

RAPPORT

Kwantitatieve risicoanalyse

Mijnbouwlocatie Weststellingswerf 1

Klant: Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V.

Referentie: BA5753-201-100I&BRP008F02

Status: 02/Finale versie

Datum: 23 mei 2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Kwantitatieve risicoanalyse

Ondertitel: QRA productie Weststellingwerf 1
Referentie: BA5753-201-100I&BRP008F02
Status: 02/Finale versie
Datum: 23 mei 2019
Projectnaam: Gasproductie NWD-01 en WSF-01-S1
Projectnummer: BA5753-201-100
Auteur(s): 

Opgesteld door: 

Gecontroleerd door: 

Datum/Initialen: 23-05-2019 

Goedgekeurd door: 

Datum/Initialen: 23-05-2019 

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Samenvatting	1
2	Inleiding	2
3	Wetgeving met betrekking tot extern risico	3
3.1	Plaatsgebonden risico (PR)	3
3.2	Groepsrisico (GR)	4
4	Beschrijving	5
4.1	Locatie	5
4.2	Proces	5
5	Modellering van scenario's	6
5.1	Putten NWD-01 en WSF-01-S1	6
5.2	Flowleidingen	7
5.3	Gas/vloeistof fasescheider DS-101 en Coalescer DS-102	8
5.4	H ₂ S verwijderingsinstallatie	8
5.5	Exportleiding	9
6	Resultaten	10
6.1	Plaatsgebonden risico (PR)	10
6.2	Groeprisico (GR)	11
7	Conclusies	13
8	Referenties	14

1 Samenvatting

Vermilion Energy Netherlands B.V. (hierna Vermilion) is een onderdeel van het Canadese bedrijf Vermilion Energy Inc. Het hoofdkantoor van Vermilion in Nederland is gevestigd in Harlingen.

De mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1 is gelegen aan de Schapendrift, op ongeveer 1 km van Noordwolde.

Vermilion is voornemens om, na het uitvoeren van een diepboring in de bestaande put WSF-01, aardgas te gaan produceren uit de put WSF-01. Deze put krijgt na de diepboring de naam WSF-01-S1. Het geproduceerde aardgas uit deze put zal worden aangesloten op de reeds aanwezige afscheidingsinstallatie. Vermilion heeft gevraagd een kwantitatieve risicoanalyse op te stellen voor de situatie waarin geproduceerd wordt uit beide putten, inclusief aanvoer van De Hoeve en reiniging van dit gas.

Uit de berekening van het Plaatsgebonden Risico per jaar (PR) blijkt dat de 10^{-6} /jaar-contour tot 50 meter over de inrichtingsgrens, hierbinnen bevinden zich geen (geprojecteerde) kwetsbare en/of beperkt kwetsbare objecten.

De 1% letaliteitafstand ofwel het invloedsgebied ligt maximaal 130 meter buiten de inrichtingsgrens. Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen objecten waar structureel personen aanwezig zijn. Er kan dus geen groepsrisico worden berekend. Voor de productielocatie kan geen aantoonbaar groepsrisico berekend worden.

Geconcludeerd wordt dat voldaan aan de volgende waarden uit het BEVI;

- Grenswaarde PR voor kwetsbare objecten;
- Richtwaarde PR voor beperkt kwetsbare objecten;
- Oriëntatiewaarde voor het GR.

2 Inleiding

Vermilion Energy Netherlands B.V., verder Vermilion genoemd, is een onderdeel van het Canadese bedrijf Vermilion Energy Inc. Het hoofdkantoor van Vermilion is gevestigd in Harlingen.

De mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1 is gelegen aan de Schapendrift, op ongeveer 1 km van Noordwolde.

De mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1 is een aardgasproductielocatie waarop momenteel aardgasproductie mogelijk is uit de bestaande productieput NWD-01. In 2014 is Vermilion gestart met de productie van gas op de locatie De Hoeve (-1) uit het Zechstein-voorkomen. Voor het evacueren van dit gas is een transportleiding gelegd vanaf de locatie De Hoeve-1 naar de locatie Weststellingwerf 1. Dit gas bevat een geringe hoeveelheid H_2S ("zuur gas"). Het op de locatie De Hoeve geproduceerde gas wordt getransporteerd naar de locatie Weststellingwerf 1. Op de locatie Weststellingwerf 1 wordt het vanaf De Hoeve aangevoerde gas met aardgascondensaat samengevoegd met het natte gas dat door de put NWD-01 wordt geproduceerd en vervolgens door de daar aanwezige afscheidingsinstallatie geleid. Met behulp hiervan wordt het gas gescheiden van de vloeistof (productiewater en aardgascondensaat). Het gas wordt vervolgens ontdaan van het aanwezige H_2S en de afgescheiden vloeistof wordt op Weststellingwerf 1 gescheiden in de twee bestanddelen (productiewater en aardgascondensaat) door middel van de aanwezige coalescer. Het afgescheiden productiewater wordt met trucks afgevoerd naar een erkende verwerker en het afgescheiden condensaat wordt in de gastransportleiding vanaf Weststellingwerf 1 naar de gasbehandelingsinstallatie te Garijp geïnjecteerd.

Vermilion is voornemens om, na het uitvoeren van een diepboring in de bestaande put, aardgas te gaan produceren uit de put WSF-01. Deze put krijgt na de diepboring de naam WSF-01-S1. Het geproduceerde aardgas uit deze put zal worden aangesloten op de reeds aanwezige afscheidingsinstallatie. Vermilion heeft gevraagd een kwantitatieve risicoanalyse op te stellen voor de situatie waarin geproduceerd wordt uit beide putten, inclusief aanvoer van De Hoeve en reiniging van dit gas.

Indien zich tijdens de productie of onderhoud aan de putten een incident voordoet, bestaat de kans dat er gevaarlijke stoffen vrijkomen met mogelijk effecten tot buiten de inrichtingsgrens. In deze rapportage zijn deze risico's gekwantificeerd middels een kwantitatieve risicoanalyse (QRA).

Inrichtingen die een mijnbouwwerk zijn, bestemd voor de winning, opslag, bewerking of het gereedmaken voor transport van gevaarlijke stoffen, zijn aangewezen in de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi) en vallen daarmee onder de werkingssfeer van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Het Bevi legt veiligheidsnormen op aan bedrijven die een risico vormen voor personen buiten het bedrijfsterrein. Dit betekent bijvoorbeeld dat woningen op een bepaalde afstand moeten staan van een bedrijf dat werkt met gevaarlijke stoffen. In het besluit is bepaald dat het plaatsgebonden risico ter hoogte van een kwetsbaar object in principe niet groter mag zijn dan 1 op 1 miljoen (ofwel 10^{-6}) per jaar.

3 Wetgeving met betrekking tot extern risico

Op 27 oktober 2004 is het BEVI formeel van kracht worden. Gelijktijdig met het Besluit is een Ministeriële Regeling gepubliceerd met daarin opgenomen onder andere tabellen met veiligheidsafstanden, rekenvoorschriften etc. In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het BEVI met betrekking tot nieuwe ontwikkelingen.

Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- plaatsgebonden risico (PR): 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. Door middel van iso-risicocontouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt. Voorheen werd het PR ook wel individueel risico (IR) genoemd;
- groepsrisico (GR): cumulatieve kansen per jaar dat 10, 100 of 1000 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, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is. Aan de hand van de feitelijke aanwezigheid van mensen kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten FN-curve berekend waarin de kans op een aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal dodelijk getroffenen.

3.1 Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) is een maat voor het overlijdensrisico op een bepaalde plaats. Het is hierbij niet van belang of er op deze plaats daadwerkelijk een persoon aanwezig is. Bij het PR gaat het om de kans per jaar dat een gemiddelde persoon op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting komt te overlijden als gevolg van een incident met gevaarlijke stoffen in deze inrichting, ervan uitgaande dat deze persoon onbeschermd en permanent op deze plaats aanwezig is.

Bij het beoordelen van het PR wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Onder de kwetsbare objecten vallen in eerste instantie objecten waar mensen doorgaans dag en nacht verblijven. Daarnaast verdienen kinderen, ouderen en (psychisch) zieken vanwege hun fysieke of psychische gesteldheid een bijzondere bescherming. Dit maakt scholen, bejaardenhuizen en ziekenhuizen dus ook tot kwetsbare objecten. Daarnaast kunnen objecten vanwege de hoge infrastructurele waarde onder de kwetsbare objecten vallen. Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld telecommunicatiecentrales. In meer algemene zin is het onderscheid tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gebaseerd op het aantal en de verblijftijd van groepen mensen en de aanwezigheid van adequate vluchtwegen.

Voor (geprojecteerd¹) kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten gelden de volgende grenswaarden:

(geprojecteerd) kwetsbare objecten:

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

(geprojecteerd) beperkt kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: in beginsel niet toegestaan.

¹ Geprojecteerde objecten zijn objecten die gepland zijn geplaatst te worden.

3.2 Groepsrisico (GR)

Het Groepsrisico kent geen strikte normering. Er geldt wel een oriëntatiewaarde, die recht doet aan de risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

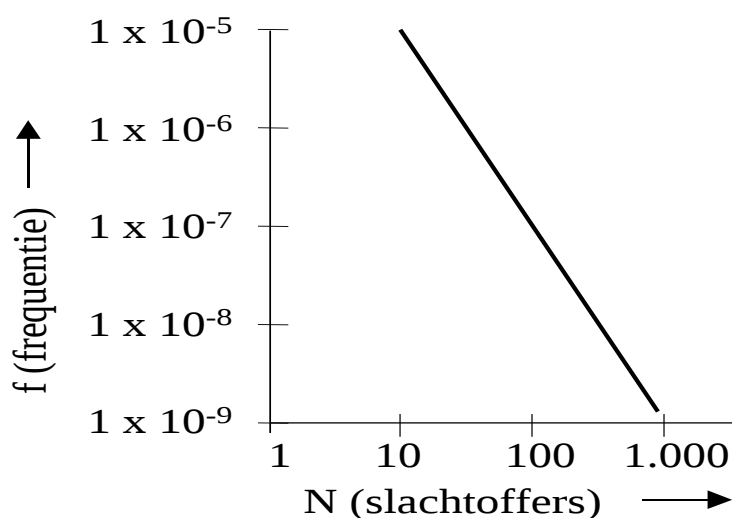
De oriëntatiewaarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- de bevolkingsdichtheid in het invloedsgebied van de inrichting (begrensd door 1% letaliteit) wordt beoordeeld en hoe deze eventueel wijzigt;
- mogelijke maatregelen van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van omwonenden en beheersbaarheid bij een eventuele calamiteit.

Dit is de zogenaamde verantwoordingsplicht van het groepsrisico.

Een vergunning kan dus worden verleend als de oriëntatiewaarde wordt overschreden. Wel moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht. Bij overschrijding van de oriëntatiewaarde zal de weging van de andere verantwoordingsaspecten zwaarder zijn.

In onderstaande figuur is de oriëntatiewaarde weergegeven.



Figuur 1. Oriëntatiewaarde voor het groepsrisico volgens het BEVI

4 Beschrijving

4.1 Locatie

De locatie Weststellingwerf 1 is gelegen aan de Schapendrift, op ongeveer 1 km van Noordwolde.

4.2 Proces

Op de locatie Weststellingwerf 1 zal door Vermilion ruw aardgas worden geproduceerd vanuit 2 putten, namelijk de put Noordwolde-1 (NWD-01) en Weststellingwerf-1 (WSF-01-S1).

In 2014 is Vermilion gestart met de productie van gas op de locatie De Hoeve (-1) uit het Zechstein-voorkomen. Voor het evacueren van dit gas is een transportleiding gelegd vanaf de locatie De Hoeve-1 naar de locatie Weststellingwerf 1. Dit gas bevat een geringe hoeveelheid H₂S ("zuur gas"). Het op de locatie De Hoeve geproduceerde gas wordt getransporteerd naar de locatie Weststellingwerf 1. Op de locatie Weststellingwerf 1 wordt het vanaf De Hoeve aangevoerde gas met aardgascondensaat samengevoegd met het natte gas dat door de putten NWD-01 en WSF-01-S1 wordt geproduceerd en vervolgens door de daar aanwezige afscheidingsinstallatie geleid. Naar verwachting bevat het gas uit WSF-01-S1 ook een geringe hoeveelheid H₂S van circa of 1500 ppm. Dit is dezelfde ordegrootte als de gasstroom van De Hoeve. Met behulp hiervan wordt het gas gescheiden van de vloeistof (productiewater en aardgascondensaat). Het gas wordt vervolgens ontdaan van het aanwezige H₂S en de afgescheiden vloeistof wordt op Weststellingwerf 1 gescheiden in de twee bestanddelen (productiewater en aardgascondensaat) door middel van de aanwezige coalescer. Het afgescheiden productiewater wordt met trucks afgevoerd naar een erkende verwerker en het afgescheiden condensaat wordt in de gastransportleiding vanaf Weststellingwerf 1 naar de gasbehandelingsinstallatie te Garijp geïnjecteerd.

Onderstaande procesgegevens van de producerende putten zijn gebruikt voor de modellering van de scenario's in de risicoanalyse:

Tabel 1: Procesgegevens gasproductieputten

Put	CITHP ² (barg)	Blow-out potential (kNm ³ /d)	Diameter Tubing (inch)	Flowing Tubing Head Pressure (barg)
NWD-01	100	50	~ 3 inch	80
WSF-01-S1	220	1100	~ 4,5 inch	200

NB: De ingesloten putdruk (CITHP) en de druk in de put tijdens productie (FTBHP) zijn voor de put NWD-01 overgenomen uit de eerdere risicoanalyse. In werkelijkheid zullen deze drukken lager zijn, deze waarden zijn dus conservatief. Voor de put WSF-01 (S1) is uitgegaan van de maximale drukken na aanboren van het gasvoorkomen. Deze drukken zullen over de tijd teruglopen en zijn dus ook conservatief gekozen.

Het geproduceerde aardgas loopt via 3 inch flowleidingen naar de fasescheider DS-101. In deze risicoanalyse is uitgegaan dat de werkdruk gelijk is aan de maximale ontwerpdruk van de installaties van 89 bar. Van de fasescheider gaat het gas via een 4 inch leiding naar de adsorbers (DS-103A/B) en de coalescer DS-102. Het gereinigde gas wordt uiteindelijk via een 6 inch transportleiding via het Mildam 'knooppunt' naar het GTC getransporteerd.

² Closed in tubing head pressure, de druk van de put, wanneer deze is ingesloten.

5 Modelling van scenario's

De potentiële effecten van de gevaren ten gevolge van activiteiten op de locatie worden bepaald door allereerst mogelijke 'loss of containment' (LOC) scenario's vast te stellen. Deze scenario's geven de meest realistische situaties van ontsnapping en ontsteking van aardgas vanuit de installaties op de locatie weer. De QRA is uitgevoerd conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB) [1]. Conform de HRB is de QRA uitgevoerd met behulp van het rekenmodel Safeti^{NL} [2].

Er is geen subselectie uitgevoerd gezien het relatief kleine aantal installatiedelen. Wel zijn (in overeenstemming met de HRB) een aantal systemen buiten beschouwing gelaten.

5.1 Putten NWD-01 en WSF-01-S1

Loss of containment van een put resulteert in een "blow-out". Blow-out is het ongecontroleerd (falen van alle barrières) vrijkomen van gas vanuit het gas reservoir (objective). Het potentieel van een blow-out is afhankelijk van de reservoirkarakteristieken, de putdruk en de diameter van de tubing / casing.

Blow-out (en well release) van een put heeft de meeste kans van optreden tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de put. De frequenties, gebaseerd op de kans van falen tijdens productie en onderhoudswerkzaamheden, zijn weergegeven in onderstaande tabel. De faalfrequenties zijn overgenomen uit tabellen 73 en 74 van de HRB.

Tabel 2: Blow-out frequentie gasputten tijdens productie

Activiteit	Blow-out verticaal	Leakage		Activiteit frequentie (per jaar)	Blow-out verticaal (per jaar)	Lek frequentie (per jaar)	
		Verticaal	Horizontaal			Verticaal	Horizontaal
Productie (per put per jaar)	$3,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-5}$	$9,4 \times 10^{-6}$	continu	$3,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-5}$	$9,4 \times 10^{-6}$
Wireline (per activiteit)	$8,9 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-6}$	2x per jaar	$1,8 \times 10^{-5}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-6}$
Coiled tubing (per activiteit)	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-5}$	1x per 3 jaar	$6,3 \times 10^{-5}$	$3,7 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$
Work-over tubing (per activiteit)	$2,4 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-4}$	$6,4 \times 10^{-5}$	1x per 10 jaar	$2,4 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-5}$	$6,4 \times 10^{-6}$
Work-over casing (per activiteit)	$6,1 \times 10^{-5}$				$6,1 \times 10^{-6}$		
Snubbing (per activiteit)	$4,2 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$7,6 \times 10^{-5}$	Komt niet voor	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal					$1,44 \times 10^{-4}$	$1,44 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-5}$

Blow-out tijdens productie kan plaats vinden via de tubing van de put. Deze tubing blow-out wordt gemodelleerd met het 'long pipeline' model op basis van de diepte van de put, de diameter van de tubing en druk in de put (flowing bottom hole pressure of FBHP is tijdens productie voor put NWD-01 80 bar, voor WSF-01-S1 is dit 200 bar). In het model wordt rekening gehouden met de initiële tijdsafhankelijke uitstroom, die substantieel hoger is dan het "blow-out potential" van de put. De normale productie is als 'pumped inflow' meegenomen in het model.

De aanvoer van het upstream gas is gemodelleerd met het 'long pipeline' model op basis van de tubing van de put. Downstream uitstroming is gemodelleerd met hetzelfde model op basis van de eigenschappen exportleiding en de andere producerende put. De gemodelleerde leiding heeft een equivalente diameter van 6,7" en een (standaard) lengte van 32 km en een relatieve uitstroom opening van 0,2 (op basis van de 3 inch flowleiding). Conform de methodiek dient de uitstroming voor het productie-scenario van beide zijden te worden opgeteld en te worden gemodelleerd als één scenario. De som van deze debieten wordt voor de put NWD-01 berekend door de relatieve uitstroomopening van de exportleiding te vergroten tot 0,35. Omdat deze uitstroming verticaal is en de LEL concentratie op 1 meter hoogte niet buiten de inrichting komt, is er geen kans op vertraagde ontsteking. De scenario's met vertraagde ontsteking zijn voor verticale uitstromingen daarom niet in de QRA opgenomen. De som van de up- en downstreamdebieten voor de putten WSF-01-S1 wordt berekend bij 7,6 inch, een relatieve uitstroomopening van 1.

Blow-out tijdens work over activiteiten zal plaatsvinden via de tubing (80%) of de casing (20%). Beide scenario's zijn gemodelleerd met het long pipeline model in Safeti^{NL}. Voor de casing blow-out is een diameter van 7 inch gehanteerd. Deze blow-out is gemodelleerd bij ingesloten putdruk (CITHP).

Alle lekscenario's worden berekend op basis van een gatdiameter ter grootte van 10% van de tubing diameter en de maximale druk in de put (CITHP).

5.2 Flowleidingen

Het geproduceerde gas uit de putten NWD-01 en WSF-01-S1 loopt via de flowlines naar de gas/vloeistof afscheider DS-101, bij een druk tot 89 bar(g), dit is de ontwerpdruk van de installaties.

Voor bovengrondse pijpleidingen (75 tot 150 mm diameter) zijn de volgende LOC scenario's en bijbehorende faalfrequenties vastgesteld in de HRB:

Tabel 3: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor leidingen $75 < D < 150$

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ meter / jaar)
FL1	Breuk van de leiding	3×10^{-7}
FL2	Continue uitstroming vanuit een gat in de leiding met een diameter van 10% van de leidingdiameter (maximum 50 mm)	2×10^{-6}

Conform de vereenvoudigde modellering uit de rekenmethodiek wordt de inrichting gezien als een 'black box'. Volgens deze vereenvoudigde modellering wordt bij een breuk van een leiding of een procesinstallatie de upstream uitstroming bepaald door de weerstand in de putten. De upstream uitstroming is gemodelleerd met het longpipeline model met een equivalente diameter van de putten en de 4 inch leiding van De Hoeve (6,1 inch) en een relative aperture (uitstroomopening) van op basis van de 3 inch flowleiding bij een druk van 200 barg (gebaseerd op de producerende put WSF-01-S1). Omdat de berekende uitstroomopening hiermee kleiner wordt dan 20% is conform de HRB de leidingdiameter verkleind naar 6,7 inch met een minimale uitstroomopening van 20% (3 inch).

Downstream uitstroming is gemodelleerd met het long pipeline model met een (standaard) lengte van 32 kilometer bij een druk van 89 barg en een diameter van 6 inch met een relatieve uitstroomopening van 0,25 (3 inch).

De up- en downstream scenario's zijn voor dit scenario niet opgeteld maar als afzonderlijke fakkelbranden gemodelleerd. Conform de rekenmethodiek [1] is er in de scenario's onderscheid gemaakt in vroege en late fakkelbranden.

5.3 Gas/vloeistof fasescheider DS-101 en Coalescer DS-102

Voor scheiders met complexe internals zijn de volgende LOC scenario's en frequenties vastgesteld in tabel 80 van de HRB:

Tabel 4: LOC scenario's en frequenties fasescheiders met complexe internals

Scenario	Omschrijving	Frequentie (/ jaar)
FS1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat	5×10^{-6}
FS2	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat in 10 minuten	5×10^{-6}
FS3	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat door een gat met een diameter van 10 mm.	1×10^{-4}

De scenario's van voor het instantaan falen (FS1) zijn op vrijwel identieke wijze gemodelleerd als de scenario's van voor het breken van de flowleiding (FL1). De leiding van de scheiders naar de adsorbers heeft een diameter van 4 inch, de relatieve uitstroomopening downstream is daarom groter (0,44).

Voor het scenario FS2 is het uitstroomdebiet bepaald op basis van het leegstromen van het vat ($1,5 \text{ m}^3$) in 10 minuten bij de werkdruk van circa 89 bar(g).

5.4 H₂S verwijderingsinstallatie

De H₂S verwijderingsinstallatie bestaat uit 2 verticale H₂S Adsorbers (DS-103A en DS-103B) die parallel worden geschakeld. Elke Adsorber bevat 75 m^3 adsorptiemateriaal (Sulfatreat) en zijn verder tijdens normale productie gevuld met gas ($48,4 \text{ m}^3$) op een druk tot 89 barg. Voor gaswassers (inclusief adsorbers) zijn de volgende LOC scenario's en frequenties vastgesteld in tabel 83 van de HRB:

Tabel 5: LOC scenario's en frequenties gaswassers/adsorbers

Scenario	Omschrijving	Frequentie (/ jaar)
FS1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat	5×10^{-6}
FS2	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat in 10 minuten	5×10^{-6}
FS3	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat door een gat met een diameter van 10 mm.	1×10^{-4}

De scenario's van voor het instantaan falen (FS1) zijn op vrijwel identieke wijze gemodelleerd als de scenario's van voor het breken van de flowleiding (FL1). De leiding naar de adsorbers heeft een diameter van 4 inch, de relatieve uitstroomopening downstream is daarom groter (0,44).

Voor het scenario FS2 is het uitstroomdebiet bepaald op basis van het leegstromen van het vat ($48,4 \text{ m}^3$) in 10 minuten bij de werkdruk van circa 89 bar(g). Voor het lekscenario wordt verondersteld dat lekkage resulteert in de uitstroming van gas.

5.5 Exportleiding

Het geproduceerde gas uit de gas/vloeistof afscheider en de compressor verlaat via een 4 inch leiding de inrichting. Het leidingdeel binnen de inrichting ligt deels bovengronds. Deze leiding is beschouwd als een bovengrondse transportleiding (hogedruk gastransportleiding), hiervoor zijn de volgende scenario's gebruikt, zoals geformuleerd in de HRB (tabel 78):

Tabel 6: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor hogedruk aardgastransportleidingen

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

* Lek van de leiding en lek van de flens mogen met één (gezaamenlijk) scenario worden ingevoerd in de risicoberekening. Dit wordt dan ingevoerd als een route. De contributie van de flenzen wordt in dat geval gelijkmatig verdeeld over de leiding. In de modellering is conservatief uitgegaan van 1 flens per meter.

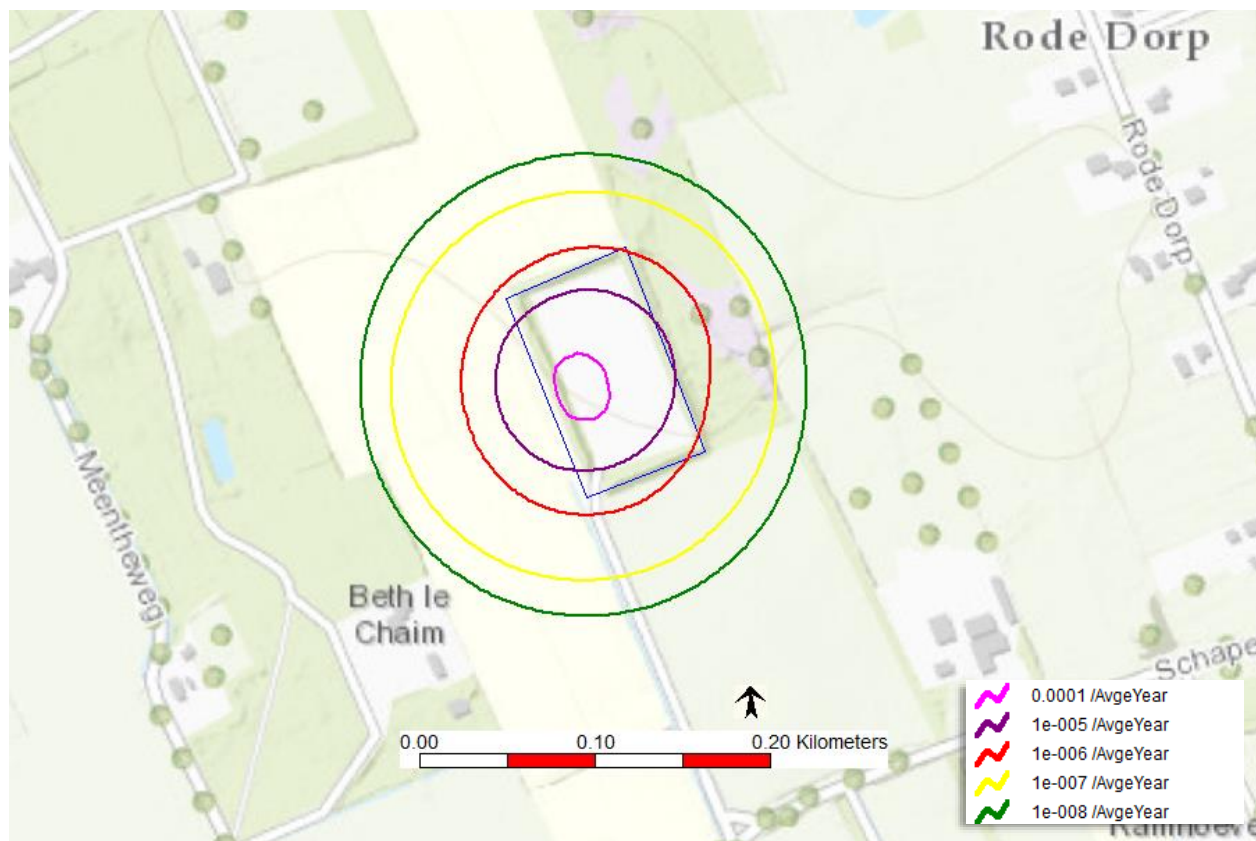
Voor hogedruk aardgastransportleidingen dient te worden beoordeeld of deze kan falen door aanstralen als gevolg van flenslekken (zogenaamd 'domino effect'). Het aantal flensen in de directe omgeving van de exportleiding is beperkt, domino effecten op deze leiding zijn om deze reden niet meegenomen.

Upstream kan de uitstroming niet groter worden dan de 3 inch leiding kan aanleveren. Deze uitstroming is daarom op gelijke wijze gemodelleerd als de flowleiding. De downstream uitstroming is gemodelleerd met het long pipeline model met een (standaard) lengte van 32 kilometer bij een druk van 89 barg en een diameter van 6 inch met een relatieve uitstroomopening van 1 (6 inch). De leiding is geheel bovengronds gemodelleerd.

6 Resultaten

6.1 Plaatsgebonden risico (PR)

In onderstaande figuur zijn de plaatsgebonden risicocontouren weergegeven van de aardgasproductie uit de putten NWD-01 en WSF-01-S1.



Figuur 2. Plaatsgebonden risicocontouren mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1

Hieruit blijkt dat de plaatsgebonden risico 10^{-6} /jaar contour tot maximaal 50 meter over de inrichtingsgrens ligt. De bijdrage van de scenario's op het berekende risico ter hoogte van de PR 10^{-6} /jaar contour is bepaald door in Safeti-NL Risk Ranking Points te plaatsen. De ligging van de berekende 10^{-6} /jaar contour wordt aan de noordzijde vooral bepaald door kans op een breuk van de flowleiding (47%) en casing blow-out gedurende work-overs (22,5%). Aan de zuidzijde wordt het risico ter hoogte van de PR 10^{-6} /jaar contour vooral bepaald (59,7%) door catastrofaal falen van de adsorbers. Binnen deze contour bevindt zich slechts grasland. Binnen plaatsgebonden risico 10^{-6} /jaar contour bevinden zich geen (geprojecteerde) kwetsbare en/of beperkt kwetsbare objecten.

De volledige bijdrage voor beide Risk Ranking Points is weergegeven in onderstaande tabel.

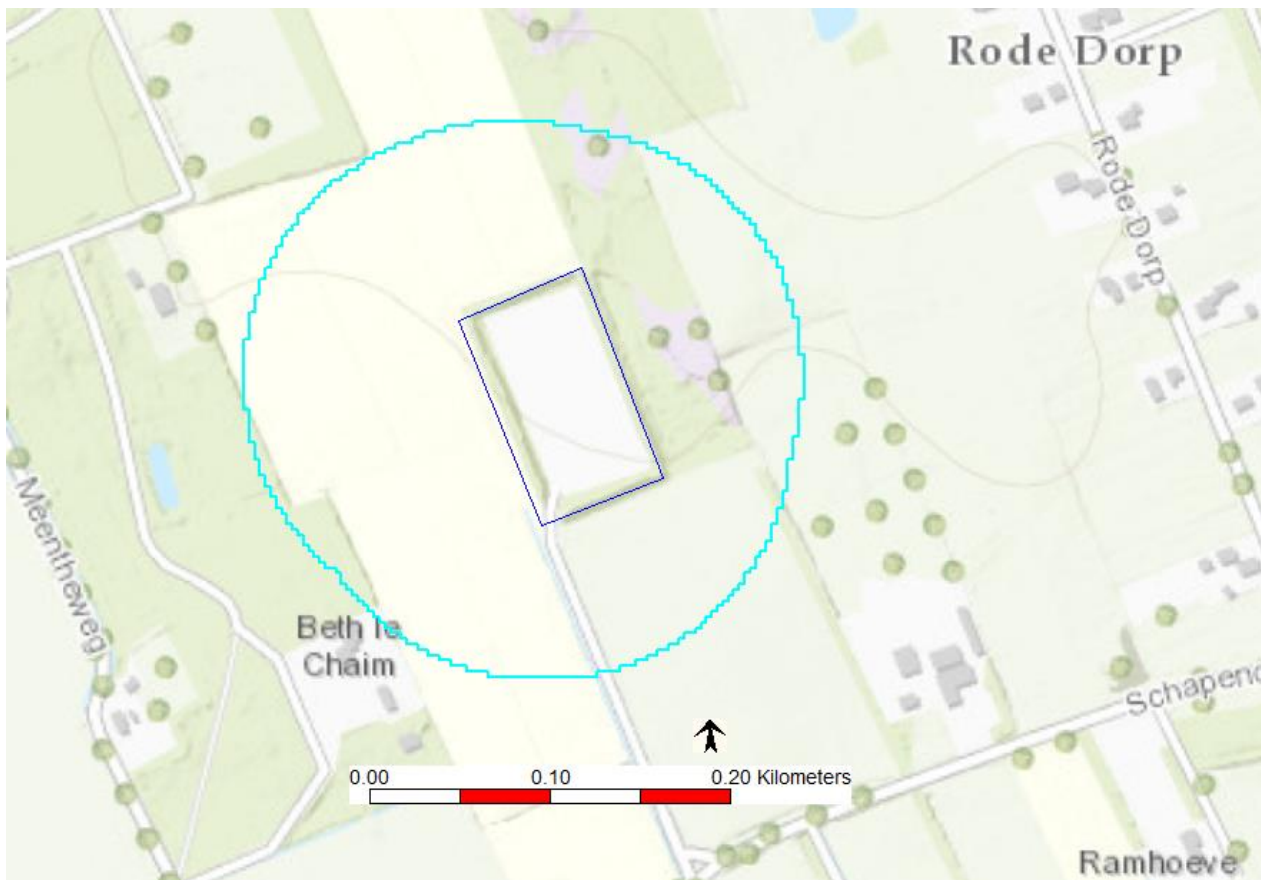
Tabel 7: Risk Ranking Points

Risk Ranking Point	naam scenario	Bijdrage (%)
noord	FL1D vertraagd	27.5
	BO WSF-01 S1 WO Casing	22.5
	FL1D direct	9.8
	FL1 U direct	9.6
	FS1U DS-101 direct	4.6
	FS1U DS-102 direct	4.4
	FS1U DS-103A direct	4.1
	FS1U DS-103B direct	3.8
	FS1D DS-101 direct	2.5
	FS1D DS-102 direct	1.8
zuid	FS1D DS-103B vertraagd	30.0
	FL1 U direct	11.1
	FS1U DS-103B direct	7.1
	FS1U DS-103A direct	6.7
	FS1U DS-102 direct	6.5
	FS1U DS-101 direct	6.2
	FS1D DS-103A vertraagd	6.1
	FS1D DS-103B direct	5.2
	FS1D DS-103A direct	4.5
	FL1D direct	4.1
	FS1D DS-102 direct	4.0

6.2 Groeprisico (GR)

Het GR geeft de kans op het aantal mogelijke slachtoffers ten gevolge van een incident op de gasproductielocatie. Dit wordt weergegeven in een grafiek waarin het aantal potentiële slachtoffers wordt uitgezet tegen de kans per jaar. In deze grafiek is ook de, in hoofdstuk 3 toegelichte, oriëntatiewaarde weergegeven.

Het GR wordt bepaald op basis van het eerder berekende plaatsgebonden risico (PR) en de aanwezigheid van mensen binnen het invloedsgebied. Het invloedsgebied is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3. Invloedsgebied mijnbouwlocatie Weststellingwerf 1

Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen objecten waar structureel personen aanwezig zijn. Er kan dus geen groepsrisico worden berekend.

7 Conclusies

Uit de berekening van het Plaatsgebonden Risico per jaar (PR) blijkt dat de 10^{-6} /jaar-contour tot 50 meter over de inrichtingsgrens reikt, hierbinnen bevinden zich geen (geprojecteerde) kwetsbare en/of beperkt kwetsbare objecten.

De 1% letaliteitsafstand ofwel het invloedsgebied ligt maximaal 130 meter buiten de inrichtingsgrens. Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen objecten waar structureel personen aanwezig zijn. Er kan dus geen groepsrisico worden berekend. Voor de productielocatie kan geen aantoonbaar groepsrisico berekend worden.

Geconcludeerd wordt dat voldaan aan de volgende waarden uit het BEVI:

- Grenswaarde PR voor kwetsbare objecten;
- Richtwaarde PR voor beperkt kwetsbare objecten;
- Oriëntatie waarde voor het GR.

8 Referenties

- [1] RIVM, Handleiding Risioberekeningen Bevi, versie 3.3, 01-07-2015
- [2] Det Norske Veritas, SafetiNL, versie 6.54



With its headquarters in Amersfoort, The Netherlands, Royal HaskoningDHV is an independent, international project management, engineering and consultancy service provider. Ranking globally in the top 10 of independently owned, nonlisted companies and top 40 overall, the Company's 6,000 staff provide services across the world from more than 100 offices in over 35 countries.

Our connections

Innovation is a collaborative process, which is why Royal HaskoningDHV works in association with clients, project partners, universities, government agencies, NGOs and many other organisations to develop and introduce new ways of living and working to enhance society together, now and in the future.

Memberships

Royal HaskoningDHV is a member of the recognised engineering and environmental bodies in those countries where it has a permanent office base.

All Royal HaskoningDHV consultants, architects and engineers are members of their individual branch organisations in their various countries.

Integrity

Royal HaskoningDHV is the first and only engineering consultancy with ETHIC Intelligence anti-corruption certificate since 2010.



royalhaskoningdhv.com

