Lekkage*

Een klein lek wordt meestal gemodelleerd als een lek van 10 mm (tanks/vaten/warmtewisselaars) of een gat in een leiding ter grootte van 10% van de uitstroomdiameter met een maximum van 50 mm indien een leiding bovengronds is of een gat in de leiding ter grootte van 20 mm indien de leiding ondergronds is.

Deze standaard scenario's zijn aangehouden voor alle systemen waarvoor HRB geen alternatieve scenario's voorgeschreven heeft.

4.1.2 Locatie specifiek

De installatie-onderdelen van de hoofdgasstroom waarbij de operationele druk hoger is dan 16 barg van de inrichting Ternaard-200 zijn gemodelleerd middels twee 'black boxes'. Onderstaande figuur laat zien welke installatiedelen gemodelleerd worden door middel van een black box.



Figuur 4.1: Onderverdeling hoofdgasstroom van de inrichting Ternaard-200 in twee black boxes.

Onderstaande tabellen geven de invoerwaardes weer van de black boxes.

	Toevoerleiding		Afvoerleiding	
	Waarde	Oorsprong waarde	Waarde	Oorsprong waarde
Druk [barg]	241	FTHP TRN-201	105	Maximum flowline druk na drukreductie
Temperatuur [C]	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model
Pumped inflow [kg/s]	10,7	Maximale pumped inflow Long Pipeline model	0	-
Leidingdiameter [mm]	125	Tubing-diameter gasproductieput TRN-201	300	Diameter leiding transportModdergat-1
Leidinglengte [km]	6,458	Tube lengte van reservoir naar oppervlakte	7,8	Leidinglengte transportleiding naar Moddergat-1 [ref. 6]

Tabel 4.1: Invoerwaardes black box 1.

	Toevoerleiding		Afvoerleiding	
	Waarde	Oorsprong waarde	Waarde	Oorsprong waarde
Druk [barg]	105	Maximum flowline druk na drukreductie	105	Maximum flowline druk na drukreductie
Temperatuur [C]	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model
Pumped inflow [kg/s]	10,7	Maximale pumped inflow Long Pipeline model	0	-
Leidingdiameter [mm]	125	Tubing-diameter gasproductieput TRN-201	300	Diameter leiding transportModdergat-1

	Toevoerleiding		Afvoerleiding	
	Waarde	Oorsprong waarde	Waarde	Oorsprong waarde
Leidinglengte [km]	6,458	Tube lengte van reservoir naar oppervlakte	7,8	Leidinglengte transportleiding naar Moddergat-1 [ref. 6]

Tabel 4.2: Invoerwaardes black box 2.

Een overzicht van de scenario-afhankelijke invoergegevens is opgenomen in Bijlage A. Scenario's waarvan de uitstroming met behulp van de standaard scenario's uit Safeti-NL zijn berekend, zijn vermeld in Bijlage A.1.

4.1.3 Tijdsafhankelijkheid

Voor mijnbouwinstallaties is nalevering van brandbare stoffen uit pijpleidingen en andere procesonderdelen van belang voor het bepalen van de effecten en daarmee de risico's voor de externe veiligheid.

De inhoud van de procesonderdelen is over het algemeen te gering om een bijdrage te leveren aan het externe risico. De nalevering uit overige procesonderdelen is daarentegen vaak vele malen groter dan de inhoud van een installatie. Dit vanwege de (relatief) geringe inhoud van het procesonderdeel en de (relatief) grote doorzetten.

Rekenwijze grote uitstromingen volgens HRB hoofdstuk 10

De default rekenwijze beschreven in het HRB hoofdstuk 10 is van toepassing als het installatie-onderdeel voldoet aan de volgende voorwaarden:

- het insluitsysteem bevat ontvlambare gassen of een (ongestabiliseerd) mengsel van ontvlambare gassen en vloeistoffen;
- de operationele druk in het insluitsysteem is 16 barg of hoger;
- het aandeel toxische componenten, in het bijzonder H₂S, is 4,3 vol% of kleiner;
- de druk in de toevoer- en/of afvoerleidingen mag niet beduidend lager zijn dan die van het falend installatie onderdeel.

De inrichting en de omgeving worden beschouwd als één systeem dat gemodelleerd wordt met het Long Pipeline model. Voor bovengrondse installatie-onderdelen wordt de nalevering vanuit stroomopwaartse en van stroomafwaartse richting afzonderlijk beschouwd. Dit resulteert in twee verschillende Long Pipeline scenario's. Voor ondergrondse installaties worden de twee bijdragen gecombineerd in één Long Pipeline scenario.

In een Long Pipeline scenario wordt onderscheid gemaakt naar directe ontsteking en vertraagde ontsteking. De effecten van de directe ontsteking zijn gebaseerd op het gemiddelde uitstroomdebiet tussen 0 en 20s. De effecten van de vertraagde ontsteking zijn gebaseerd op het gemiddelde uitstroomdebiet tussen 20-140s. Beide gebeurtenissen leiden tot een fakkelbrand.

De karakteristieken van de Long Pipeline hangen af van de eigenschappen van de toevoer- en afvoerleidingen. Afgezien van de aanwezigheid van eventuele inbloksystemen, is de verdere layout van de inrichting een 'black box'.

Rekenwijze grote uitstromingen volgens hoofdstuk 3 HRB

Bij grote gasuitstromingen zal de druk in het systeem snel afnemen. Hierdoor zal ook de uitstroming, afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid gas, snel afnemen. Voor de LOC scenario's catastrofaal falen wordt verondersteld dat er een uitstroming plaatsvindt ter grootte van de maximale nalevering vanuit de rest van het systeem. Hierbij is rekening gehouden met de nominale capaciteit van de installatie.

Bij het bepalen van de uitstroming uit een groot lek in een niet-'debietgeregeld' systeem wordt uitgegaan van de maximale voeding vanuit alle aangesloten installaties. Dit debiet wordt met behulp van Safeti-NL

berekend. Daarbij wordt bij grote gashoudende systemen rekening gehouden met de drukval door het leeglopen van het systeem en door wrijvingsverliezen. Voor transportleidingen wordt daarbij gebruik gemaakt van het 'Long Pipeline Model'. Dit model middelt het uitstromingsdebiet over de eerste 20 s in het geval van directe ontsteking en over 20-140 s in het geval van vertraagde ontsteking. Indien het quotiënt van de lengte van de leiding en de diameter van de leiding kleiner is dan 1000, dan mag het 'Long Pipeline Model' niet toegepast worden. In dit geval wordt de leiding gemodelleerd met het

'Line Rupture Model' en wordt de totale uitgestroomde hoeveelheid berekend op basis van de inhoud van het leegstromende vat en de nalevering gedurende de tijd tot insluiting (bij niet-debietgeregelde systemen is dit in de regel 30 minuten).

De toevoer vanuit een 'debietgeregeld' systeem naar een andere sectie wordt bij $L/D < 1000$ (geen long pipeline) gelijk genomen aan 150% van de nominale doorzet, tenzij nauwkeurigere data beschikbaar is. Voorbeelden van een debietgeregeld systeem zijn pompen en compressoren. Ook flow regelaars worden hier beschouwd als debietgeregeld, voor zover een LOC niet resulteert in het opensturen van de afsluiter. Ook hier wordt het 'Line rupture' model gebruikt met een uitgestroomde hoeveelheid gelijk aan de inhoud van het falende vat en de nalevering tot insluiting.

Kleine uitstromingen

Voor kleine gasuitstromingen is aangenomen dat de druk in het systeem gehandhaafd blijft en dat het uitstroomdebiet constant is. Kleine uitstromingen zijn voorzien voor lekkages uit gaten tot een grootte van 50 mm. De karakteristieken van het lekmodel hangen af van de eigenschappen van de gemodelleerde equipment.

4.1.4 Uitstromingsrichting en duur

In de risicoberekeningen is aangenomen dat de uitstroming vanuit bovengrondse installaties altijd horizontaal gericht is. Safeti-NL modelleert de uitstroomrichting in geval van dispersie met de wind mee, waarbij de kansverdeling voor de uitstroomrichting gelijk is aan de gekozen windverdeling.

De risico's van horizontaal uitstromende toortsbranden worden in Safeti-NL uniform over alle richtingen verdeeld.

De uitstromingsduur van alle LOC scenario's is gesteld op 30 minuten. Conform het HRB [ref. 6] kan de uitstroomduur beperkt worden afhankelijk van de aard van het insluitsysteem; dit is voor de inrichting Ternaard-200 echter niet van toepassing.

Aangezien de effecten van brand- en explosiescenario's in de eerste 20 seconden bepalend zijn voor de risico's, is een maximale uitstroomduur van 30 minuten conservatief.

4.2 Initiële faalkansen

Voor leidingen zijn de volgende LOC scenario's beschouwd:

- Bovengrondse leidingbreuk: vier scenario's met een horizontale uitstroming met toevoer vanuit één zijde van de breuk.
- Voor bovengrondse transportleidingen wordt gerekend met een lek van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm.
- Ondergrondse leidingbreuk: twee scenario's met een verticale uitstroming met toevoer vanuit beide zijdes van de breuk.
- Voor ondergrondse transportleidingen wordt gerekend met een lek van 20 mm.

Bij het bepalen van de faalkansen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de relatief korte procesleidingen is een lengte van 10 m genomen.
- Voor de relatief lange leidingen is in Safeti-NL een route gemodelleerd. Voor deze routes is vervolgens de faalkans per meter per jaar ingegeven.
- Voor de leidingen zijn de faalfrequenties gebruikt van procesleidingen.
- In de standaard faalfrequenties van procesleidingen zijn flenzen en kleppen meegerekend.
- In de standaard faalfrequenties van hogedruk-gastransportleidingen zijn kleppen meegerekend.

Opgemerkt dient te worden dat de risico's ten gevolge van LOC scenario's buiten de inrichting in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

In Tabel 4.3 zijn de initiële LOC scenario's weergegeven voor de hoofdprocesleidingen en equipment en in Tabel 4.4 zijn de parameters en initiële LOC scenario's voor de put aanwezig op inrichting Ternaard-200 getoond.

Installatie onderdeel	Lengte (m) of Inhoud (m ³)	Leiding binnen diameter (mm)	Lek diameter (mm)	Generieke faalkans (per jaar of per handeling)		Initiële faalkans gebruikt in QRA (exclusief ontstekingskans)	
				Breuk/Catastrofaal	Lek	Breuk/Catastrofaal	Lek
Flexibele flowline TRN-201	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Leiding in productie eenheid	Route	150	15	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	Route	Route
Leiding vanaf productie eenheid naar transportleiding	Route	150	15	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	Route	Route
Exportleiding naar MGT-1	Route	300	30	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	Route	Route

Tabel 4.3: Initiële LOC scenario's voor de hoofdprocesleidingen en equipment.

Parameter	TRN-201
Tube lengte naar reservoir (m)	6458
Tube diameter (inch)	5
Casing diameter (inch)	9,625
CITHP (barg)	466
FTHP (barg)	241
FTHT (°C)	91
Productiedebiet (Nm3/dag)	2.300.000
TBOP (Nm3/dag)	2.040.000
CBOP (Nm3/dag)	3.430.000
Wireline (activiteit per jaar)	1
Coiled Tubing (activiteit per jaar)	0,03
Work Over (activiteit per jaar)	0,13
Productie tubing blowout, directe ontsteking (per jaar)	$2,97 \cdot 10^{-6}$
Productie tubing blowout, vertraagde ontsteking (per jaar)	$3,00 \cdot 10^{-5}$
Other tubing blowout, directe ontsteking (per jaar)	$4,12 \cdot 10^{-6}$
Other tubing blowout, vertraagde ontsteking (per jaar)	$4,17 \cdot 10^{-5}$
Casing blowout, directe ontsteking (per jaar)	$7,14 \cdot 10^{-7}$
Casing blowout, vertraagde ontsteking (per jaar)	$7,22 \cdot 10^{-6}$
Vertical Tube Lekkage (per jaar)	$5,24 \cdot 10^{-5}$
Horizontal Tube Lekkage (per jaar)	$1,19 \cdot 10^{-5}$

Tabel 4.4: Parameters en initiële LOC scenario's voor de put aanwezig op inrichting Ternaard-200.

5 EFFECTBEREKENING

5.1 Algemeen

De effectberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de standaard gebeurtenissenbomen waarmee Safeti-NL [ref. 1] rekent (zie HRB [ref. 6] voor details). Bij de effectberekeningen zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Bij het vrijkomen van aardgas zijn de brand- en eventueel explosie-effecten bepalend voor de risico's in de omgeving. Er worden alleen effecten berekend die bij personen in de omgeving onmiddellijk (bij een blootstelling van maximaal 30 minuten) tot letale gezondheidsschade kunnen leiden.

5.2 Weer en ruwheidslengte

De gegevens van het algemene weerstation van "Leeuwarden" zijn gebruikt voor de QRA berekening. Dit is het dichtstbijzijnde weerstation voor de inrichting Ternaard-200.

Voor het modelleren van de uitstroming, dispersie en toorts- en wolkbranden is uitgegaan van de in Tabel 5.1 opgenomen parameters.

Parameter	Waarde dag	Waarde nacht
Atmosferische temperatuur	12,0°C	8,0°C
Oppervlakte temperatuur	9,8°C	9,8°C
Relatieve lucht vochtigheid	76,5%	86,3%
Terreinruwheid	0,3 m	0,3 m

Tabel 5.1: Overzicht belangrijkste algemene parameters modellering.

De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft. Een aerodynamische ruwheidslengte van 0,3 meter is de default waarde voor Nederland en typerend voor een omgeving met lage gewassen en hier en daar grote obstakels.

5.3 Ontstekingskansen

5.3.1 Directe ontsteking

De kans op directe ontsteking hangt samen met de soort vrijkomende stof. Aardgas met methaan als voornaamste component wordt beschouwd als laag reactief gas. Gestabiliseerd aardgascondensaat is een klasse 1 vloeistof. Ongestabiliseerd aardgascondensaat is een klasse 0 vloeistof.

5.3.2 Vertraagde ontsteking

Voor de ontsteking van afdrijvende brandbare gaswolken wordt rekening gehouden met aanwezige ontstekingsbronnen op de locatie en in de omgeving. Potentiële ontstekingsbronnen zijn het verkeer en de aanwezige personen in de omgeving.

Verder is voor de PR berekening aangenomen dat vertraagde ontsteking alleen plaatsvindt wanneer de LFL contour buiten de terreingrens komt.

Ontstekingsbronnen buiten de inrichting zijn de in de omgeving van de inrichting ingevoerde populatie, die automatisch door Safeti-NL wordt meegenomen als ontstekingsbron.

Volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6] wordt aangenomen dat de ontstekingskans van omliggende lokale wegen opgenomen is in de ontstekingskans van de bevolking.

6 BLOOTSTELLING EN SCHADE

6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)

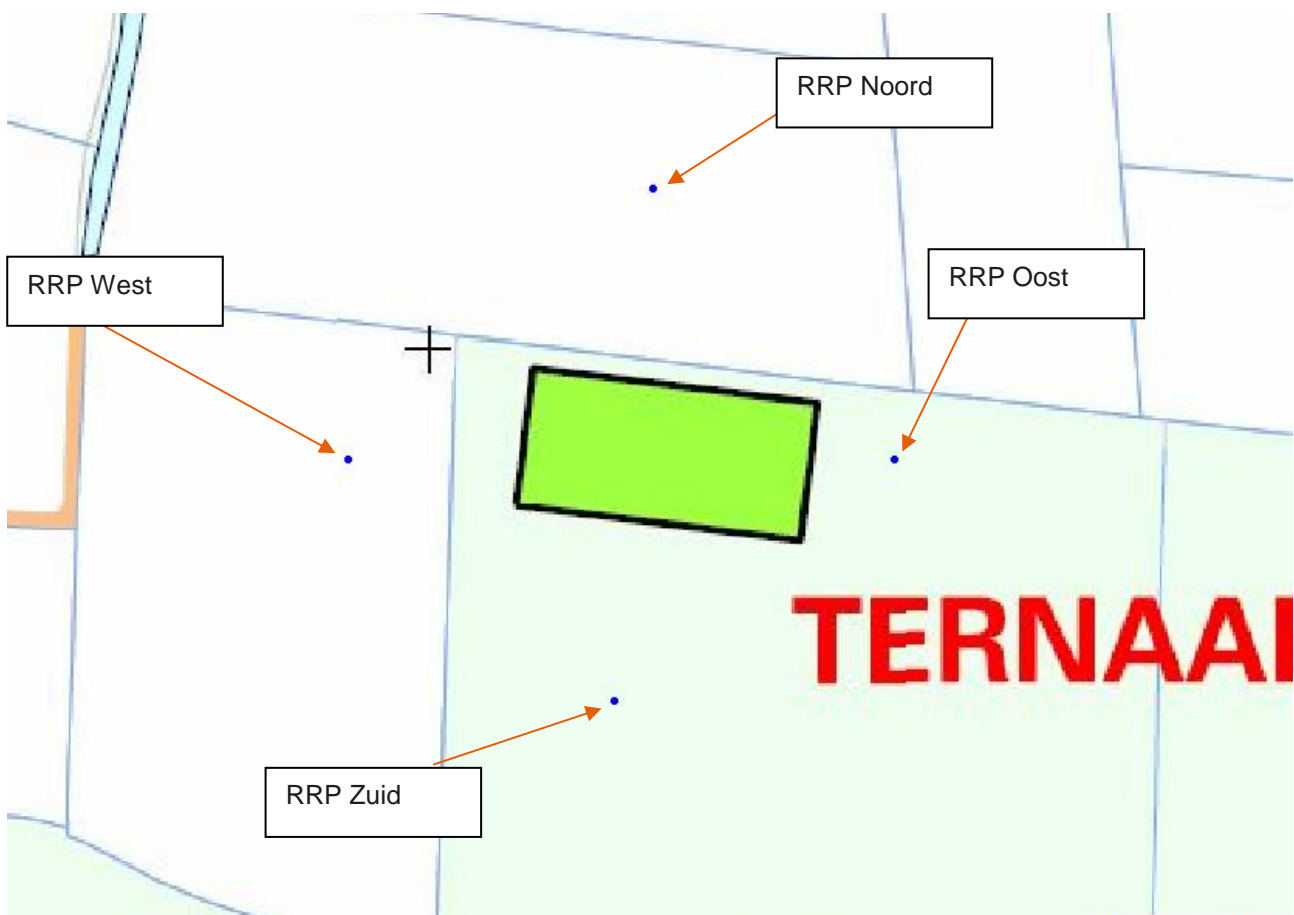
Het geschatte aantal personen in de omgeving staat vermeld in de Tabel 6.1. De gegevens zijn gebaseerd op de kadastrale-/situatiekaart van de inrichting Ternaard-200, EP201804202586001.

Het gaat hier om beperkt kwetsbare objecten (woonbebouwingen) vanwege de lage bebouwingsdichtheid (<2 woningen per hectare).

Naam	Aantal personen (dag)	Aantal personen (nacht)	Soort object
Woning zuidelijk	1,2/huis	2,4/huis	Beperkt kwetsbaar

Tabel 6.1: Ingevoerde populatie rondom de inrichting Ternaard-200.

Om de bijdrage van verschillende scenario's aan de ligging van de PR contour op de inrichtingsgrens te bepalen, zijn meerdere Risk Ranking points (RRP) gedefinieerd. Deze punten zijn aangegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Risk Ranking Points, inrichting Ternaard-200.

6.2 Modelering van de schade

In een QRA wordt alleen naar dodelijke slachtoffers gekeken. Effecten met mogelijk dodelijke gevolgen zijn overdruk (ten gevolge van explosie), warmtestraling, volkbrand en blootstelling aan toxische stoffen. Bij de scenario's van de inrichting Ternaard-200 speelt alleen de warmtestraling als gevolg van fakkelbranden een rol voor de externe veiligheid.

6.2.1 Blootstelling van personen aan warmtestraling

De warmtestraling van een brand (BLEVE, toorts- en plasbrand) kan leiden tot dodelijke effecten.

Voor toorts- en plasbranden berekent Safeti-NL de letaliteit met een probitfunctie, die een relatie legt tussen blootstelling (intensiteit warmtestraling), blootstellingsduur en de kans om te overlijden. Zo resulteert 20 seconden blootstelling aan een warmtestraling van 35 kW/m² en 9,8 kW/m² in respectievelijk 100% letaliteit en 1% letaliteit.

Voor het plaatsgebonden risico (PR) wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich buiten bevindt, onbeschermd door kleding of op een andere wijze. Het groepsrisico (GR) houdt rekening met de beschermende werking van gebouwen en kleding.

6.3 Effectafstanden dominante scenario's

6.3.1 Effectafstanden weerklasse F1,5 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse F1,5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Terugstroom bij leidingbreuk van de 12" transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	145 / 205
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding in de productie eenheid (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	126 / 178
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding naar de transportleiding (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	126 / 178

¹) Toortsbrand 35 kW/m² / 9,8 kW/m² (100% respectievelijk 1% letaliteit).

Tabel 6.2: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse F1,5 voor de inrichting Ternaard-200.

De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door terugstroom bij leidingbreuk van de 12" transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking). Indien een horizontale toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 205 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dit effect heeft geen invloed op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 340 m in zuidelijke richting van de 12" transportleiding bevindt.

6.3.2 Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Terugstroom bij leidingbreuk van de 12" transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	153 / 209
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding in de productie eenheid (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	135 / 182
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding naar de transportleiding (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	135 / 182

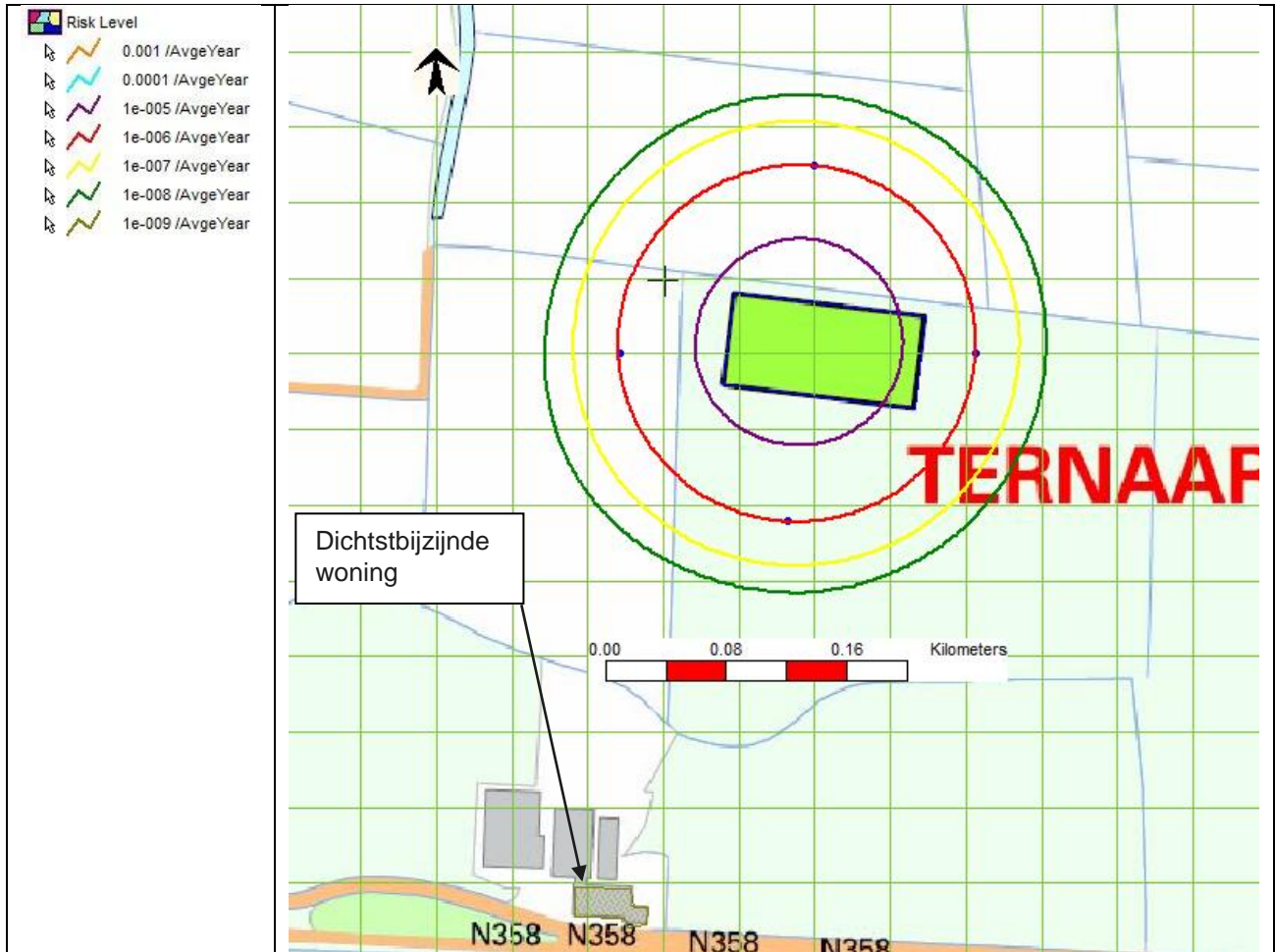
¹) Toortsbrand 35 kW/m² / 9,8 kW/m² (100% respectievelijk 1% letaliteit).

Tabel 6.3: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5 voor de inrichting Ternaard-200.

De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door terugstroom bij leidingbreuk van de 12" transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking). Indien een horizontale toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 209 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dit effect heeft geen invloed op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 340 m in zuidelijke richting van de 12" transportleiding bevindt.

7 QRA RESULTATEN

De plaatsgebonden risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7.1: PR contouren inrichting Ternaard-200. Grid grootte is 50 meter.

In de nabijheid van de inrichting Ternaard-200 zijn beperkt kwetsbare objecten aanwezig.

Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbare object betreft een woning. De woning ligt op 338 m ten zuiden vanaf de inrichtingsgrens. Alle beperkt kwetsbare objecten liggen buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt ca. 90 m (noordelijke richting).

7.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is geanalyseerd voor een aantal belangrijke punten. In dit geval op/nabij de 10^{-6} PR risicocontour in, noord, west, zuid en oostelijke richting. Er zijn geen risicobepalende scenario's gelokaliseerd op de woning ten oosten van de inrichting. De risicobepalende scenario's op de resterende punten zijn weergegeven in onderstaande tabellen

Scenario	Risico	%
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$5,0 \cdot 10^{-7}$	54,2
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking)	$3,0 \cdot 10^{-7}$	32,3
Casing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$7,4 \cdot 10^{-8}$	8,1
Overig	$4,9 \cdot 10^{-8}$	5,3
Totaal	$9,2 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.1: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten noorden van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$4,8 \cdot 10^{-7}$	55,4
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking)	$2,4 \cdot 10^{-7}$	28,3
Casing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$7,6 \cdot 10^{-8}$	8,8
Overig	$6,5 \cdot 10^{-8}$	7,5
Totaal	$8,6 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.2: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten oosten van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$5,0 \cdot 10^{-7}$	51,9
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking)	$3,1 \cdot 10^{-7}$	32,1
Casing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$5,4 \cdot 10^{-8}$	5,6
Overig	$1,0 \cdot 10^{-7}$	10,4
Totaal	$9,7 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.3: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten westen van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking)	$4,8 \cdot 10^{-7}$	51,2
Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking)	$3,0 \cdot 10^{-7}$	31,8
Overig	$5,3 \cdot 10^{-8}$	5,6
Totaal	$1,1 \cdot 10^{-7}$	11,4

Tabel 7.4: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten zuiden van de inrichting.

7.2 Groepsrisico

Het groepsrisico voor de inrichting Ternaard-200 is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van de inrichting Ternaard-200. Hierdoor berekent Safeti-NL geen Groepsrisico. Dit betekent dat het Groepsrisico de oriëntatiewaarde niet overschrijdt.

8 CONCLUSIES

In deze QRA zijn de externe risico's van de inrichting Ternaard-200 bepaald. Deze risico's zijn uitgedrukt in plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR) per jaar.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt ca. 90 m (noordelijke richting). De dichtstbijzijnde woning ligt ten zuiden van de inrichting op een afstand van 338 m vanaf de inrichtingsgrens. Deze woning bevindt zich buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

Het groepsrisico overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2] niet.

De belangrijkste bijdragen aan de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour worden geleverd door de volgende scenario's:

- Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking);
- Production tubing blowout gasproductieput TRN-201 (vertraagde ontsteking);
- Casing blowout gasproductieput TRN-201 (directe ontsteking).

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door terugstroom bij leidingbreuk van de 12" leiding van de 12" transportleiding naar Moddergat-1 (directe ontsteking). Indien een horizontale toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 209 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dit effect heeft geen invloed op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 340 m in zuidelijke richting van de 12" transportleiding bevindt.

8.1 Toetsing PR aan acceptatiecriteria

Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de normstelling in het BEVI [ref. 3].

8.2 Toetsing GR aan acceptatiecriteria

Het groepsrisico van de inrichting Ternaard-200 overschrijdt de oriëntatiewaarde niet.

9 REFERENTIES

- 1 DNV, Safeti-NL V6,54 – juli 2009; zie RIVM - Safeti-NL (<http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/modellen/safeti-nl.jsp>).
- 2 *Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen*, Ministerie VROM, Staatsblad 250, 27 mei 2004. Laatst gewijzigd 9 september 2008 en op 13 februari 2009 in werking getreden, Staatscourant 47, 12 februari 2009.
- 3 *Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen*, Ministerie VROM, nr. EV2004084072, 8 september 2004; Laatst gewijzigd 4 juni 2015 en op 1 juli 2015 in werking getreden, Staatscourant 14437, 18 juni 2015
- 4 *Registratiebesluit Externe Veiligheid*, Ministerie VROM, 22 maart 2007, Staatsblad 2007 -102, STB10898.
- 5 *Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico*, Ministerie VROM, november 2007.
- 6 *Handleiding Risicoberekeningen BEVI*, RIVM, versie 3.3, 1 juli 2015.
- 7 *Risicokaart Luchtvaartongeval*, http://www.risicokaart.nl/informatie_over_risicos/luchtvaartongeval/
- 8 *Ternaard Development, Part II: Design Basis and Design Requirements*, NAM, EP201502207862, 23 september 2015.

10 DEFINITIES

Kwetsbaar object:

- a. Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in onderdeel a, onder beperkt kwetsbaar object
- b. Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 2. Scholen, of
 3. Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
- c. Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object, of
 2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI inrichting worden niet beschouwd als kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Beperkt kwetsbaar object:

- a. Woningen:
 1. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en
 2. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- c. hotels en restaurants, mits geen kwetsbaar object;
- d. winkels, mits geen kwetsbaar object;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeerterrains en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, mits geen kwetsbaar object;
- g. bedrijfsgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale, of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Beperkt kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI inrichting worden niet beschouwd als beperkt kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Geprojecteerd object:

Een nog niet aanwezig object dat op grond van het voor het desbetreffende gebied geldende bestemmingsplan toelaatbaar is.

Plaatsgebonden risico:

Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.

Het plaatsgevonden risico wordt weergegeven als iso-risicocontouren (plaatsen met een gelijke PR) op een plattegrond.

Opgemerkt dient te worden dat het plaatsgebonden risico een genormaliseerde risicomaat is en geen maat is voor het daadwerkelijke risico voor personen in de omgeving.

Groepsrisico:

Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1,000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.

Het groepsrisico wordt uitgedrukt in een grafiek, zogenaamde FN-curve, waarin de groepsgrootte van aantallen slachtoffers (x-as) uitgezet wordt tegen de cumulatieve kans dat een dergelijke groep slachtoffer wordt van een ongeval (y-as).

Grenswaarde:

Een grenswaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip ten minste moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, ten minste moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat er altijd moet worden voldaan aan de grenswaarde.

Richtwaarde:

Een richtwaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, zoveel mogelijk moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat erom gewichtige redenen mag worden afgeweken van de richtwaarde.

Oriëntatiewaarde:

De oriëntatiewaarde is de toetsingswaarde. Dit betekent dat er bij een overschrijding een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit.

BIJLAGE A : SCENARIO'S TERNAARD-200

De naamgeving van scenario's in Safeti-NL wordt opgebouwd uit de volgende mogelijkheden.

Systeem	Benaming	Scenario	Scenario
Putten	P	1a	Production blowout
		1b	Tubing blowout
		1c	Casing Blowout
		2a	Verticale lek
		2b	Horizontale lek
		Leidingen	L
2	Lek bovengrondse aardgasleiding.		

Hierbij staat "t" voor "terugstroom"

Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's

Folder	Leiding route	Scenario naam	Discharge Material	Inventory specification	Mass Inventory	Temperature	Pressure (gauge)	Event Probability	Event Frequency	Scenario Type	Hole Diameter	Pipe Length	Internal Diameter	Distance To Break	Relative Aperture	Outdoor Release Direction
					kg	degC	bar	fraction	/AveYear		mm	m	mm	m	fraction	
Gas		P1a Production tubing blowout TRN-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		2.97E-06	7 Long Pipeline		7800	279.5085	7800	0.2	0 Horizontal
Gas		P1a Production tubing blowout TRN-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		3.00E-05	7 Long Pipeline		7800	279.5085	7800	0.2	0 Horizontal
Gas		P1b Other tubing blowout TRN-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	466		4.12E-06	7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	2 Vertical
Gas		P1b Other tubing blowout TRN-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	466		4.17E-05	7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	2 Vertical
Gas		P1c Casing blowout TRN-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	466		7.14E-07	7 Long Pipeline		6458	240.625	6458	1	2 Vertical
Gas		P1c Casing blowout TRN-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	466		7.22E-06	7 Long Pipeline		6458	240.625	6458	1	2 Vertical
Gas		P2a Vertical tubing leak TRN-2	METHANE	0 By Mass	1000000	92	241		5.24E-05	4 Leak	12.7					2 Vertical
Gas		P2b Horizontal tubing leak TRN-2	METHANE	0 By Mass	1000000	92	241		1.19E-05	4 Leak	12.7					0 Horizontal
Gas		L1 Flowline 6" Flex TRN-2 to KISS 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		2.00E-08	7 Long Pipeline		6458	125	6458	0.64	0 Horizontal
Gas		L1 Flowline 6" Flex TRN-2 to KISS 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		4.80E-07	7 Long Pipeline		6458	125	6458	0.64	0 Horizontal
Gas		L1t Flowline 6" Flex TRN-2 to KISS 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		4.50E-08	7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.2	0 Horizontal
Gas		L1t Flowline 6" Flex TRN-2 to KISS 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105		4.55E-07	7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.2	0 Horizontal
Gas		L2 Flowline 6" Flex TRN-2 to KISS	METHANE	0 By Mass	1000000	92	105		2.50E-06	4 Leak	10					0 Horizontal
Gas	6" Kiss Skid	L1 6" leiding in KISS	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	4.00E-09		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	6" Kiss Skid	L1 6" leiding in KISS 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.60E-08		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	6" Kiss Skid	L1t 6" leiding in KISS 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.00E-09		7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.25	0 Horizontal
Gas	6" Kiss Skid	L1t 6" leiding in KISS 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.10E-08		7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.25	0 Horizontal
Gas	6" Kiss Skid	L2 6" leiding in KISS	METHANE	0 By Mass	1000000	92	105	5.00E-07		4 Leak	15	5500	150	5500	1	0 Horizontal
Gas	van 6" KISS naar 12"	L1 6" leiding KISS naar 12" MGT 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	4.00E-09		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	van 6" KISS naar 12"	L1 6" leiding KISS naar 12" MGT 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.60E-08		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	van 6" KISS naar 12"	L1t 6" leiding KISS naar 12" MGT 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.00E-09		7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.25	0 Horizontal
Gas	van 6" KISS naar 12"	L1t 6" leiding KISS naar 12" MGT 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.10E-08		7 Long Pipeline		7800	300	7800	0.25	0 Horizontal
Gas	van 6" KISS naar 12"	L2 6" leiding KISS naar 12" MGT	METHANE	0 By Mass	1000000	92	105	5.00E-07		4 Leak	15					0 Horizontal
Gas	12" BG to MGT	L1 12" BG to MGT 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	4.00E-09		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	12" BG to MGT	L1 12" BG to MGT 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.60E-08		7 Long Pipeline		6458	125	6458	1	0 Horizontal
Gas	12" BG to MGT	L1t 12" BG to MGT 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.00E-09		7 Long Pipeline		7800	300	7800	1	0 Horizontal
Gas	12" BG to MGT	L1t 12" BG to MGT 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	105	9.10E-08		7 Long Pipeline		7800	300	7800	1	0 Horizontal
Gas	12" BG to MGT	L2 12" BG to MGT	METHANE	0 By Mass	1000000	92	105	5.00E-07		4 Leak	30					0 Horizontal

COLOFON

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM INRICHTING TERNAARD-200
NEDERLANDSE AARDOLIE MAATSCHAPPIJ B.V.

AUTEUR

ir. L.A. Klaessen

PROJECTNUMMER

C05011.000390.0400

ONZE REFERENTIE

079835758 B

DATUM

29 juni 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

ing. M. de Maaijer
Senior Specialist Explosie Veiligheid

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM INRICHTING MODDERGAT-1

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

29 JUNI 2018



Contactpersonen

L.A. KLAESSEN MSC

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

Disclaimer

ARCADIS wijst er nadrukkelijk op dat de in dit rapport gegeven uitkomsten en adviezen afhankelijk zijn van de uitvoering van de kwantitatieve risicoanalyse (QRA). De wijze van uitvoering is vastgelegd in de door RIVM CEV opgestelde Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB) en het door de overheid voorgeschreven gebruik van het rekenpakket Safeti-NL binnen het kader van de zogenoemde externe veiligheid.

SAMENVATTING

Context

Op verzoek van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) heeft Arcadis voor de gaswinningsinstallatie Moddergat-1 (hierna te noemen inrichting Moddergat-1) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

Voor de inrichting Moddergat-1 moet een vergunning aangevraagd worden in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor het veranderen en in werking hebben van de inrichting. Voor de vergunningaanvraag dient rekening gehouden te worden met de risico's voor de externe veiligheid (d.w.z. het risico buiten de inrichting). De risico's worden in kaart gebracht voor de situatie zoals voorzien voor de duur van de vergunning.

De inrichting is bestemd voor het produceren en afvoeren van aardgas, afkomstig uit de op het terrein gelegen putten en de transportleiding van inrichting Ternaard-200. Het aardgas gaat via een bovengrondse en later ondergrondse leiding via Moddergat-1 naar gasbehandelingsinstallatie Anjum-1.

In deze QRA zijn de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

Methode

In de voorliggende QRA zijn de risico's ten gevolge van het mogelijk vrijkomen van gevaarlijke stoffen door lekkages of het falen van de omhulling, zogenaamde "Loss Of Containment" (LOC) gebeurtenissen, volgens de voorgeschreven methode zo realistisch mogelijk gekwantificeerd.

De QRA heeft betrekking op de gehele inrichting. In de huidige situatie betreft dit de putten en de leidingen. Ook de importleiding vanaf de inrichtingsgrens en de exportleiding tot aan de inrichtingsgrens maken deel uit van de locatie Moddergat-1.

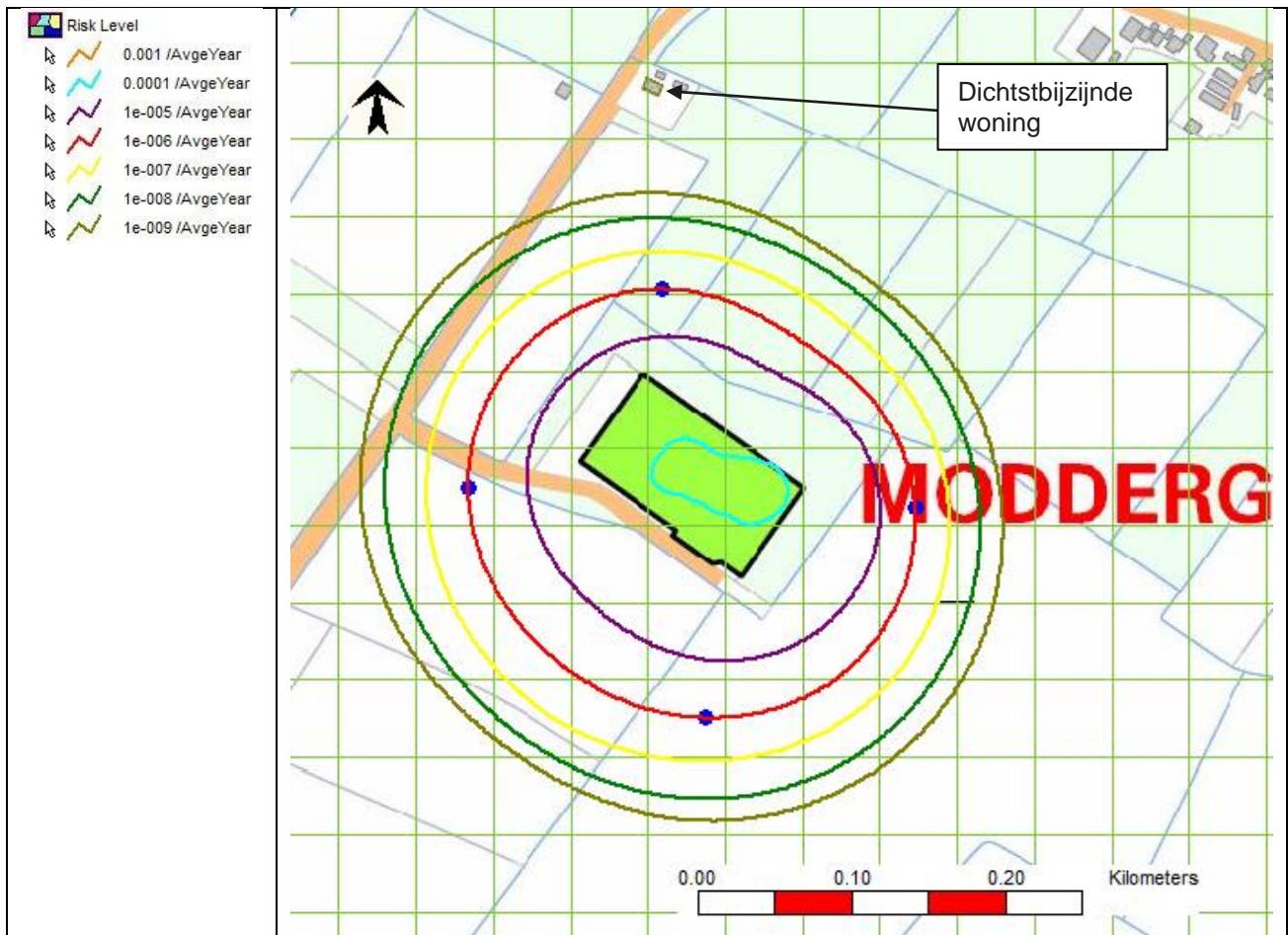
De scenario's voor de QRA zijn opgesteld in overeenstemming met de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB) [ref. 6]. De gehanteerde uitgangspunten in de modellering zijn beschreven in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 10 van het HRB.

Voor het bepalen van de effecten en het berekenen van de risico's is gebruik gemaakt van het softwarepakket Safeti-NL (met grotendeels niet wijzigbare Nederlandse instellingen) [ref. 1]. Dit pakket is door de Nederlandse overheid aangewezen als verplicht programma voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI.

Resultaten

Het resultaat van deze analyse is de berekening van het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) ten gevolge van de activiteiten op deze locatie. De risico's worden uitgedrukt als de kans op dodelijk letsel per jaar.

De plaatsgebonden risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur. Gridgrootte is 50 m.



In de nabijheid van de locatie Moddergat-1 zijn beperkt kwetsbare objecten aanwezig. Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbaar object betreft woonbebouwing en deze ligt op circa 180 m ten noorden vanaf de inrichtingsgrens buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt circa 110 m (zuidwestelijke richting).

De belangrijkste bijdragen aan de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour worden geleverd door de volgende scenario's:

- Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking).
- Terugstroom bij leidingbreuk van de 4" flexibele leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking); Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking).
- Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking).

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door een leidingbreuk van de 8" leiding van de KISS-skid (behorend bij gasproductieput MGT-2) naar de gasmanifold (directe ontsteking). Indien een toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 190 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dat betekent dat het effect geen invloed heeft op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 260 m in noordelijke richting van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold bevindt.

Conclusies

De 10^{-6} per jaar PR-contour reikt buiten de inrichtingsgrens. Binnen de 10^{-6} per jaar PR contour bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten. Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de normstelling in het BEVI [ref. 2].

Het groepsrisico voor de inrichting Moddergat-1 is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van de inrichting Moddergat-1.

Het groepsrisico overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2] niet.

AFKORTINGEN

BEVI	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
GR	Groepsrisico
HRB	Handleiding Risicoberekeningen BEVI
LFL	Lower Flammability Limit
LOC	Loss Of Containment
LP	Long pipeline
LR	Line rupture
MGT	Gasproductieput behorend bij inrichting Moddergat-1
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
PEFS	Process Engineering Flow Scheme
PFS	Process Flow Scheme
PR	Plaatsgebonden Risico
QRA	Quantitative Risk Assessment
REVI	Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RRP	Risk Ranking Points
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (tegenwoordig Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, WIA)
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
AFKORTINGEN	6
1 INLEIDING	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid	9
1.2.1 Het beleid	9
1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico	9
1.2.2.1 Plaatsgebonden risico	9
1.2.2.2 Groepsrisico	10
1.3 Gebruikte informatiebronnen	11
1.4 Leeswijzer	11
2 BESCHRIJVING INRICHTING	12
2.1 Gegevens inrichting	12
2.2 Algemene procesbeschrijving	13
2.3 Materialen, samenstellingen en voorbeeldstoffen	13
3 UITGANGSPUNTEN QRA	16
3.1 Algemeen	16
3.2 Selectie van installaties voor de QRA	16
3.3 Beschrijving van de insluitsystemen	16
4 LOC SCENARIO'S	18
4.1 Uitstroming	18
4.1.1 Algemeen	18
4.1.2 Locatie specifiek	19
4.1.3 Tijdsafhankelijkheid	20
4.1.4 Uitstromingsrichting en duur	21
4.2 Initiële faalkansen	21
5 EFFECTBEREKENING	25

5.1	Algemeen	25
5.2	Weer en ruweidslengte	25
5.3	Ontstekingskansen	25
5.3.1	Directe ontsteking	25
5.3.2	Vertraagde ontsteking	25
6	BLOOTSTELLING EN SCHADE	26
6.1	Populatie & Risk Ranking Points (RRP)	26
6.2	Modelering van de schade	27
6.2.1	Blootstelling van personen aan warmtestraling	27
6.3	Effectafstanden dominante scenario's	27
6.3.1	Effectafstanden weerklasse F1,5 m/s	27
6.3.2	Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s	28
7	QRA RESULTATEN	29
7.1	Plaatsgebonden risico	30
7.2	Groepsrisico	34
8	CONCLUSIES	35
8.1	Toetsing PR aan acceptatiecriteria	35
8.2	Toetsing GR aan acceptatiecriteria	35
9	REFERENTIES	36
10	DEFINITIES	37
 BIJLAGEN		
BIJLAGE A : SCENARIO'S MODDERGAT-1		39
	Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's	40
 COLOFON		45

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op verzoek van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM) heeft Arcadis voor de gaswinningsinstallatie Moddergat-1 (hierna te noemen inrichting Moddergat-1) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

Voor de inrichting Moddergat-1 moet een vergunning aangevraagd worden in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) voor het veranderen en in werking hebben van de inrichting. De QRA rapportage is deel van deze vergunningaanvraag.

Voor de vergunningaanvraag dient rekening gehouden te worden met de risico's voor de externe veiligheid (d.w.z. het risico buiten de inrichting). De risico's worden in kaart gebracht voor de situatie zoals voorzien voor de duur van de vergunning.

In deze QRA zijn de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid

1.2.1 Het beleid

In Nederland is in 2004 het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [ref. 2] en de Regeling Externe Veiligheid Inrichten (REVI) [ref. 3] in werking getreden. In aanvulling hierop is per 1 juli 2015 de gewijzigde Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) van kracht [ref. 3].

Door de gewijzigde REVI worden mijnbouwwerken aangewezen via artikel 1b, onderdeel i. De inrichting Moddergat-1 is een dergelijk mijnbouwwerk.

Het aanwijzen van mijnbouwwerken sluit aan bij het beleid om inrichtingen met gevaarlijke stoffen, waarvan risicocontouren buiten de grenzen van de inrichting vallen, aan te wijzen als BEVI-inrichtingen. Kort gezegd geldt voor mijnbouwwerken dat zij aangewezen worden als bedoeld in de Mijnbouwwet, tevens een inrichting zijn in de zin van artikel 1.1 van de Wet milieubeheer en dat er gevaarlijke stoffen aanwezig zijn. Hierdoor worden mijnbouw-inrichtingen aangewezen als niet-categoriale inrichtingen.

De in deze QRA berekende risico's worden getoetst aan de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot niet-categoriale inrichtingen, zoals deze in BEVI zijn vastgelegd.

In de REVI is onder andere vastgelegd, dat voor de inrichtingen die nu onder het BEVI vallen een QRA opgesteld dient te worden, waarbij gerekend moet worden conform de Handleiding Risicoberekening BEVI (HRB) versie 3.3 met gebruik van Safeti-NL versie 6.54.

1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico

De externe veiligheidsrisico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2].

1.2.2.1 Plaatsgebonden risico

Het PR is de kans op overlijden die een onbeschermd fictief persoon loopt als hij zich gedurende een jaar continu op een bepaalde plaats zou bevinden. Punten met een gelijk PR worden met elkaar verbonden en vormen zodanig de iso-risico-contouren.

Voor het Plaatsgebonden Risico staan in het BEVI grens- en richtwaarden vermeld voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten in nieuwe en bestaande situaties. Ook dient rekening te worden gehouden met de geprojecteerde objecten in het geldende bestemmingsplan. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen in woonwijken, scholen en ziekenhuizen.

Enkele voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn verspreid liggende woningen, dienst- en bedrijfswoningen, kleine hotels en restaurants, sport-, kampeer- en recreatie terreinen met minder dan 50 mensen.

De grens- en richtwaarden voor nieuwe situaties, en op termijn ook voor bestaande situaties, staan in de volgende tabel.

Object	Norm
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR 10^{-6} / jaar
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR 10^{-6} / jaar

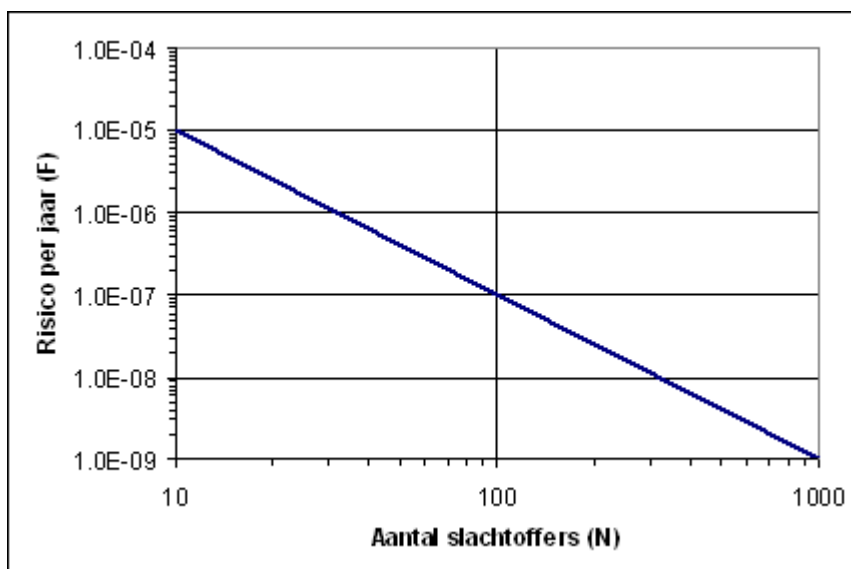
Tabel 1.1: Risico normering PR BEVI inrichtingen.

1.2.2.2 Groepsrisico

Het GR is de gecombineerde kans op ongevallen waarbij een groep van ten minste het gegeven aantal personen gelijktijdig dodelijk slachtoffer wordt. Het GR wordt grafisch weergegeven in een zogenaamde f-N curve. Deze grafiek geeft het mogelijke aantal dodelijke slachtoffers (N) weer met de bijbehorende kans van optreden (f).

Voor het groepsrisico geldt geen harde norm. In het besluit is een voorschrift opgenomen op grond waarvan inzicht moet worden gegeven in de actuele hoogte van het groepsrisico en de bijdrage aan het groepsrisico van ruimtelijke ontwikkelingen of risicovolle activiteiten. Bij de toetsing van het groepsrisico wordt een oriëntatiewaarde gebruikt. Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om de verantwoording van het groepsrisico op te stellen volgens de verantwoordingsplicht [ref. 5] en om onder meer overleg te voeren met de brandweer. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de ligging van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde, maar dient een afweging van belangen gemaakt te worden en wordt rekening gehouden met de aanwezige rampenbestrijdingsplannen en -middelen en de zelfredzaamheid van personen. Ook genomen maatregelen ter voorkoming en beperking van escalatie, welke niet in een QRA verdisconteerd kunnen worden, kunnen hierbij worden beschouwd.

De voor het groepsrisico van toepassing zijnde oriënterende waarde is weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Ligging oriënterende waarden voor het Groepsrisico.

1.3 Gebruikte informatiebronnen

In de risicoberekening wordt uitgegaan van een representatieve bedrijfssituatie in overeenstemming met de vergunning. Dit leidt tot een modellering die conservatief is ten opzichte van de normale bedrijfsvoering.

Bij het opstellen van de QRA is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen en documenten:

- Kadastrale / Situatiekaart 2014, EP201804200863001.
- Plattegrondtekeningen 2014, EP201804200863002.
- Schema hoofdprocesleidingen Moddergat-1, EP201804200863003.
- Schematische weergave proces Moddergat-1, EP201804200863004.
- Bijlage 1, Beschrijving van de Locatie Moddergat-1 [ref. 7].
- PFS:
 - NAM-TL-3635002-000-0001 rev DA.
 - NAM-TL-3635002-000-0002 rev 0A.
- PEFS:
 - NAM-TL-3635003-000-0001 rev EA.
 - NAM-TL-3635003-000-0006 rev CA.
 - NAM-TL-3635003-000-0007 rev 0A.
 - NAM-TL-3635003-000-0008 rev 0A.
 - NAM-TL-3635003-000-0010 rev EA.
- Putgegevens 2018, email van W. Staghouwer naar R. Hoving-Braams (beiden van de NAM), ontvangen 27 maart 2018

1.4 Leeswijzer

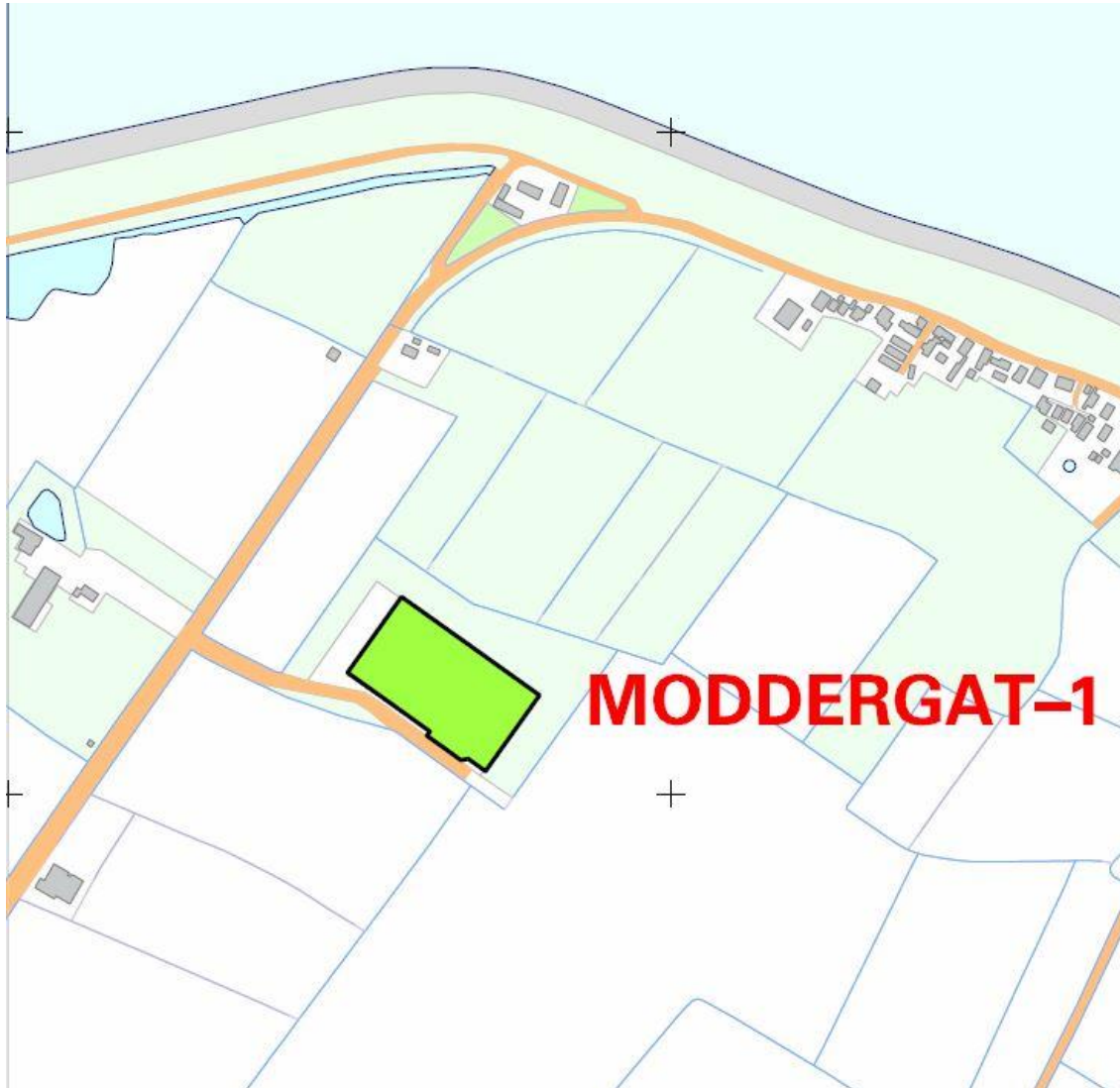
In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de inrichting beschreven. De uitgangspunten van de QRA staan in hoofdstuk 3. LOC scenario's met uitstromingen en initiële faalkansen worden beschreven in hoofdstuk 4.

De voor de effectberekeningen benodigde achtergrondinformatie is in hoofdstuk 5 opgenomen. Tot slot betreffen hoofdstukken 6, 7 en 8 respectievelijk de blootstelling & schade, QRA resultaten en conclusies. In de bijlage is een overzicht van de QRA berekeningsparameters opgenomen.

2 BESCHRIJVING INRICHTING

2.1 Gegevens inrichting

De inrichting is gelegen in de gemeente Dongeradeel, Provincie Friesland. Zie ook Figuur 2.1.



Figuur 2.1: Omgeving inrichting Moddergat-1.

De locatie is gelegen op een afstand van circa 335 m ten zuidwesten van de woonkern Moddergat. De locatie is gelegen in een agrarische omgeving. De dichtstbijzijnde woonbebouwing ligt op een afstand vanaf de inrichtingsgrens van respectievelijk circa 180 m ten noorden van de locatie, circa 195 m ten westen van de locatie en 260 m ten zuidwesten van de locatie. De locatie is bereikbaar via een openbare weg en is ontsloten door middel van een toegangsweg.

Op locatie Moddergat-1 wordt zoet aardgas geproduceerd uit de op de locatie gelegen putten. Een transportleiding vanuit inrichting Ternaard-200 voert aardgas met een bovengrondse en later ondergrondse leiding via Moddergat-1 naar gasbehandelingsinstallatie Anjum-1.

Het op locatie Moddergat-1 geproduceerde gas wordt door middel van de ondergrondse natgastransportleiding afgevoerd naar de op circa 5 km afstand gelegen gasbehandelingsinstallatie Anjum, waar het gas in overeenstemming wordt gebracht met de specificaties die door GasTerra B.V. zijn vastgesteld.

Figuur 2.2 toont de lay-out van de inrichting Moddergat-1 met daarop aangegeven de installatieonderdelen.

2.2 Algemene procesbeschrijving

Een algemeen overzicht van de processen op de inrichting Moddergat-1 is gegeven in Figuur 2.3.

De inrichting bestaat uit een puttenterrein met gasproductie-eenheden en een terrein waar de transportleidingen en andere ondersteunende systemen al dan niet tijdelijk worden opgesteld.

Op inrichting Moddergat-1 zijn vijf gasproductieputten aanwezig, MGT-1, MGT-2, MGT-3, MGT-4 en MGT-5.

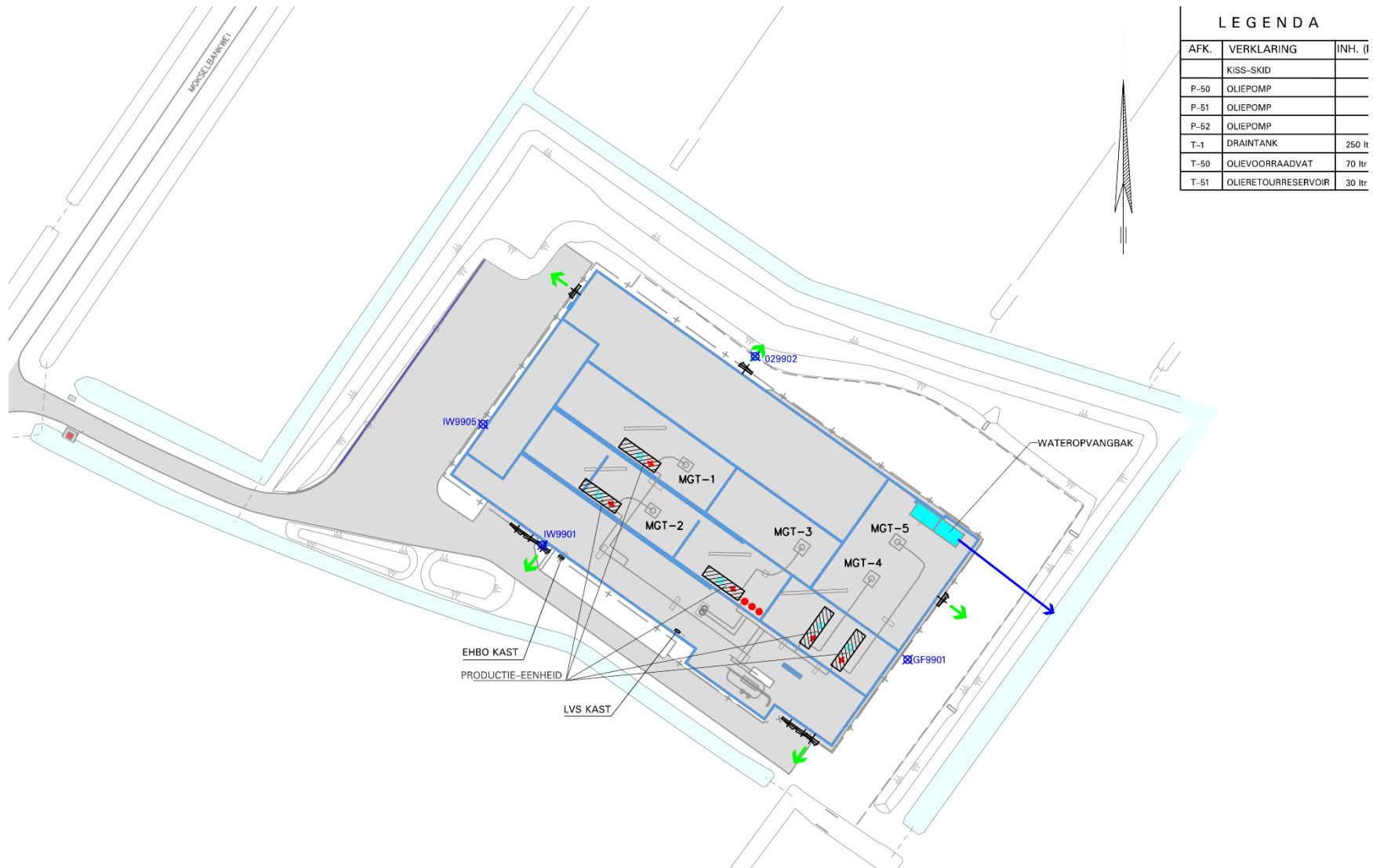
Op alle gasproductieputten zijn een productie-eenheden (KiSS-units) aangesloten. Deze eenheid is de verbinding tussen de putmond van de put en de transportleiding. De productie-eenheid bestaat uit een productiegedeelte (leidingwerk, kleppen, meetstraat, een hydraulische eenheid en een draintank), een calibratiehuisje en een elektro/instrumentatiehuisje.

De reservoirvloeistoffen en gassen afkomstig uit de productieputten worden door middel van bovengrondse productieleidingen via het productiemanifold naar de ondergrondse natgastransportleiding afgevoerd. De bovengrondse transportleiding vanuit inrichting Ternaard-200 loopt over de inrichting en is aangesloten op dezelfde ondergrondse natgastransportleiding.

2.3 Materialen, samenstellingen en voorbeeldstoffen

De risico's die op de inrichting aanwezig zijn, worden bepaald door de aard van de binnen de inrichting aanwezige gevaarlijke stoffen. In dit geval is dit zoet aardgas. Zoet aardgas bestaat grotendeels uit methaan (CH₄) met kleine hoeveelheden zwaardere koolwaterstoffen, stikstof, en water.

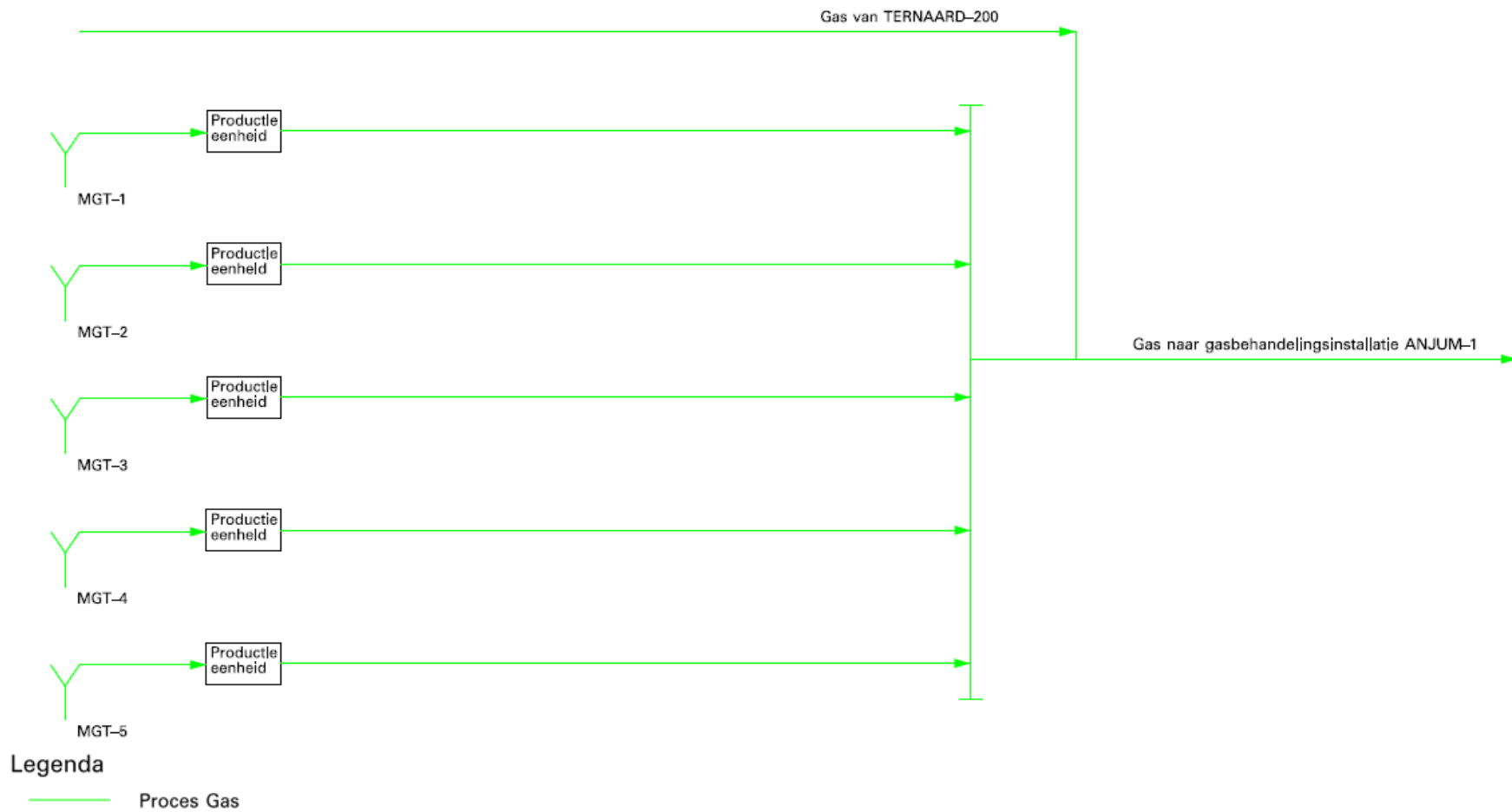
Het HRB [ref. 6] schrijft voor dat methaan gebruikt wordt als voorbeeldstof voor de modellering van risico's met zoet aardgas.



LEGENDA

AFK.	VERKLARING	INH. (l)
	KISS-SKID	
P-50	OLIEPOMP	
P-51	OLIEPOMP	
P-52	OLIEPOMP	
T-1	DRAINTANK	250 ltr
T-50	OLIEVOORRAADVAT	70 ltr
T-51	OLIERETOURRESERVOIR	30 ltr

Figuur 2.2: Plotplan inrichting Moddergat-1.



Figuur 2.3: Overzicht proces inrichting Moddergat-1.

3 UITGANGSPUNTEN QRA

3.1 Algemeen

In de risicoberekening worden de effecten bepaald die kunnen leiden tot dodelijke slachtoffers buiten de inrichting ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, in combinatie met de kans op dergelijke ongewenste effecten.

De modellering bestaat dus uit twee achtereenvolgende stappen, de effectmodellering en de risicomodellering:

- Effectmodellering modelleert achtereenvolgens de uitstroming, de verspreiding van brandbare en/of toxische stoffen en het optreden van mogelijk letale effecten zoals explosieoverdruk, warmtestraling en toxische effecten.
- In de Risicomodellering worden aan de hand van de verschillende letale effecten en blootstellingsduur, ontstekingsbronnen, initiële faalkansen en kansverdeling van de gebeurtenissenboom het PR en GR berekend.

Voor het bepalen van de effecten en risico's is gebruikgemaakt van het softwarepakket Safeti-NL, versie 6.54 [ref. 1], dat door de Nederlandse overheid is aangewezen als verplicht pakket voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI [ref. 2].

De voorgeschreven kwantitatieve risicoanalyse voor externe veiligheid begint met het identificeren van initiële Loss of Containment (LOC) scenario's waarbij gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen. Deze scenario's beschrijven de vrijgekomen stof, de uitstroomcondities en de waarschijnlijkheid. De initiële gebeurtenissen worden verderop in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 beschreven.

Voor de uiteindelijke brandbare effecten kennen deze initiële scenario's daarnaast een aantal vervolgsenario's zoals plasvorming, verdamping uit de plas, het optreden van explosies en wolkbranden (flash fire). De vervolgsenario's zijn onder meer afhankelijk van het optreden van directe en vertraagde ontsteking. De vervolggebeurtenissen zijn in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt.

Verder wordt opgemerkt dat de risico's ten gevolge van LOC-scenario's buiten de inrichting, zoals breuk van de exportleiding, in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

3.2 Selectie van installaties voor de QRA

Voor QRA's voor de mijnbouwinrichtingen wordt geen subselectie toegepast, omdat de systeeminhoud ten opzichte van de doorzet door de installatie gering is waardoor de subselectie tot een incorrecte selectie van de voor het externe veiligheidsrisico bepalende installatieonderdelen zou kunnen leiden.

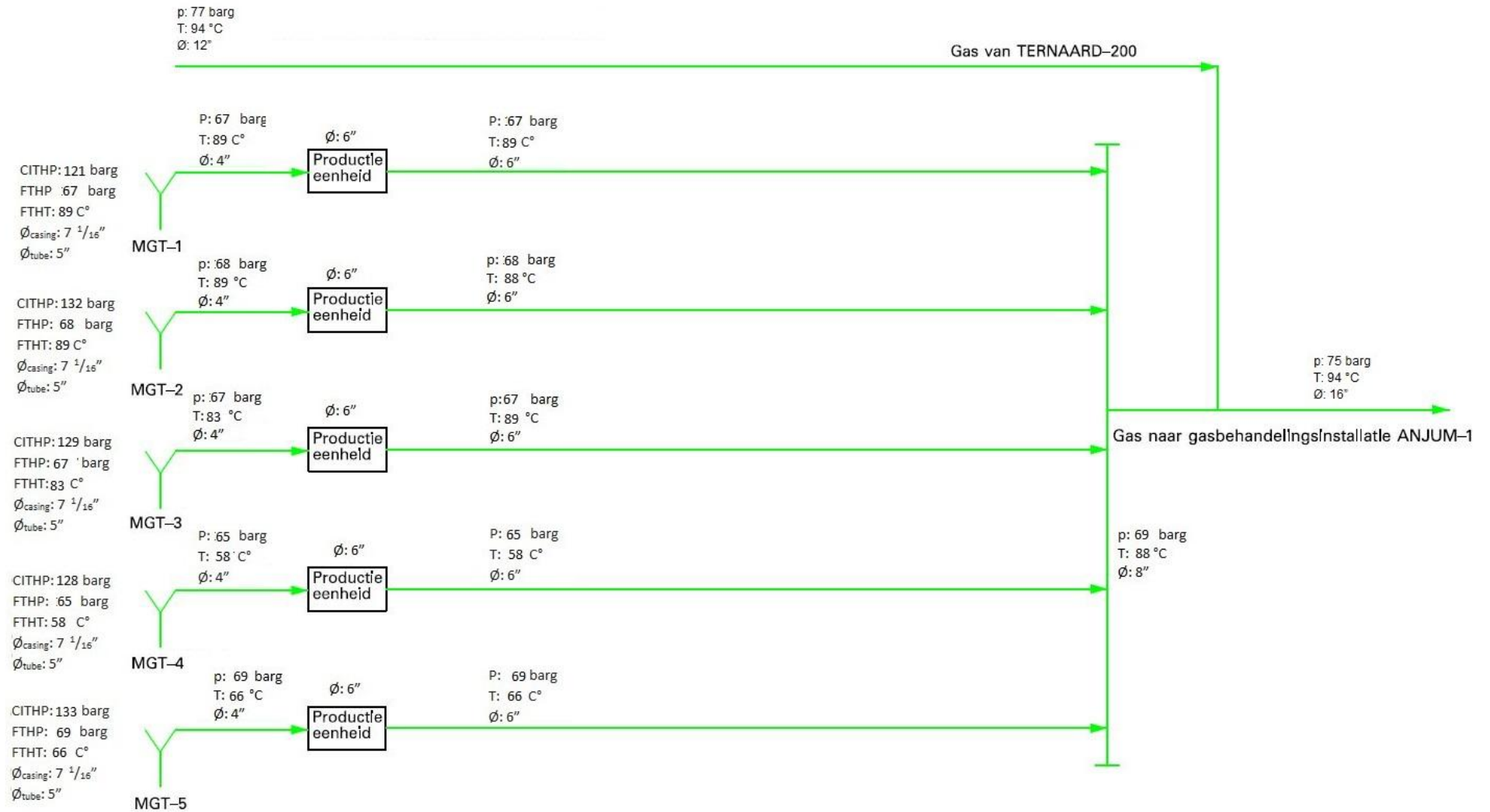
3.3 Beschrijving van de insluitsystemen

Bij de QRA van inrichting Moddergat-1 is het hele systeem niet opgedeeld in insluitsystemen, maar in secties met vergelijkbare procescondities. Het aardgassysteem is weergegeven in Figuur 3.1.

Bij iedere sectie zijn de operationele procescondities vermeld.

De specifieke procescondities worden gebruikt om de uitstromingen te berekenen (zie hoofdstuk 4). Daarbij is rekening gehouden met het mogelijk leegstromen van het gehele systeem.

Figuur 3.1 laat zien dat de drukken van de aardgasstroom hoger zijn dan 16 barg. Dit betekent dat de uitstromingsberekeningen van de aardgasstroom voor de inrichting Moddergat-1 volgens de voor de mijnbouw specifieke manier gedaan zijn (zie par. 10.8.2 HRB).



Figuur 3.1: Process flow diagram aardgasstroom inrichting Moddergat-1.

4 LOC SCENARIO'S

4.1 Uitstroming

4.1.1 Algemeen

Van de vele mogelijke LOC scenario's op een aardgaswinningslocatie is slechts een beperkt aantal scenario's bepalend voor het risico. Een scenario is bepalend als het een significante bijdrage levert aan de 10^{-6} per jaar PR contour. Ook is een scenario bepalend als het significant bijdraagt aan de hoogte van het groepsrisico.

Verder zijn voor deze QRA conform het HRB [ref. 6] de volgende aannames en uitgangspunten toegepast:

- Domino-effecten, scenario's waarbij het falen geïnitieerd wordt door een ander scenario, zijn niet expliciet meegenomen.
- Gevaren van buiten inrichting Moddergat-1 zijn niet meegenomen in deze QRA. Er zijn geen windmolens en geen vliegvelden binnen een straal van 1 km [ref. 8] in de omgeving.

Conform het HRB [ref. 6] dienen er voor ieder installatiedeel maximaal drie verschillende uitstroomscenario's beschouwd te worden:

Catastrofaal falen

Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud

Voor een vat/tank/warmtewisselaar komt instantaan falen neer op het instantaan wegnemen van de omhulling van het vat of de tank/warmtewisselaar, hetgeen leidt tot het instantaan en impulsloos vrijkomen van de inhoud, gevolgd door de gesommeerde toevoer vanuit up- en downstream systemen. Dit is niet van toepassing voor inrichting Moddergat-1.

Continue uitstroming / leidingbreuk

Voor een vat/tank/warmtewisselaar betekent catastrofaal falen het in 10 minuten leegstromen bij gelijke druk, in een continue stroom, gevolgd door de toestroming vanuit de rest van de insluitsystemen. Dit is niet van toepassing voor inrichting Moddergat-1.

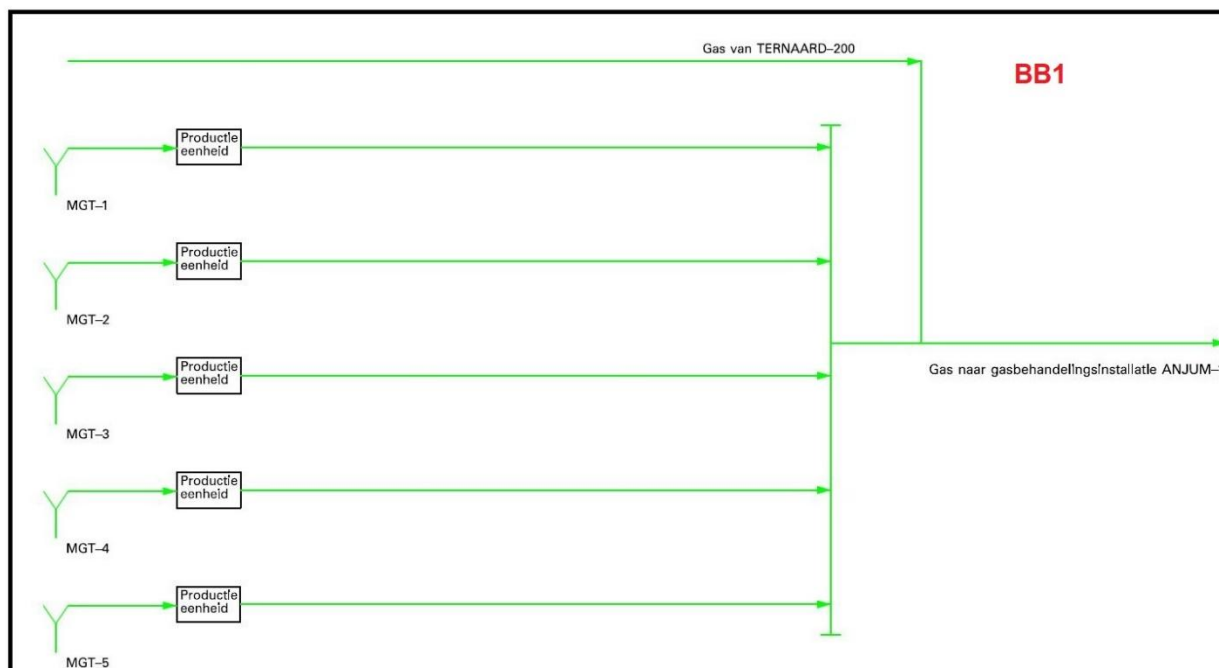
Voor onderdelen zonder noemenswaardige hold-up, zoals leidingen, compressoren, pompen, wordt dit scenario (leidingbreuk) ook wel beschreven als guillotinebreuk met toevoeging vanuit beide zijden van de breuk. Beide uitstromingen worden in dat geval als twee onafhankelijke uitstroomscenario's gemodelleerd.

Lekkage

Een klein lek wordt meestal gemodelleerd als een lek van 10 mm (tanks/vaten/warmtewisselaars) of een gat in een leiding ter grootte van 10% van de uitstroomdiameter met een maximum van 50 mm indien een leiding bovengronds is of een gat in de leiding ter grootte van 20 mm indien de leiding ondergronds is. Deze standaard scenario's zijn aangehouden voor alle systemen waarvoor HRB geen alternatieve scenario's voorgeschreven heeft.

4.1.2 Locatie specifiek

De installatie-onderdelen van de hoofdgasstroom waarbij de operationele druk hoger is dan 16 barg van de inrichting Moddergat-1 zijn gemodelleerd middels een 'black box'. Onderstaande figuur laat zien welke installatiedelen gemodelleerd worden door middel van een black box.



Figuur 4.1: Onderverdeling hoofdgasstroom van de inrichting Moddergat-1 in één black box.

Onderstaande tabellen geven de invoerwaarden weer van de black box.

	Toevoerleiding		Afvoerleiding	
	Waarde	Oorsprong waarde	Waarde	Oorsprong waarde
Druk [barg]	77	Druk in transportleiding van Ternaard-200	75	Druk in transportleiding naar Anjum
Temperatuur [C]	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model	76	Maximale temperatuur Long Pipeline model
Pumped inflow [kg/s]	28,5	Maximale pumped inflow Long Pipeline model	0,1	Voorgeschreven waarde bij leidinglengtes kleiner dan 10 km [ref. 6]
Leidingdiameter [mm]	394	Equivalente diameter van de 5 tubing-diameters van de putten en de 12" transportleiding van Ternaard-200	374	Binnendiameter transportleiding naar Anjum
Leidinglengte [km]	7,8	Leidinglengte transportleiding van Ternaard-200	7,35	Leidinglengte transportleiding naar Anjum

Tabel 4.1: Invoerwaardes black box.

Een overzicht van de scenario-afhankelijke invoergegevens is opgenomen in Bijlage A. Scenario's waarvan de uitstroming met behulp van de standaard scenario's uit Safeti-NL zijn berekend, zijn vermeld in Bijlage A.1.

4.1.3 Tijdsafhankelijkheid

Voor mijnbouwinstallaties is nalevering van brandbare stoffen uit pijpleidingen en andere procesonderdelen van belang voor het bepalen van de effecten en daarmee de risico's voor de externe veiligheid.

De inhoud van de procesonderdelen is over het algemeen te gering om een bijdrage te leveren aan het externe risico. De nalevering uit overige procesonderdelen is daarentegen vaak vele malen groter dan de inhoud van een installatie. Dit vanwege de (relatief) geringe inhoud van het procesonderdeel en de (relatief) grote doorzetten.

Rekenwijze grote uitstromingen volgens HRB hoofdstuk 10

De default rekenwijze beschreven in het HRB hoofdstuk 10 is van toepassing als het installatie-onderdeel voldoet aan de volgende voorwaarden:

- Het insluitsysteem bevat ontvlambare gassen of een (ongestabiliseerd) mengsel van ontvlambare gassen en vloeistoffen.
- De operationele druk in het insluitsysteem is 16 barg of hoger.
- Het aandeel toxische componenten, in het bijzonder H₂S, is 4,3 vol% of kleiner.
- De druk in de toevoer- en/of afvoerleidingen mag niet beduidend lager zijn dan die van het falend installatie onderdeel.

De inrichting en de omgeving worden beschouwd als één systeem dat gemodelleerd wordt met het Long Pipeline model. Voor bovengrondse installatie-onderdelen wordt de nalevering vanuit stroomopwaartse en van stroomafwaartse richting afzonderlijk beschouwd. Dit resulteert in twee verschillende Long Pipeline scenario's. Voor ondergrondse installaties worden de twee bijdragen gecombineerd in één Long Pipeline scenario.

In een Long Pipeline scenario wordt onderscheid gemaakt naar directe ontsteking en vertraagde ontsteking. De effecten van de directe ontsteking zijn gebaseerd op het gemiddelde uitstroomdebiet tussen 0 en 20s. De effecten van de vertraagde ontsteking zijn gebaseerd op het gemiddelde uitstroomdebiet tussen 20-140s. Beide gebeurtenissen leiden tot een fakkelbrand.

De karakteristieken van de Long Pipeline hangen af van de eigenschappen van de toevoer- en afvoerleidingen. Afgezien van de aanwezigheid van eventuele inbloksystemen, is de verdere lay-out van de inrichting een 'black box'.

Rekenwijze grote uitstromingen volgens hoofdstuk 3 HRB

Bij grote gasuitstromingen zal de druk in het systeem snel afnemen. Hierdoor zal ook de uitstroming, afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid gas, snel afnemen. Voor de LOC scenario's catastrofaal falen wordt verondersteld dat er een uitstroming plaatsvindt ter grootte van de maximale nalevering vanuit de rest van het systeem. Hierbij is rekening gehouden met de nominale capaciteit van de installatie.

Bij het bepalen van de uitstroming uit een groot lek in een niet-'debietgeregeld' systeem wordt uitgegaan van de maximale voeding vanuit alle aangesloten installaties. Dit debiet wordt met behulp van Safeti-NL berekend. Daarbij wordt bij grote gashoudende systemen rekening gehouden met de drukval door het leeglopen van het systeem en door wrijvingsverliezen. Voor transportleidingen wordt daarbij gebruik gemaakt van het 'Long Pipeline Model'. Dit model middelt het uitstromingsdebiet over de eerste 20 s in het geval van directe ontsteking en over 20-140 s in het geval van vertraagde ontsteking. Indien het quotiënt van de lengte van de leiding en de diameter van de leiding kleiner is dan 1000, dan mag het 'Long Pipeline Model' niet toegepast worden. In dit geval wordt de leiding gemodelleerd met het

'Line Rupture Model' en wordt de totale uitgestroomde hoeveelheid berekend op basis van de inhoud van het leegstromende vat en de nalevering gedurende de tijd tot insluiting (bij niet-debietgeregelde systemen is dit in de regel 30 minuten).

De toevoer vanuit een 'debietgeregeld' systeem naar een andere sectie wordt bij $L/D < 1000$ (geen long pipeline) gelijk genomen aan 150% van de nominale doorzet, tenzij nauwkeurigere data beschikbaar is. Voorbeelden van een debietgeregeld systeem zijn pompen en compressoren. Ook flow regelaars worden hier beschouwd als debietgeregeld, voor zover een LOC niet resulteert in het opensturen van de afsluiter. Ook hier wordt het 'Line rupture' model gebruikt met een uitgestroomde hoeveelheid gelijk aan de inhoud van het falende vat en de nalevering tot insluiting.

Kleine uitstromingen

Voor kleine gasuitstromingen is aangenomen dat de druk in het systeem gehandhaafd blijft en dat het uitstroomdebiet constant is. Kleine uitstromingen zijn voorzien voor lekkages uit gaten tot een grootte van 50 mm. De karakteristieken van het lekmodel hangen af van de eigenschappen van de gemodelleerde equipment.

4.1.4 Uitstromingsrichting en duur

In de risicoberekeningen is aangenomen dat de uitstroming vanuit bovengrondse installaties altijd horizontaal gericht is. Safeti-NL modelleert de uitstroomrichting in geval van dispersie met de wind mee, waarbij de kansverdeling voor de uitstroomrichting gelijk is aan de gekozen windverdeling.

De risico's van horizontaal uitstromende toortsbranden worden in Safeti-NL uniform over alle richtingen verdeeld.

De uitstromingsduur van alle LOC scenario's is gesteld op 30 minuten. Conform het HRB [ref. 6] kan de uitstroomduur beperkt worden afhankelijk van de aard van het insluitsysteem; dit is voor de inrichting Moddergat-1 echter niet van toepassing.

Aangezien de effecten van brand- en explosiescenario's in de eerste 20 seconden bepalend zijn voor de risico's, is een maximale uitstroomduur van 30 minuten conservatief.

4.2 Initiële faalkansen

Voor leidingen zijn de volgende LOC scenario's beschouwd:

- Bovengrondse leidingbreuk: vier scenario's met een horizontale uitstroming met toevoer vanuit één zijde van de breuk.
- Voor bovengrondse transportleidingen wordt gerekend met een lek van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm.
- Ondergrondse leidingbreuk: twee scenario's met een verticale uitstroming met toevoer vanuit beide zijdes van de breuk.
- Voor ondergrondse transportleidingen wordt gerekend met een lek van 20 mm.

Bij het bepalen van de faalkansen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de relatief korte procesleidingen is een lengte van 10 m genomen.
- Voor de relatief lange leidingen is in Safeti-NL een route gemodelleerd. Voor deze routes is vervolgens de faalkans per meter per jaar ingegeven.
- Voor de leidingen zijn de faalfrequenties gebruikt van procesleidingen.
- In de standaard faalfrequenties van procesleidingen zijn flenzen en kleppen meegerekend.
- In de standaard faalfrequenties van hogedruk-gastransportleidingen zijn kleppen meegerekend.

Opgemerkt dient te worden dat de risico's ten gevolge van LOC scenario's buiten de inrichting in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

In Tabel 4.2 zijn de initiële LOC scenario's weergegeven voor de hoofdprocesleidingen en equipment en in Tabel 4.3 zijn de parameters en initiële LOC scenario's voor de putten aanwezig op inrichting Moddergat-1 getoond.

Installatie onderdeel	Lengte (m) of Inhoud (m ³)	Leiding binnen diameter (mm)	Lek diameter (mm)	Generieke faalkans (per jaar of per handeling)		Initiële faalkans gebruikt in QRA (exclusief ontstekingskans)	
				Breuk/Catastrofaal	Lek	Breuk/Catastrofaal	Lek
MGT-1							
4" flexibele leiding MGT-1 naar Productie-eenheid	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
6" leiding in Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
6" leiding naar MGT-1/2 flowline	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
MGT-2							
4" flexibele leiding MGT-2 naar Productie-eenheid	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
6" leiding in Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
8" MGT-1/2 flowline	route	169	16,9	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	route	route
MGT-3							
4" flexibele leiding MGT-1 naar Productie-eenheid	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
6" vaste leiding MGT-3 naar Productie-eenheid	15	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$
6" leiding in Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
8" leiding van Productie-eenheid naar manifold	route	169	16,9	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	route	route
MGT-4							
4" flexibele leiding MGT-1 naar Productie-eenheid	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
6" vaste leiding MGT-4 naar Productie-eenheid	15	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$
6" leiding in Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
MGT-5							
4" flexibele leiding MGT-1 naar Productie-eenheid	10	100	10	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
6" vaste leiding MGT-5 naar Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
6" leiding in Productie-eenheid	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route
6" leiding van Productie-eenheid MGT4/5 flowline	route	128	12,8	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	route	route

Installatie onderdeel	Lengte (m) of Inhoud (m ³)	Leiding binnen diameter (mm)	Lek diameter (mm)	Generieke faalkans (per jaar of per handeling)		Initiële faalkans gebruikt in QRA (exclusief ontstekingskans)	
				Breuk/Catastrofaal	Lek	Breuk/Catastrofaal	Lek
Overige leidingen							
8" manifold	route	169	12,8	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	route	route
12" ondergrondse importleiding van Ternaard-200	route	278	27,8	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$6,3 \cdot 10^{-8}$	route	route
16" ondergrondse exportleiding naar Anjum-1	route	374	37,4	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$6,3 \cdot 10^{-8}$	route	route

Tabel 4.2: Initiële LOC scenario's voor de hoofdprocesleidingen en equipment.

Parameter	MGT-1	MGT-2	MGT-3	MGT-4	MGT-5
Tube lengte naar reservoir (m)	3000	3000	3000	3000	3000
Tube diameter (inch)	5	5	5	5	5
Casing diameter (inch)	7 1/16	7 1/16	7 1/16	7 1/16	7 1/16
CITHP (barg)	121	132	129	128	133
FTHP (barg)	67	68	67	65	69
FTHT (°C)	89	89	83	58	66
Productiedebiet (Nm3/dag)	0,700	1,03	0,770	0,320	1
TBOP (Nm3/dag)	1,41	2,59	1,896	3,2	3,6
CBOP (Nm3/dag)	2,4	8,86	3,079	10,8	9,5
Wireline (activiteit per jaar)	1	1	1	1	1
Coiled Tubing (activiteit per jaar)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Work Over (activiteit per jaar)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Productie tubing blow-out, directe ontsteking (per jaar)	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$
Productie tubing blow-out, vertraagde ontsteking (per jaar)	$3,00 \cdot 10^{-5}$	$3,00 \cdot 10^{-5}$	$3,00 \cdot 10^{-5}$	$3,00 \cdot 10^{-5}$	$3,00 \cdot 10^{-5}$
Other tubing blow-out, directe ontsteking (per jaar)	$1,83 \cdot 10^{-6}$	$1,83 \cdot 10^{-6}$	$1,83 \cdot 10^{-6}$	$1,83 \cdot 10^{-6}$	$1,83 \cdot 10^{-6}$
Other tubing blow-out, vertraagde ontsteking (per jaar)	$4,40 \cdot 10^{-5}$	$4,40 \cdot 10^{-5}$	$4,40 \cdot 10^{-5}$	$4,40 \cdot 10^{-5}$	$4,40 \cdot 10^{-5}$
Casing blow-out, directe ontsteking (per jaar)	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$	$7,14 \cdot 10^{-7}$
Casing blow-out, vertraagde ontsteking (per jaar)	$7,22 \cdot 10^{-6}$	$7,22 \cdot 10^{-6}$	$7,22 \cdot 10^{-6}$	$7,22 \cdot 10^{-6}$	$7,22 \cdot 10^{-6}$
Vertical Tube Lekkage (per jaar)	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$
Horizontal Tube Lekkage (per jaar)	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$

Tabel 4.3: Parameters en initiële LOC scenario's voor de putten aanwezig op inrichting Moddergat-1.

5 EFFECTBEREKENING

5.1 Algemeen

De effectberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de standaard gebeurtenissenbomen waarmee Safeti-NL [ref. 1] rekent (zie HRB [ref. 6] voor details). Bij de effectberekeningen zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Bij het vrijkomen van aardgas zijn de brand- en eventueel explosie-effecten bepalend voor de risico's in de omgeving. Er worden alleen effecten berekend die bij personen in de omgeving onmiddellijk (bij een blootstelling van maximaal 30 minuten) tot letale gezondheidsschade kunnen leiden.

5.2 Weer en ruwheidslengte

De gegevens van het algemene weerstation van "Leeuwarden" zijn gebruikt voor de QRA berekening. Dit is het dichtstbijzijnde weerstation voor de inrichting Moddergat-1.

Voor het modelleren van de uitstroming, dispersie en toorts- en wolkbranden is uitgegaan van de in Tabel 5.1 opgenomen parameters.

Parameter	Waarde dag	Waarde nacht
Atmosferische temperatuur	12,0°C	8,0°C
Oppervlakte temperatuur	9,8°C	9,8°C
Relatieve lucht vochtigheid	76,5%	86,3%
Terreinruwheid	0,3 m	0,3 m

Tabel 5.1: Overzicht belangrijkste algemene parameters modellering.

De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft. Een aerodynamische ruwheidslengte van 0,3 meter is de default waarde voor Nederland en typerend voor een omgeving met lage gewassen en hier en daar grote obstakels.

5.3 Ontstekingskansen

5.3.1 Directe ontsteking

De kans op directe ontsteking hangt samen met de soort vrijkomende stof. Aardgas met methaan als voornaamste component wordt beschouwd als laag reactief gas.

5.3.2 Vertraagde ontsteking

Voor de ontsteking van afdrijvende brandbare gaswolken wordt rekening gehouden met aanwezige ontstekingsbronnen op de locatie en in de omgeving. Potentiële ontstekingsbronnen zijn het verkeer en de aanwezige personen in de omgeving.

Verder is voor de PR berekening aangenomen dat vertraagde ontsteking alleen plaatsvindt wanneer de LFL contour buiten de terreingrens komt.

Ontstekingsbronnen buiten de inrichting zijn de in de omgeving van de inrichting ingevoerde populatie, die automatisch door Safeti-NL wordt meegenomen als ontstekingsbron.

Volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6] wordt aangenomen dat de ontstekingskans van omliggende lokale wegen opgenomen is in de ontstekingskans van de bevolking.

6 BLOOTSTELLING EN SCHADE

6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)

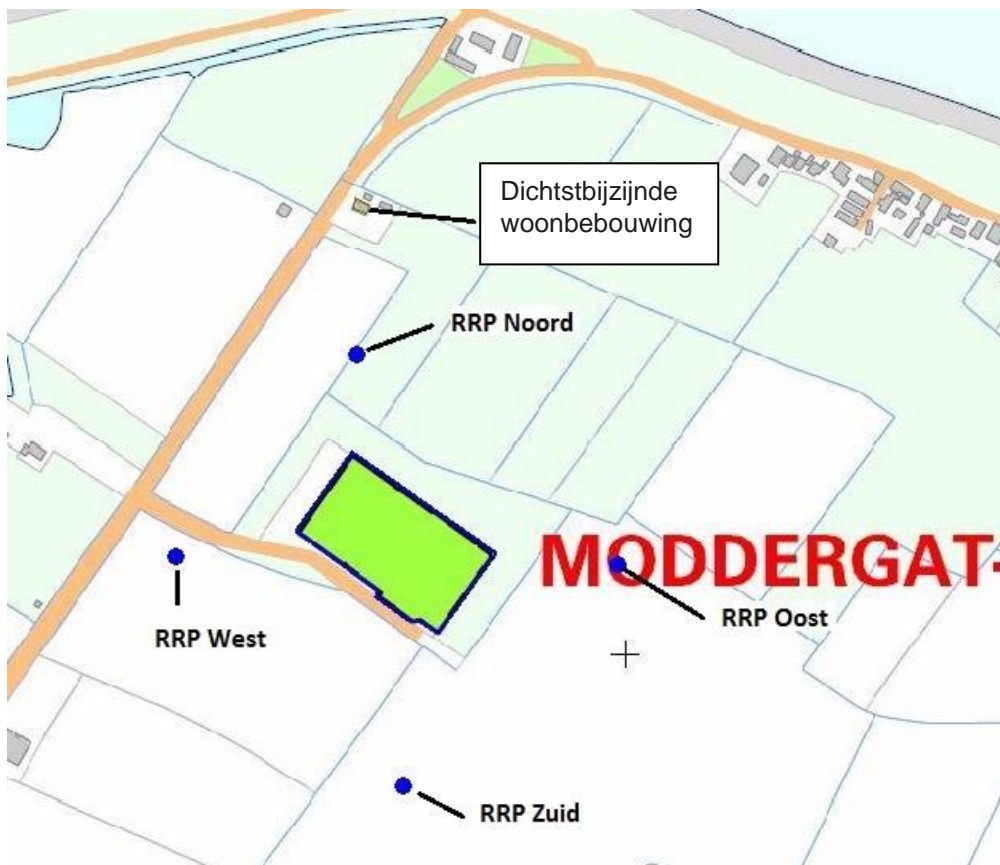
Het geschatte aantal personen in de omgeving staat vermeld in de Tabel 6.1. De gegevens zijn gebaseerd op de kadastrale-/situatiekaart van de inrichting Moddergat-1, EP201403208376001.

Het gaat hier om beperkt kwetsbare objecten (woonbebouwingen) vanwege de lage bebouwingsdichtheid (<2 woningen per hectare).

Naam	Aantal personen (dag)	Aantal personen (nacht)	Soort object
Woning noord	1,2/huis	2,4/huis	Beperkt kwetsbaar

Tabel 6.1: Ingevoerde populatie rondom de inrichting Moddergat-1.

Om de bijdrage van verschillende scenario's aan de ligging van de PR contour op de inrichtingsgrens te bepalen, zijn meerdere Risk Ranking points (RRP) gedefinieerd. Deze punten zijn aangegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Risk Ranking Points, inrichting Moddergat-1.

6.2 Modelering van de schade

In een QRA wordt alleen naar dodelijke slachtoffers gekeken. Effecten met mogelijk dodelijke gevolgen zijn overdruk (ten gevolge van explosie), warmtestraling, wolkbrand en blootstelling aan toxische stoffen. Bij de scenario's van de inrichting Moddergat-1 speelt alleen de warmtestraling als gevolg van fakkelbranden een rol voor de externe veiligheid.

6.2.1 Blootstelling van personen aan warmtestraling

De warmtestraling van een brand (BLEVE, toorts- en plasbrand) kan leiden tot dodelijke effecten.

Voor toorts- en plasbranden berekent Safeti-NL de letaliteit met een probitfunctie, die een relatie legt tussen blootstelling (intensiteit warmtestraling), blootstellingsduur en de kans om te overlijden. Zo resulteert 20 seconden blootstelling aan een warmtestraling van 35 kW/m² en 9,8 kW/m² in respectievelijk 100% letaliteit en 1% letaliteit.

Voor het plaatsgebonden risico (PR) wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich buiten bevindt, onbeschermd door kleding of op een andere wijze. Het groepsrisico (GR) houdt rekening met de beschermende werking van gebouwen en kleding.

6.3 Effectafstanden dominante scenario's

6.3.1 Effectafstanden weerklassse F1,5 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse F1,5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	132 / 186
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	132 / 186
Leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	132 / 186
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	132 / 186

¹) Toortsbrand 35 kW/m² / 9,8 kW/m² (100% respectievelijk 1% letaliteit).

Tabel 6.2: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse F1,5 voor de inrichting Moddergat-1.

De grootste effectafstand voor deze weerklassse wordt veroorzaakt door een leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold (directe ontsteking). Indien een toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 186 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dat betekent dat het effect geen invloed heeft op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 260 m in noordelijke richting van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold bevindt.

6.3.2 Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	140 / 190
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	140 / 190
Leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	140 / 190
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	Horizontale toortsbrand	140 / 190

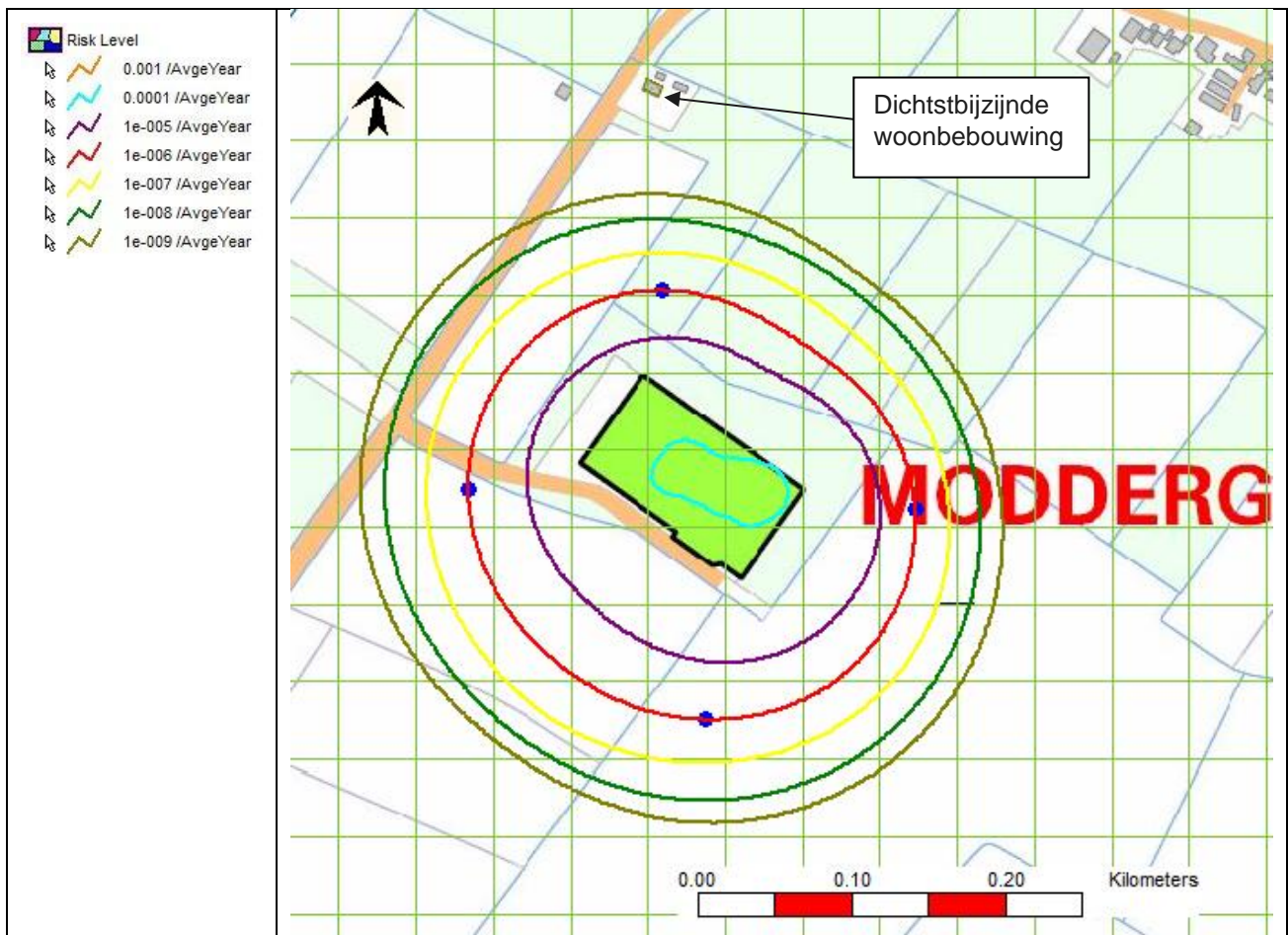
¹⁾ Toortsbrand 35 kW/m² / 9,8 kW/m² (100% respectievelijk 1% letaliteit).

Tabel 6.3: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5 voor de inrichting Moddergat-1.

De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door een leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold (directe ontsteking). Indien een toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 190 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dat betekent dat het effect geen invloed heeft op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 260 m in noordelijke richting van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold bevindt.

7 QRA RESULTATEN

De plaatsgebonden risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7.1: PR contouren inrichting Moddergat-1. Grid grootte is 50 meter.

In de nabijheid van de locatie Moddergat-1 zijn beperkt kwetsbare objecten aanwezig. Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbaar object betreft woonbebouwing en deze ligt op circa 180 m ten noorden vanaf de inrichtingsgrens buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt circa 110 m (zuidwestelijke richting).

7.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is geanalyseerd voor een aantal belangrijke punten. In dit geval op/nabij de 10^{-6} PR risicocontour in, noord, west, zuid en oostelijke richting. Er zijn geen risicobepalende scenario's gelokaliseerd op de dichtstbijgelegen woning ten noorden van de inrichting. De risicobepalende scenario's op de resterende punten zijn weergegeven in onderstaande tabellen

Scenario	Risico	%
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$3,1 \cdot 10^{-7}$	33,1
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$1,8 \cdot 10^{-7}$	19,4
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$9,9 \cdot 10^{-8}$	10,4
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$9,6 \cdot 10^{-8}$	10,1
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-2 (directe ontsteking)	$5,5 \cdot 10^{-8}$	5,8
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-1 naar manifold (directe ontsteking)	$4,6 \cdot 10^{-8}$	4,9
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-2 (directe ontsteking)	$4,5 \cdot 10^{-8}$	4,7
Leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-1 naar manifold (directe ontsteking)	$3,5 \cdot 10^{-8}$	3,7
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (directe ontsteking)	$1,9 \cdot 10^{-8}$	2,0
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$1,5 \cdot 10^{-8}$	1,6
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	1,4
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (directe ontsteking)	$1,2 \cdot 10^{-8}$	1,3
Overig	$1,6 \cdot 10^{-8}$	1,7
Totaal	$9,5 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.1: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten westen van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Terugstroom bij leidingbreuk van de 4" flexibele leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$1,3 \cdot 10^{-7}$	15,8
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (directe ontsteking)	$7,3 \cdot 10^{-8}$	8,7
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (directe ontsteking)	$6,4 \cdot 10^{-8}$	7,7
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$6,2 \cdot 10^{-8}$	7,4
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (directe ontsteking)	$5,0 \cdot 10^{-8}$	6,0
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-4/5 naar manifold (directe ontsteking)	$4,4 \cdot 10^{-8}$	5,2
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$4,3 \cdot 10^{-8}$	5,1
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$3,9 \cdot 10^{-8}$	4,6
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$3,7 \cdot 10^{-8}$	4,4
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-4/5 naar manifold (directe ontsteking)	$3,4 \cdot 10^{-8}$	4,1
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (vertraagde ontsteking)	$3,4 \cdot 10^{-8}$	4,1
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$3,4 \cdot 10^{-8}$	4,1
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$3,4 \cdot 10^{-8}$	4,1
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$3,1 \cdot 10^{-8}$	3,7
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$2,1 \cdot 10^{-8}$	2,5
Leidingbreuk van de 8" manifold (vertraagde ontsteking)	$1,7 \cdot 10^{-8}$	2,0
Terugstroom bij leidingbreuk van de 4" flexibele leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$1,7 \cdot 10^{-8}$	2,0
Leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	1,7
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	1,7
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (vertraagde ontsteking)	$9,0 \cdot 10^{-9}$	1,1
Overig	$3,7 \cdot 10^{-8}$	4,3
Totaal	$8,4 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.2: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten oosten van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$1,7 \cdot 10^{-7}$	17,0
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (vertraagde ontsteking)	$9,7 \cdot 10^{-8}$	10,0
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$8,5 \cdot 10^{-8}$	8,8
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (directe ontsteking)	$8,3 \cdot 10^{-8}$	8,5
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$8,1 \cdot 10^{-8}$	8,3
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$8,0 \cdot 10^{-8}$	8,2
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (directe ontsteking)	$7,5 \cdot 10^{-8}$	7,7
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-1 naar manifold (directe ontsteking)	$5,4 \cdot 10^{-8}$	5,6
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-2 (directe ontsteking)	$4,9 \cdot 10^{-8}$	5,1
Leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-1 naar manifold (directe ontsteking)	$4,3 \cdot 10^{-8}$	4,5
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-1 (vertraagde ontsteking)	$4,0 \cdot 10^{-8}$	4,1
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-2 (directe ontsteking)	$3,9 \cdot 10^{-8}$	4,0
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$1,9 \cdot 10^{-8}$	2,0
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$1,7 \cdot 10^{-8}$	1,8
Overig	$4,3 \cdot 10^{-8}$	4,4
Totaal	$9,7 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.3: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten noorden van de inrichting.

Scenario	Risico	%
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$1,3 \cdot 10^{-7}$	14,1
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	11,8
Leidingbreuk van de 8" manifold (vertraagde ontsteking)	$7,4 \cdot 10^{-8}$	8,1
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$7,2 \cdot 10^{-8}$	8,0
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (directe ontsteking)	$6,9 \cdot 10^{-8}$	7,5
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$6,3 \cdot 10^{-8}$	6,9
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking)	$4,8 \cdot 10^{-8}$	5,3
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" manifold (vertraagde ontsteking)	$4,5 \cdot 10^{-8}$	4,9
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" leiding van productie-eenheid MGT-4/5 naar manifold (directe ontsteking)	$4,4 \cdot 10^{-8}$	4,9
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$4,4 \cdot 10^{-8}$	4,9
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (directe ontsteking)	$4,3 \cdot 10^{-8}$	4,7
Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-4/5 naar manifold (directe ontsteking)	$3,8 \cdot 10^{-8}$	4,2
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (directe ontsteking)	$3,0 \cdot 10^{-8}$	3,3
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-5 (directe ontsteking)	$2,3 \cdot 10^{-8}$	2,5
Terugstroom bij leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$1,9 \cdot 10^{-8}$	2,1
Leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	$1,8 \cdot 10^{-8}$	2,0
Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" manifold (directe ontsteking)	$1,8 \cdot 10^{-8}$	2,0
Leidingbreuk van de 6" vaste leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking)	$1,2 \cdot 10^{-8}$	1,3
Overig	$1,4 \cdot 10^{-8}$	1,5
Totaal	$9,1 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.4: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR contour ten zuiden van de inrichting.

7.2 Groepsrisico

Het groepsrisico voor de inrichting Moddergat-1 is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van de inrichting Moddergat-1. Hierdoor berekent Safeti-NL geen Groepsrisico. Dit betekent dat het Groepsrisico de oriëntatiewaarde niet overschrijdt.

8 CONCLUSIES

In deze QRA zijn de externe risico's van de locatie Moddergat-1 bepaald. Deze risico's zijn uitgedrukt in plaatsgebonden risico en groepsrisico per jaar.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt buiten de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-6} PR contour bedraagt ca. 110 m (zuidwestelijke richting). De dichtstbijzijnde woonbebouwing ligt op circa 180 m ten noorden vanaf de inrichtingsgrens buiten de 10^{-6} per jaar PR contour.

Het groepsrisico overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2] niet.

De belangrijkste bijdragen aan de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour worden geleverd door de volgende scenario's:

- Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking).
- Terugstroom bij leidingbreuk van de 4" flexibele leiding naar productie-eenheid MGT-4 (directe ontsteking); Leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-3 naar manifold (vertraagde ontsteking).
- Terugstroom bij leidingbreuk van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar manifold (vertraagde ontsteking).

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door een leidingbreuk van de 8" leiding van de KISS-skid (behorend bij gasproductieput MGT-2) naar de gasmanifold (directe ontsteking). Indien een toortsbrand ontstaat, heeft deze een effectafstand van 190 m. Binnen deze afstand heeft een onbeschermd persoon een kans groter dan 1% op overlijden. Dat betekent dat het effect geen invloed heeft op de dichtstbijzijnde woning, die zich op ongeveer 260 m in noordelijke richting van de 8" leiding van productie-eenheid MGT-2 naar de gasmanifold bevindt.

8.1 Toetsing PR aan acceptatiecriteria

Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de normstelling in het BEVI [ref. 3].

8.2 Toetsing GR aan acceptatiecriteria

Het groepsrisico van de inrichting Moddergat-1 overschrijdt de oriëntatiewaarde niet.

9 REFERENTIES

1. DNV, Safeti-NL V6,54 – juli 2009; zie RIVM - Safeti-NL (<http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/modellen/safeti-nl.jsp>).
2. Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen, Ministerie VROM, Staatsblad 250, 27 mei 2004. Laatst gewijzigd 9 september 2008 en op 13 februari 2009 in werking getreden, Staatscourant 47, 12 februari 2009.
3. Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen, Ministerie VROM, nr. EV2004084072, 8 september 2004; Laatst gewijzigd 4 juni 2015 en op 1 juli 2015 in werking getreden, Staatscourant 14437, 18 juni 2015
4. Registratiebesluit Externe Veiligheid, Ministerie VROM, 22 maart 2007, Staatsblad 2007 -102, STB10898.
5. Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico, Ministerie VROM, november 2007.
6. Handleiding Risicoberekeningen BEVI, RIVM, versie 3.3, 1 juli 2015.
7. Bijlage 1, Beschrijving van de Locatie Moddergat-1, NAM, revisie B, 5 november 2014
8. Risicokaart Luchtvaartongeval, http://www.risicokaart.nl/informatie_over_risicos/luchtvaartongeval/

10 DEFINITIES

Kwetsbaar object:

- a. Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in onderdeel a, onder beperkt kwetsbaar object
- b. Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 2. Scholen, of
 3. Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
- c. Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1.500 m² per object, of
 2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI inrichting worden niet beschouwd als kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Beperkt kwetsbaar object:

- a. Woningen:
 1. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en
 2. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- c. hotels en restaurants, mits geen kwetsbaar object;
- d. winkels, mits geen kwetsbaar object;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, mits geen kwetsbaar object;
- g. bedrijfsgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale, of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Beperkt kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI inrichting worden niet beschouwd als beperkt kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Geprojecteerd object:

Een nog niet aanwezig object dat op grond van het voor het desbetreffende gebied geldende bestemmingsplan toelaatbaar is.

Plaatsgebonden risico:

Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is. Het plaatsgevonden risico wordt weergegeven als iso-risicocontouren (plaatsen met een gelijke PR) op een plattegrond.

Opgemerkt dient te worden dat het plaatsgebonden risico een genormaliseerde risicomaat is en geen maat is voor het daadwerkelijke risico voor personen in de omgeving.

Groepsrisico:

Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1,000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.

Het groepsrisico wordt uitgedrukt in een grafiek, zogenaamde FN-curve, waarin de groepsgrootte van aantallen slachtoffers (x-as) uitgezet wordt tegen de cumulatieve kans dat een dergelijke groep slachtoffer wordt van een ongeval (y-as).

Grenswaarde:

Een grenswaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip ten minste moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, ten minste moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat er altijd moet worden voldaan aan de grenswaarde.

Richtwaarde:

Een richtwaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, zoveel mogelijk moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat erom gewichtige redenen mag worden afgeweken van de richtwaarde.

Oriëntatiewaarde:

De oriëntatiewaarde is de toetsingswaarde. Dit betekent dat er bij een overschrijding een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteit.

BIJLAGE A : SCENARIO'S MODDERGAT-1

De naamgeving van scenario's in Safeti-NL wordt opgebouwd uit de volgende mogelijkheden.

Systeem	Benaming	Scenario	Scenario
Putten	P	1a	Production blow-out
		1b	Tubing blow-out
		1c	Casing blow-out
		2a	Verticale lek
		2b	Horizontale lek
		Leidingen	L
2	Lek bovengrondse aardgasleiding.		

Hierbij staat "t" voor "terugstroom"

Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's

Folder	Leiding route	Scenario naam	Discharge Material	Inventry specification	Mass Inventory	Temperature	Pressure (gauge)	Event Probability	Event Frequency	Scenario Type	Hole Diameter	Pipe Length	Internal Diameter	Distance To Break	Relative Aperture	Outdoor Release Direction
					kg	degC	bar	fraction	/AveYear		mm	m	mm	m	fraction	
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.97E-06	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	3.00E-05	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	121	1.83E-06	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	121	4.40E-05	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	121	7.14E-07	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	121	7.22E-06	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P2a Vertical tubing leak MGT-1	METHANE	0 By Mass	1000000	89	67	1.04E-04	4 Leak		12.5					2 Vertical
Putten		P2b Horizontal tubing leak MGT-1	METHANE	0 By Mass	1000000	89	67	2.13E-05	4 Leak		12.5					0 Horizontal
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.97E-06	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	3.00E-05	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	132	1.83E-06	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	132	4.40E-05	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	132	7.14E-07	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	132	7.22E-06	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P2a Vertical tubing leak MGT-2	METHANE	0 By Mass	1000000	89	68	1.04E-04	4 Leak		12.5					2 Vertical
Putten		P2b Horizontal tubing leak MGT-2	METHANE	0 By Mass	1000000	89	68	2.13E-05	4 Leak		12.5					0 Horizontal
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.97E-06	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	3.00E-05	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	129	1.83E-06	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	129	4.40E-05	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	129	7.14E-07	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	129	7.22E-06	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P2a Vertical tubing leak MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	83	67	1.04E-04	4 Leak		12.5					2 Vertical
Putten		P2b Horizontal tubing leak MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	83	67	2.13E-05	4 Leak		12.5					0 Horizontal
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.97E-06	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	3.00E-05	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	58	128	1.83E-06	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	58	128	4.40E-05	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	58	128	7.14E-07	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	58	128	7.22E-06	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P2a Vertical tubing leak MGT-4	METHANE	0 By Mass	1000000	58	65	1.04E-04	4 Leak		12.5					2 Vertical
Putten		P2b Horizontal tubing leak MGT-4	METHANE	0 By Mass	1000000	58	65	2.13E-05	4 Leak		12.5					0 Horizontal
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.97E-06	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1a Production tubing blowout MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	3.00E-05	7 Long Pipeline			7350	279.5085	7350	0.2	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	66	133	1.83E-06	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1b Other tubing blowout MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	66	133	4.40E-05	7 Long Pipeline			3000	125	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	66	133	7.14E-07	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P1c Casing blowout MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	66	133	7.22E-06	7 Long Pipeline			3000	176.5625	3000	1	2 Vertical
Putten		P2a Vertical tubing leak MGT-5	METHANE	0 By Mass	1000000	66	69	1.04E-04	4 Leak		12.5					2 Vertical
Putten		P2b Horizontal tubing leak MGT-5	METHANE	0 By Mass	1000000	66	69	2.13E-05	4 Leak		12.5					0 Horizontal
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	1.35E-06	7 Long Pipeline			7800	223.6068	7800	0.2	0 Horizontal

Folder	Leiding route	Scenario naam	Discharge Material	Inventory specification	Mass Inventory	Temperature	Pressure (gauge)	Event Probability	Event Frequency	Scenario Type	Hole Diameter
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" flexibel van MGT-1	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67		1.00E-04	4 Leak	10
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" flexibel van MGT-2	METHANE	0 By Mass	1000000	88	68		1.00E-04	4 Leak	10
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" flexibel van MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67		1.00E-04	4 Leak	10
naar KISS		LB1 6" vaste leiding van MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		4.05E-07	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 6" vaste leiding van MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		4.10E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 6" vaste leiding van MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		4.05E-07	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 6" vaste leiding van MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		4.10E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 6" vaste leiding van MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67		3.00E-05	4 Leak	12
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" flexibel van MGT-4	METHANE	0 By Mass	1000000	104	65		1.00E-04	4 Leak	10
naar KISS		LB1 4" Vast van MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		4.05E-07	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 4" Vast van MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		4.10E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" Vast van MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		4.05E-07	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" Vast van MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		4.10E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" Vast van MGT-4	METHANE	0 By Mass	1000000	104	65		3.00E-05	4 Leak	10
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1 4" flexibel van MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.35E-06	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB1t 4" flexibel van MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		1.37E-05	7 Long Pipeline	
naar KISS		LB2 4" flexibel van MGT-5	METHANE	0 By Mass	1000000	118	69		1.00E-04	4 Leak	10
naar KISS	Vaste leiding van MGT-5 naar KISS	LB1 4" vaste leiding van MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline	
naar KISS	Vaste leiding van MGT-5 naar KISS	LB1 4" vaste leiding van MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline	
naar KISS	Vaste leiding van MGT-5 naar KISS	LB1t 4" vaste leiding van MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline	
naar KISS	Vaste leiding van MGT-5 naar KISS	LB1t 4" vaste leiding van MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline	
naar KISS	Vaste leiding van MGT-5 naar KISS	LB2 4" vaste leiding van MGT-5	METHANE	0 By Mass	1000000	88	69	2.00E-06		4 Leak	10
KISS	KISS-1	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline	
KISS	KISS-1	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline	

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM
INRICHTING MODDERGAT-1



Folder	Leiding route	Scenario naam	Discharge Material	Inventory specification	Mass Inventory	Temperature	Pressure (gauge)	Event Probability		Event Frequency	Scenario Type	Hole Diameter
								fraction	/AveYear			
				kg	degC	bar					mm	
KISS	KISS-1	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-1	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-1	LB2 6" vaste leiding KISS MGT-1	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67	2.00E-06		4 Leak		12.0
KISS	KISS-2	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-2	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-2	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-2	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-2	LB2 6" vaste leiding KISS MGT-2	METHANE	0 By Mass	1000000	88	68	2.00E-06		4 Leak		12.0
KISS	KISS-3	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-3	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-3	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-3	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-3	LB2 6" vaste leiding KISS MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67	2.00E-06		4 Leak		12.0
KISS	KISS-4	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-4	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-4	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-4 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-4	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-4 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-4	LB2 6" vaste leiding KISS MGT-4	METHANE	0 By Mass	1000000	104	65	2.00E-06		4 Leak		12.0
KISS	KISS-5	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-5	LB1 6" vaste leiding KISS MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-5	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-5	LB1t 6" vaste leiding KISS MGT-5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
KISS	KISS-5	LB2 6" vaste leiding KISS MGT-5	METHANE	0 By Mass	1000000	118	69	2.00E-06		4 Leak		12.0
van KISS	Van KISS MGT-1 naar manifold	LB1 6" leiding van KISS MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.70E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-1 naar manifold	LB1 6" leiding van KISS MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	2.73E-07		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-1 naar manifold	LB1t 6" leiding van KISS MGT-1 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.70E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-1 naar manifold	LB1t 6" leiding van KISS MGT-1 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	2.73E-07		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-1 naar manifold	LB2 6" leiding van KISS MGT-1	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67	2.00E-06		4 Leak		12.0
van KISS	Van KISS MGT-2 naar manifold	LB1 8" leiding van KISS MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.00E-09		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-2 naar manifold	LB1 8" leiding van KISS MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.10E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-2 naar manifold	LB1t 8" leiding van KISS MGT-2 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.00E-09		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-2 naar manifold	LB1t 8" leiding van KISS MGT-2 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.10E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-2 naar manifold	LB2 8" leiding van KISS MGT-2	METHANE	0 By Mass	1000000	88	68	5.00E-07		4 Leak		16.0
van KISS	Van KISS MGT-3 naar manifold	LB1 8" leiding van KISS MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.00E-09		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-3 naar manifold	LB1 8" leiding van KISS MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.10E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-3 naar manifold	LB1t 8" leiding van KISS MGT-3 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.00E-09		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-3 naar manifold	LB1t 8" leiding van KISS MGT-3 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.10E-08		7 Long Pipeline		
van KISS	Van KISS MGT-3 naar manifold	LB2 8" leiding van KISS MGT-3	METHANE	0 By Mass	1000000	88	67	5.00E-07		4 Leak		16.0
van KISS		LB1 6" leiding van KISS MGT-4/5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		5.40E-07	7 Long Pipeline		
van KISS		LB1 6" leiding van KISS MGT-4/5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77		5.46E-06	7 Long Pipeline		
van KISS		LB1t 6" leiding van KISS MGT-4/5 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		5.40E-07	7 Long Pipeline		
van KISS		LB1t 6" leiding van KISS MGT-4/5 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75		5.46E-06	7 Long Pipeline		
van KISS		LB2 6" leiding van KISS MGT-4/5	METHANE	0 By Mass	1000000	99	67		4.00E-05	4 Leak		12.0
Manifold	Route	LB1 8" manifold 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.00E-09		7 Long Pipeline		
Manifold	Route	LB1 8" manifold 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	9.10E-08		7 Long Pipeline		
Manifold	Route	LB1t 8" manifold 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.00E-09		7 Long Pipeline		
Manifold	Route	LB1t 8" manifold 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	75	9.10E-08		7 Long Pipeline		
Manifold	Route	LB2 8" manifold	METHANE	0 By Mass	1000000	94	75	5.00E-07		4 Leak		16.0
Import/Export	12" importleiding van Ternaart	LB1 12" OG leiding van Ternaart 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	6.30E-10		7 Long Pipeline		

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM
INRICHTING MODDERGAT-1



Folder	Leiding route	Scenario naam	Discharge Material	Inventory specification	Mass Inventory	Temperature	Pressure (gauge)	Event Probability	Event Frequency	Scenario Type	Hole Diameter
					kg	degC	bar	fraction	/AveYear		
Import/Export	12" importleiding van Ternaart	LB1 12" OG leiding van Tenaart 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	6.37E-09		7 Long Pipeline	
Import/Export	12" importleiding van Ternaart	LB2 12" OG leiding van Tenaart	METHANE	0 By Mass	1000000	94	75	6.30E-08		4 Leak	27.4
Import/Export	16" exportleiding naar Anjum	LB1 16" OG naar Anjum 0-20s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	6.30E-10		7 Long Pipeline	
Import/Export	16" exportleiding naar Anjum	LB1 16" OG naar Anjum 20-140s	METHANE	0 By Mass	1000000	76	77	6.37E-09		7 Long Pipeline	
Import/Export	16" exportleiding naar Anjum	LB2 16" OG naar Anjum	METHANE	0 By Mass	1000000	94	75	6.30E-08		4 Leak	37.4

COLOFON

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) VOOR NAM INRICHTING MODDERGAT-1

KLANT

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

AUTEUR

ir. L.A. Klaessen

PROJECTNUMMER

C05011.000390.0500

ONZE REFERENTIE

079848893 B

DATUM

29 juni 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

ing. M. de Maaijer
Senior specialist Explosie Veiligheid

VRIJGEGEVEN DOOR

N. van Roden
Senior adviseur

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com



BILFINGER

Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V
Project: QRA-aardgastransportleiding locatie Ternaard - Moddergat

Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Aardgastransportleiding locatie Ternaard-200 naar locatie Moddergat-1

Bilfinger Tebodin Netherlands B.V.

Jan Tinbergenstraat 101
7559 SP Hengelo

Auteur: Mike Siebum

- Telefoon: 06 15 04 78 35

- E-mail: mike.siebum@bilfinger.com

17 november 2020

Ordernummer: T55018.00

Documentnummer: 3413109

Revisie: C



BILFINGER

C	17-11-2020	Vierde versie (aangepast tracé)	M. Siebum	R. Bottenberg
B	29-10-2020	Derde versie (aangepast tracé)	M. Siebum	R. Bottenberg
A	20-09-2018	Tweede versie (opmerkingen NAM verwerkt) [T52601]	A.W.T. van Blanken	R. Bottenberg
0	03-09-2018	Eerste versie [T52601]	A.W.T. van Blanken	R. Bottenberg
Rev.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Bilfinger Tebodin

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.



BILFINGER

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Administratieve gegevens	4
1.2	Gevolgde methodiek	4
1.3	Peildatum QRA	4
2	Algemene beschrijving van de buisleiding	4
3	Beschrijving omgeving	5
3.1	Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	5
3.2	Aanwezigen in de buurt van de buisleiding	5
3.3	Mogelijke gevaren van buiten de buisleiding	6
3.4	Weerstation	6
4	Beschrijving van mogelijke risico's voor de omgeving	7
4.1	Invloedsgebied	7
4.2	Plaatsgebonden risico (PR)	7
4.3	Groepsrisico (GR)	8
5	Conclusies	9
5.1	Plaatsgebonden risico	9
5.2	Groepsrisico	9
	Bijlage 1: Ligging van de leiding (aangepast tracé)	10



1 Inleiding

Voor het project “gaswinning Ternaard” is men voornemens een ondergrondse hogedruk buisleiding aan te leggen. Voor leidingen met gevaarlijke stoffen, waaronder aardgas, moet volgens het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd worden. Dit rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de QRA voor genoemde leiding.

1.1 Administratieve gegevens

Leidingexploitant:

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Schepersmaat 2
9405 TA Assen

Opsteller van de QRA:

Bilfinger Tebodin Netherlands B.V.
Jan Tinbergenstraat 101
7559 SP Hengelo

1.2 Gevolgde methodiek

Het plaatsgebonden risico en het groepsrisico zijn berekend conform de “Handleiding risicoberekeningen Bevb”, versie 3.1 d.d. 1 april 2020. Voor de berekeningen is het voorgeschreven rekenpakket CAROLA met versienummer 1.0.0.52 gebruikt. Het parameterbestand heeft versienummer 1.3.

1.3 Peildatum QRA

De berekeningen zijn uitgevoerd op 13 november 2020. De buisleiding gegevens zijn aangemaakt op 13 november 2020.

2 Algemene beschrijving van de buisleiding

De gegevens van de leiding zijn weergegeven in onderstaande tabel en zijn afkomstig uit het aangeleverde leidingdatabestand. De exploitant specifieke factoren voor casuïstiek (cluster 1b), actief rappel (cluster 1c) en mitigerende maatregelen corrosie staan beschreven in Module B van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb. Deze zijn voor de NAM respectievelijk 1,000, 8,333 en 0,000.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Materiaal	Minimum dekking [m]	Datum aanleveren gegevens
Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.	Buisleiding aardgas – ondergronds van Ternaard-200 naar Moddergat-1	323.90	125	L415 (CS)	1.5	13-11-2020

Tabel 1: Gegevens buisleiding

Voor de leiding zijn geen risico mitigerende maatregelen verdisconteerd in de bijbehorende risicoberekeningen.

De ligging van de leiding is weergegeven in Bijlage 1.

3 Beschrijving omgeving

3.1 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties

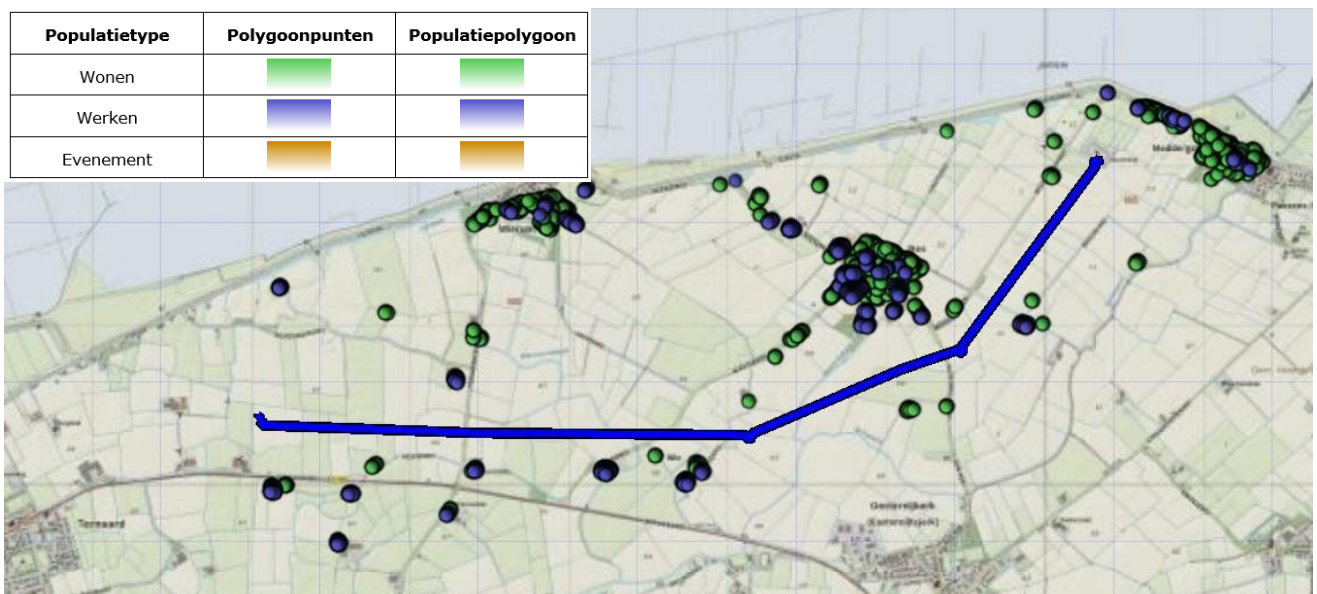
Binnen het invloedsgebied (zie paragraaf 4.1) zijn geen ontwikkelingen mogelijk (volgens de bestemmingsplannen) die van invloed kunnen zijn op de QRA.

3.2 Aanwezigen in de buurt van de buisleiding

Binnen het invloedsgebied zijn geen woonkernen. De aanwezigheidsgegevens zijn op 29 oktober 2020 opgevraagd uit de BAG-populatieservice. Het aantal aanwezigen in de buurt van de buisleiding staat aangegeven in tabel 2.

Pad	Type	Aantal	Aanwezigheidspercentage dag	Aanwezigheidspercentage nacht
Nieuwe populatiebestanden\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	618	100	80
Nieuwe populatiebestanden\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	252	100	30
Nieuwe populatiebestanden\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	64	100	0
Nieuwe populatiebestanden\wonend_vakantie huis-dag50-nacht100.txt	Wonen	992	50	100

Tabel 2: Aanwezigheidsgegevens en percentages



Figuur 1: Aanwezigheidsgegevens volgens de BAG-populatieservice



BILFINGER

3.3 Mogelijke gevaren van buiten de buisleiding

Er zijn geen gevaren geïdentificeerd van buiten de buisleiding die effect kunnen hebben op de buisleiding.

3.4 Weerstation

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het dichtstbijzijnde weerstation Leeuwarden. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter, wat representatief is voor landelijk gebied.

4 Beschrijving van mogelijke risico's voor de omgeving

Er is een risicoanalyse uitgevoerd met als doel om inzicht te krijgen in de externe risico's. De QRA is uitgevoerd met het door de overheid voorgeschreven modelleringsprogramma CAROLA. In dit hoofdstuk zijn het invloedsgebied, plaatsgebonden risico en het groepsrisico gepresenteerd, die voortkomen uit de berekeningen met CAROLA.

4.1 Invloedsgebied

In onderstaand figuur is het invloedsgebied van de buisleiding weergegeven. De zwarte lijn geeft een 1% lethaliteitsgehalte aan.

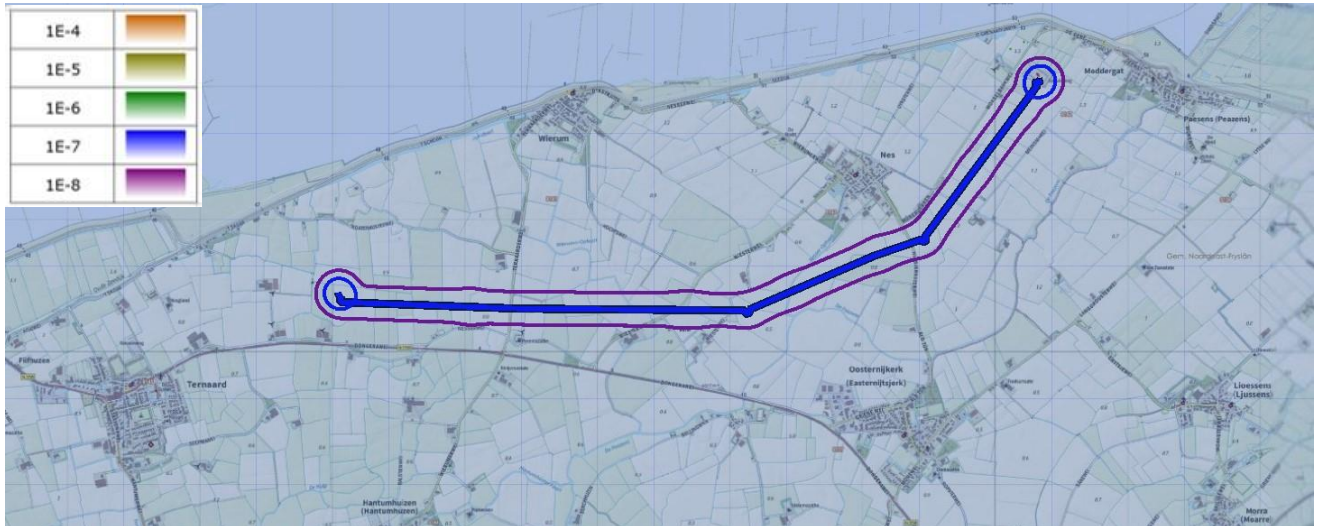


Figuur 2: Invloedsgebied

4.2 Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) is de kans per jaar op een dodelijk ongeval ten gevolge van een ongewoon voorval (ongevalsscenario) indien een persoon (onbeschermd in de buitenlucht) zich bevindt op een bepaalde plaats waar hij voortdurend (24 uur per dag en gedurende het hele jaar) wordt blootgesteld aan de schadelijke gevolgen van een voorval. Het PR is onafhankelijk van de aanwezigheid in de omgeving van de leiding. Het PR wordt weergegeven door middel van PR-contouren. De PR 10^{-6} per jaar contour laat die plaatsen zien waar de kans op het overlijden van een persoon eens in de miljoen jaar bedraagt. Ter vergelijking: de gemiddelde overlijdenskans voor een willekeurige Nederlander is circa 10^{-4} per jaar, een factor 100 hoger. Het PR is onafhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van de inrichting.

De ondergrond met de berekende plaatsgebonden risico-contouren ten gevolge van de hogedruk aardgastransportleiding is opgenomen in 3. Geconcludeerd kan worden dat er een $PR10^{-8}$ /jaar contour is en alleen ter plaatse van een tweetal kleine lussen in de leiding een $PR10^{-7}$ /jaar contour. Een $PR10^{-6}$ /jaar contour is er niet. Er wordt hierdoor voldaan aan de norm voor het plaatsgebonden risico conform het Bevb.



Figuur 3: plaatsgebonden risico rondom de aardgasleiding

4.3 Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico is de kans per jaar dat een groep van een bepaalde grootte dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval. Het groepsrisico wordt beschreven in een zogenaamde F(N)-curve en is afhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van de inrichting. Op de verticale as wordt de kans weergegeven dat meer dan N-slachtoffers ten gevolge van het beschouwde scenario komen te overlijden. De kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven. Het groepsrisico kent, in vergelijking tot het plaatsgebonden risico, echter geen strikte normering. Wel wordt er uitgegaan van een oriëntatiewaarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

De bebouwing binnen het invloedsgebied is relevant voor de hoogte van het groepsrisico. Omdat er binnen het invloedsgebied enkel sprake is van zeer incidentele bebouwing, is er geen sprake van een groepsrisico. De f(N)-curve zoals CAROLA deze heeft berekend is opgenomen in Figuur 4. Hierop is uitsluitend de oriëntatiewaarde te zien (rode lijn) en er is geen curve zichtbaar; er is geen sprake van een groepsrisico.



Figuur 4: f(N)-curve groepsrisico



BILFINGER

5 Conclusies

5.1 Plaatsgebonden risico

Voor de hogedruk aardgastransportleiding is geen $PR10^{-6}$ /jaar contour berekend. Er liggen dus geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen een $PR10^{-6}$ /jaar contour. Dit betekent dat wordt voldaan aan de grenswaarde voor het PR uit het Bevb.

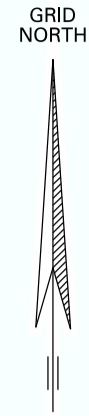
5.2 Groepsrisico

Er wordt door de incidentele bebouwing langs de leiding geen groepsrisico berekend. Er hoeft geen verantwoording van het groepsrisico plaats te vinden.



BILFINGER

Bijlage 1: Ligging van de leiding (aangepast tracé)



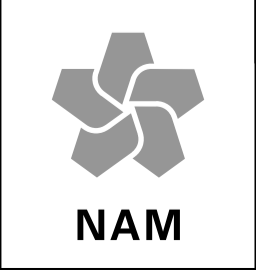
TERNAARD-1

TERNAARD-200

MODDERGAT-1

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

- LEGENDA**
- BESTAADE GASTRANSPORTLEIDING NAM
 - WATERLEIDING NAM
 - TRACEEVOORSTEL
 - TRACEEVOORSTEL_OUD
 - LOCATIE NAM
 - LOCATIE NIEUW



NEDERLANDSE AARDOLIE MAATSCHAPPIJ

TRACEEVOORSTEL
12" GASLEIDING nr. 000398
TERNAARD-200 – MODDERGAT-1
Schaal 1 : 10000

Datum : 01-07-2018 Tekening nr. : EP201503203916003
Laatste wijziging : 01-09-2020 -

Projection system: RD
Ellipsoid: Bessel (1841)
Datum: Amersfoort

FORMAAT A