

Kwantitatieve Risicoanalyse

Productielocatie Vinkega

QRA

Vermillion Oil & Gas Netherlands BV

Maart 2010
definitief

Kwantitatieve Risicoanalyse

Productielocatie Vinkega

QRA

dossier : C9816-01.001

registratienummer : MD-MV20100194

versie : definitief

Vermillion Oil & Gas Netherlands BV

Maart 2010

definitief

INHOUD**BLAD**

1	SAMENVATTING	2
2	INLEIDING	3
3	WETGEVING MET BETREKKING TOT EXTERN RISICO	4
3.1	Plaatsgebonden risico (PR)	4
3.2	Groepsrisico (GR)	5
4	INSTALLATIEBESCHRIJVING	6
4.1	Locatie	6
4.2	Procesbeschrijving	6
4.3	Procesgegevens	7
5	MODELLERING VAN SCENARIO'S	8
5.1	Gasput	8
5.2	Gas heater E-101	10
5.3	Flowline	10
5.4	Afscheiders	11
5.5	Exportleiding	14
5.6	Atmosferische tanks	15
6	RESULTATEN EN CONCLUSIES	17
6.1	Plaatsgebonden Risico (PR)	17
6.2	Groeprisico (GR)	19
7	EINDCONCLUSIE	19
8	REFERENTIES	20
9	COLOFON	21

1 SAMENVATTING

In 2009 is op de locatie Vinkega-1 winbaar aardgas aangetoond in 2 voorkomens, namelijk in de Vlieland zandformatie en in de Rotliegend formatie. De productie zal circa 450.000 Nm³/dag gaan bedragen. Het aangeboorde gas zal gereed worden gemaakt voor transport naar het gasbehandelingscentrum Garijp.

Als onderdeel van de Wm-vergunningaanvraag is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De inrichting valt niet onder het BEVI. Desondanks is, om een goed beeld te krijgen van het externe risico van de gasproductielocatie, besloten toch een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren en dit een onderdeel te laten vormen van de aanvraag om vergunning krachtens de Wet milieubeheer en van het WRO-traject.

De QRA geeft een analyse van het externe risico ten gevolge van de gas productie activiteiten op de locatie Vinkega-1. Het externe risico is bepaald op basis van de druk in de Rotliegend formatie. Deze druk is hoger dan de druk in de Vlieland formatie. De QRA geeft dus de worst case situatie weer. De bepalende parameter voor het Plaatsgebonden Risico (PR), de 10⁻⁶ iso-risicocontour, ligt maximaal ca. 110 meter (aan de zuidoost zijde) over inrichtingsgrens van de locatie Vinkega. Binnen de 10⁻⁶ iso-risicocontour liggen geen (beperkt) kwetsbare objecten.

Binnen het invloedsgebied van de locatie liggen geen (beperkt) kwetsbare objecten. Hierdoor is het niet mogelijk het GroepsRisico (GR) te berekenen.

Er wordt voldaan aan de voorwaarden gesteld in het BEVI.

2 INLEIDING

In 2009 is op de locatie Vinkega-1 winbaar aardgas aangetoond in 2 voorkomens, namelijk in de Vlieland zandformatie en in de Rotliegend formatie. De productie zal circa 450.000 Nm³/dag gaan bedragen. Het aangeboorde gas zal gereed worden gemaakt voor transport naar gasbehandelingscentrum Garijp.

Als onderdeel van de Wm-vergunningaanvraag is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De QRA geeft een analyse van het extern risico ten gevolge van de gas productie activiteiten op de locatie Vinkega-1. Het externe risico is bepaald op basis van de druk in de Rotliegend formatie. Deze druk is hoger dan de druk in de Vlieland formatie. De QRA geeft dus de worst case situatie weer.

Het externe risico wordt beoordeeld op twee parameters. Deze zijn het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het 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. Het GR geeft de cumulatieve kansen per jaar dat 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van de productielocatie.

Meer gedetailleerde informatie over de Nederlandse wetgeving met betrekking tot extern risico is opgenomen in hoofdstuk 3.

Om een overzicht te geven van de activiteiten en potentiële gevaren van de gasproductielocatie Vinkega-1 is in hoofdstuk 4 een beschrijving opgenomen van de installatie, activiteiten en gevaarlijke stoffen.

De methodologie voor de QRA is vastgelegd in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI, uitgegeven door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) [ref 1]. Niet alle gevaarlijke situaties die voor kunnen komen op de locatie zijn beschreven in de Handleiding. Voor deze situaties zijn de wijze van modellering en frequenties van optreden afgeleid uit risico analyses opgesteld voor de Olie en Gas industrie. Details over effect modellering en risicoberekeningen zijn beschreven in hoofdstuk 5.

De effectmodellering en risicoberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het software pakket Safeti^{NL}, ontwikkelt door DNV [ref 2]. Het gebruik van dit software pakket wordt voorgeschreven door de Nederlandse overheid voor het uitvoeren van risicoberekeningen.

Resultaten en conclusies volgend uit de risicoberekeningen zijn opgenomen in hoofdstuk 6. Deze resultaten zijn de PR contouren en een overzicht van de scenario's welke de grootste bijdrage leveren aan het extern risico. Vervolgens zijn de berekende risico's beoordeeld tegen de geldende normen van het BEVI, beschreven in hoofdstuk 3.

3 WETGEVING MET BETREKKING TOT EXTERN RISICO

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) formeel van kracht worden. Gelijktijdig met het Besluit is een Ministeriele 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.

De inrichting valt niet onder het BEVI. Desondanks is, om een goed beeld te krijgen van het externe risico van de gasproductielocatie, besloten toch een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren en dit een onderdeel te laten vormen van de aanvraag om vergunning krachtens de Wet milieubeheer en van het WRO-traject.

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 getroffen.

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 de 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, hierbij moet gedacht worden aan. 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:

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

(Geprojecteerd) kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-5} per jaar: niet toegestaan
- PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: niet toegestaan
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan

(Geprojecteerd) beperkt kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-5} per jaar: in beginsel niet toegestaan
- PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: in beginsel niet toegestaan
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: toegestaan

3.2 Groepsrisico (GR)

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

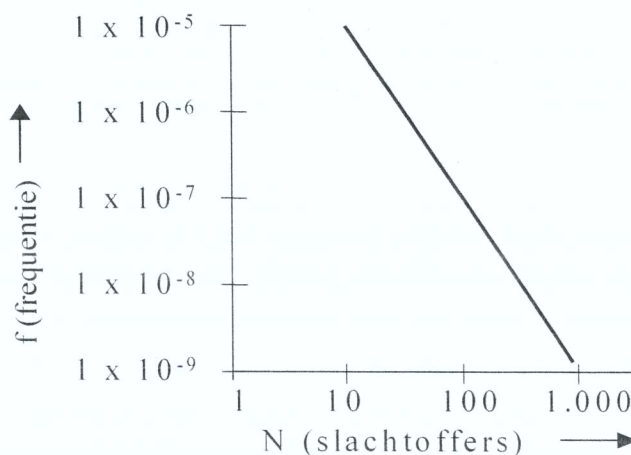
De oriënterende waarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- De bevolkingsdichtheid in het invloedsgebied van de inrichting (begrensd door 1% letaliteit) wordt beoordeeld en hoe deze eventueel wijzigt in de toekomst;
- 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 zgn. verantwoordingsplicht van het groepsrisico.

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

In het onderstaande figuur is de oriënterende waarde weergegeven.



Figuur 1: Oriënterende waarde voor het groepsrisico volgens BEVI.

4 INSTALLATIEBESCHRIJVING

4.1 Locatie

De locatie Vinkega-1 is gelegen aan de Westvierdeparten te Vinkega. De locatie ligt in een agrarisch gebied. De dichtstbijzijnde woning ligt op een afstand van circa 339 meter vanaf het hart van de locatie.

4.2 Procesbeschrijving

De productielocatie Vinkega is een normaal onbemande installatie. Alleen gedurende activiteiten op de locatie zal personeel aanwezig zijn. Deze activiteiten zijn (koud) opstarten van de putten, het uit bedrijf nemen van de installatie en werkzaamheden aan de putten zoals "wire lining".

De systemen op de locatie worden op afstand gecontroleerd en bestuurd vanaf de controlekamer op het gasbehandelingscentrum Harlingen. De locatie is voorzien van een onafhankelijk "Emergency Shutdown Systeem" (ESD), wat geheel autonoom de beveiliging van het proces waarborgt.

Op de locatie is in de te vergunnen situatie één put actief, Vinkega-1 (VKG-001), waaruit ruw aardgas wordt geproduceerd. Het ruwe aardgas bevat formatiewater en aardgascondensaat. Het formatiewater en het condensaat worden uit het ruwe aardgas verwijderd via een gas-vloeistofafscheider en vervolgens wordt het gas getransporteerd naar de aardgasbehandelingsinstallatie in Garijp, alwaar het geschikt wordt gemaakt voor levering aan het aardgasnet. Het formatiewater en het condensaat worden vervolgens gescheiden met behulp van een water-condensaatafscheider. Het afgescheiden formatiewater wordt opgeslagen in bovengrondse horizontale tanks en met tankwagens afgevoerd; het condensaat wordt geïnjecteerd in de aardgastransportleiding naar Garijp.

Bij hoge put drukken en lage debieten wordt het gewonnen gas verwarmd met behulp van een gasgestookte verwarmder alvorens het door de gas-vloeistofafscheider wordt gevoerd om de goede werking van de gas-vloeistofafscheider en de daarna geschakelde water-condensaatafscheider te waarborgen. Het gas dat gebruikt wordt voor deze verwarmder wordt onttrokken uit de aardgastransportleiding.

Om corrosie te voorkomen wordt in de aardgastransportleiding een corrosieremmer / corrosie-inhibitor (Corrtreat 7293) geïnjecteerd.

Bij het opstarten van de productie en bij lage debieten wordt di-ethyleen-glycol (DEG) en de elders hieraan toegevoegde pH-stabilisator methyl-di-ethanol-amine (MDEA) geïnjecteerd in de productieput om hydraatvorming te voorkomen.

4.3 Procesgegevens

De volgende procesgegevens zijn aangeleverd door VOGN en gebruikt als basis voor de effectberekeningen.

4.3.1 Putten

Put	Reservoir druk (bara)	CITHP ¹ (bara)	FTHP ² (bara)	Surface AOF ³ (kNm ³ /d)	Condensaat productie (m ³ /d)	Waterproductie (m ³ /d)
VKG-001 Vlieland	206	180	80	1000	100	100
VKG-001 Rotliegend	228	210	150	1000	10	100

Tabel 4-1: Procesgegevens gasproductieputten

¹ Closed-in tubing head pressure, de druk van de put, wanneer deze is ingesloten

² Flowing tubing head pressure: de druk van put tijdens productie

³ Maximale uitstroming uit de put (blow-out potential)

4.3.2 Afscheiders

	Operationele druk (bara)	Operationele temperatuur (°C)	Inhoud (m ³)	Gas/vloeistof verhouding (%)
DS-101	55	10	3,4	50/50
DS-102	55	10	3,4	50/50

Tabel 4-2: Procesgegevens Afscheiders

4.3.3 Atmosferische tanks

Tanknr.	Stof	Inhoud (m ³)
TA-017A	formatiewater	40
TA-107B	formatiewater	40
DA-401	DEG + MDEA	6
-	Corrtreat (corrosie-inhibitie)	1

Tabel 4-3: Atmosferische tanks

5 MODELLERING VAN SCENARIO'S

De potentiële effecten van de gevaren ten gevolge van de gasproductieactiviteiten op de locatie Vinkega 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 scenario's en frequenties van optreden zijn grotendeels gebaseerd op de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref 1]. Voor scenario's niet beschreven in het Handboek (bijvoorbeeld blow-out) zijn de frequenties gebaseerd op handboeken met specifieke data uit de olie- en gasindustrie (bijvoorbeeld OREDA [ref 3] en Scandpower [ref 5]).

Er is geen subselectie uitgevoerd gezien het relatief kleine aantal installatiedelen. De volgende installatieonderdelen worden uitgewerkt in dit hoofdstuk:

1. Gasput
2. Gas heater (E-101)
3. Flowline
4. Gas/vloeistof afscheider (DS-101)
5. Water/condensaat afscheider (DS-102)
6. Export leiding
7. Formatiewateropslag (TA-107A/B)
8. Corrosie-inhibitor opslag en injectie
9. DEG opslag en injectie (DA-401 en GX-401)

5.1 Gasput

In de productiefase is er één put in productie op de locatie, VKG-001. Via deze put kunnen twee gasreservoirs geproduceerd worden, in het Vlieland en in het Rotliegend. Het externe risico is bepaald op basis van de druk van het Rotliegend reservoir. Dit is een worst-case benadering.

Loss of containment van een gasput 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. De blow-out potentiëlen voor de putten op de productielocatie zijn aangeleverd door VOGN.

Blow-out (en well release) van een put heeft de meeste kans van optreden tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de put. De frequentie van blow-out van een put is gebaseerd op de kans van falen tijdens de werkzaamheden, gegeven in onderstaande tabel. De faalfrequenties zijn overgenomen uit het rapport van Scandpower [ref 5]. De frequentie van activiteiten is aangeleverd door VOGN [ref 6].

Activiteit	Blow-out frequentie	Activiteit frequentie (per jaar)	Tubing Blow-out frequentie (per jaar)	Casing Blow-out frequentie (per jaar)
Productie	$2,3 \times 10^{-5}$ (per put per jaar)	continu	$2,3 \times 10^{-5}$	nvt

Activiteit	Blow-out frequentie	Activiteit frequentie (per jaar)	Tubing Blow-out frequentie (per jaar)	Casing Blow-out frequentie (per jaar)
Wireline	$1,9 \times 10^{-5}$ (per activiteit)	1x per jaar	$2,9 \times 10^{-5}$	nvt
Coiled tubing	$7,6 \times 10^{-4}$ (per activiteit)	1x per 5 jaar	$9,6 \times 10^{-5}$	nvt
Snubbing	$3,3 \times 10^{-4}$ (per activiteit)	Komt niet voor	nvt	nvt
Work over	$2,2 \times 10^{-3}$ (per activiteit)	1x per 30 jaar	nvt	$3,3 \times 10^{-5}$
Totaal			$1,5 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-5}$

Tabel 5-1: Blow-out frequentie gasputten opgesplitst per activiteit

Wanneer gedurende productie, coiled tubing of wirelining activiteiten "loss of containment" optreedt zal blow-out via de tubing optreden. De druk waarbij het gas vrijkomt is de "Flowing tubing head pressure".

Wanneer blow-out optreedt tijdens work over of snubbing activiteiten zal het gas vrijkomen via de "well casing" met een druk gelijk aan de druk in het reservoir. Dit is een worst-case benadering, de druk bij uitstroming zal lager liggen dan de reservoirdruk.

Afhankelijk van de plaats waar het gas vrij komt kan bij tubing blow-out het gas verticaal of horizontaal vrijkomen. In de meeste gevallen (90%) zal dit verticaal zijn, in 10% van de gevallen horizontaal. Casing blow-out geeft in alle gevallen verticale uitstroming. Daarnaast geldt voor blow-out dat er een catastrofale blow-out (uitstroming uit maximaal breuk oppervlak) en blow-out uit een lek kan optreden. Voor blow-out is een verdeling van 75% lekkage en 25% catastrofaal falen aangehouden. In onderstaande tabel staan de frequenties voor de resulterende scenario's weergegeven.

	Horizontale uitstroming		Verticale uitstroming	
	Lek (/jaar)	Breuk (/jaar)	Lek (/jaar)	Breuk (/jaar)
Tubing	$1,1 \times 10^{-5}$	$3,8 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-5}$
Casing	-	-	$2,5 \times 10^{-5}$	$8,3 \times 10^{-6}$

Tabel 5-2: Blow-out frequenties

Het massadebiet voor uitstroming van gas uit een put bij blow-out is gemodelleerd met behulp van het long pipeline model. In onderstaande tabel zijn de uitstroomdebieten gegeven.

	Horizontale uitstroming		Verticale uitstroming	
	Lek (kg/s)	Breuk (kg/s)	Lek (kg/s)	Breuk (kg/s)
Tubing VKG-001	3,1	36,7	3,1	36,7
Casing VKG-001	-	-	5,5	1294

Tabel 5-3: Uitstroomdebieten blow-out

Voor de modellering van de putscenario's zijn de drukken in het Rotliegend aangehouden. Deze drukken zijn de hoogst te verwachten drukken. De QRA geeft daarmee worst case situatie weer.

5.2 Gas heater E-101

Gas komend van de put wordt teruggebracht in druk waarbij de temperatuur daalt. In de gas heater wordt het gas op de gewenste procestemperatuur van 10°C gebracht. Voor warmtewisselaars zijn de volgende faalscenario's en bijbehorende frequenties vastgesteld in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI:

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ jaar)
GH1	Breuk van 10 pijpen	1×10^{-5}
GH2	Breuk van 1 pijp	1×10^{-3}
GH3	Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van 1 pijp. (met een maximum van 50mm)	1×10^{-2}

Tabel 5-4: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor de Gas heater

In geval van breuk van 10 pijpen van de gas heater zal vanuit beide zijden van de breuk gas vrijkomen. Het uit de pijpen vrijgekomen gas zal resulteren in falen van de mantel en naar de omgeving uitstromen. Voor de modellering is uitgegaan van het in één richting uitstromen van de gecombineerde uitstroom van de 10 pijpen uit beide zijden. Deze uitstroming is bepaald door de uitstroming te berekenen van breuk van 1 pijp met behulp van het "line rupture" scenario in Safeti^{NL}. De pijpen in de heater hebben een interne diameter van 13.5 mm (buitendiameter: 0.75 inch). Het lekscenario is gemodelleerd met behulp van het "leak" scenario in Safeti^{NL}.

De scenario's voor breuk van 1 en 10 pijpen zijn gemodelleerd in Safeti^{NL} met behulp van het "user defined source" model, gebaseerd op de resultaten voor eenzijdige uitstroming vanuit 1 pijp.

Voor de gasheater scenario's zijn de volgende massadebiten berekend. De uitstroom vanuit 1 zijde bij breuk van een pijp (line rupture scenario in Safeti^{NL}) is 2.2 kg/s. Voor uitstroming vanuit beide zijden van de breuk is de uitstroom verdubbelt.

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)
GH1	9.0
GH2	0.9
GH3	4.5×10^{-2}

Tabel 5-5: Berekend massadebiet voor gasuitstroming – gas heater

5.3 Flowline

Het gas uit de putten wordt teruggebracht in druk met behulp van een choke klep. Het uitstroomdebiet bij LOC van de flowline is afhankelijk van de operationele druk in de 6" flowline na de choke klep (55 barg).

Voor bovengrondse pijpleidingen (> 150 mm diameter) zijn de volgende LOC scenario's en bijbehorende faalfrequenties vastgesteld in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI:

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ meter / jaar)
FL1	Breuk van de leiding	1×10^{-7}
FL2	Continue uitstroming vanuit een gat in de leiding met een diameter van 10% van de leidingdiameter (maximum 50 mm)	5×10^{-7}

Tabel 5-6: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor de flow lines

De LOC frequenties voor de flowlines zijn afhankelijk van de lengte van de leiding van de put naar de gas/vloeistofscneider. De leidinglengtes en resulterende LOC frequenties zijn gegeven in Tabel 5-7.

Put	Flowline lengte (m)	Druk (barg)	Scenario	Frequentie (/ jaar)	Frequentie, tweezijdige uitstroming (/jaar)
VKG-001	25	55	FL1	$2,5 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-6}$
			FL2	$1,3 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-6}$

Tabel 5-7: LOC scenario's en frequenties voor de flow lines – aangepast aan leidinglengte

In geval van breuk van de flow line zal vanuit beide zijden van de breuk gas uitstromen. Na ontsteking zal dit resulteren in twee, in richting tegengestelde, toortsbranden. Dit is in het Safeti^{NL} model meegenomen door de frequentie van optreden te verdubbelen.

Gezien de kleine hoeveelheid meegevoerd condensaat in de gasstroom is de uitstroming bij breuk gemodelleerd als een gasstroom.

Het massadebiet voor breuk van de leiding is berekend op basis van de initiële uitstroming van het "line rupture" model in Safeti^{NL}. Het massadebiet voor lekkage van de flowline is gemodelleerd op basis van de initiële uitstroming berekend met het "leak" model in Safeti^{NL}. Door de continue aanvoer van gas vanuit de put zal de druk in de leiding en daarmee het massadebiet bij uitstroming niet zeer sterk terugvallen.

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)
FL1	20,2
FL2	1,7

Tabel 5-8: Berekend massadebiet voor gasuitstroming - flow line

5.4 Afscheiders

De gas/vloeistofstroom uit de put wordt naar de gas/vloeistof afscheider (DS-101) geleid. Hierbij wordt het gas gescheiden van het aardgascondensaat en formatiewater. Het aardgascondensaat en formatiewater worden naar de water/condensaat afscheider (DS-102) geleid. Het gas stroomt via een transportleiding naar de behandelingslocatie Garijp. In de water/condensaat afscheider wordt het aardgascondensaat van het formatiewater afgescheiden en in de gasstroom teruggebracht voor transport via de leiding naar de behandelingslocatie. Het formatiewater wordt opgeslagen in de twee opslagtanks TA-701A/B (zie paragraaf 5.5).

Voor procesvaten zoals de fasescheiders zijn de volgende LOC scenario's en frequenties vastgesteld in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI:

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}

Tabel 5-9: LOC scenario's en frequenties procesvaten

In de volgende paragrafen wordt de modellering voor de gas/vloeistof afscheider en de water/condensaat afscheider uitgewerkt.

5.4.1 Gas/vloeistof afscheider (DS-101)

In geval van instantaan falen van de gas/vloeistof afscheider (FS1) zal de inhoud vrijkomen en daarnaast zal gas/vloeistof aangevoerd worden vanuit de aangesloten installatiedelen. De volgende scenario's worden onderscheiden:

1. Vrijkomen van de gasinhoud (ca. 145kg);
2. Vrijkomen van de vloeistofinhoud;
De vloeistof in DS-101 (ca. 1m³) bestaat uit aardgascondensaat en formatiewater (1:10). De bijdrage van een plasbrand van dit mengsel aan het extern risico is minimaal. Dit scenario is niet meegenomen.
3. Aanvoer van gas vanuit de put;
Vanuit de put wordt aardgas met een debiet van ca. 20,2 kg/s aangevoerd.
4. Aanvoer van gas vanuit de exportleiding;
Vanuit de exportleiding wordt aardgas met een debiet van ca. 20,2 kg/s aangevoerd.
5. Aanvoer van vloeistof vanuit de vloeistof/vloeistofscheider.
De vloeistof in DS-102 (ca. 3,4 m³) bestaat uit aardgascondensaat en formatiewater (1:10). De bijdrage van een plasbrand van dit mengsel is minimaal. Dit scenario is niet meegenomen.

Zowel de gasmassa in het vat (scenario 1) als de nalevering uit de put en exportleiding zijn significant voor het uitstroombesnoei. De blootstelling aan warmtestraling is gesteld op maximaal 20 seconden [ref 1, module B, paragraaf 3.4]. De bronterm (kg/s) voor het scenario van instantaan falen wordt daarom bepaald door de som van de nalevering (2 x 20,2 kg/s) en de uitstroming van de inhoud van DS-101 in 20 seconden (7,3 kg/s). Dit geeft een bronterm voor FS-1 van 47,7 kg/s.

(Noot: de uitstroombesnoei en eindtemperatuur zijn overgenomen van het flow line leidingbreuk scenario)

Het scenario voor het vrijkomen van de inhoud van het vat in 10 minuten (FS2) is voor een (grotendeels) gasgevoerd vat niet relevant aangezien dit in een zeer klein uitstroombesnoei resulteert. Voor een vloeistofgevoerd vat is dit scenario een andere wijze om het instantaan falen te modelleren. Het scenario is daarom gemodelleerd als het FS1 scenario, dat daardoor effectief in frequentie verdubbelt.

Voor lekkage aan het vat wordt het "leak" model in Safeti^{NL} gebruikt. Hierbij is uitgegaan van een 10 mm lekkage in de gaszijde van het vat. Door de continue aanvoer van gas uit de put wordt gerekend met het initiële uitstroombesnoei.

In Tabel 5-10 is het massadebiet voor de uitstroming van de verschillende LOC scenario's van de fasescheiders gegeven:

Scenario	Frequentie (/ jaar)	Uitstroomdebiet (kg/s)
FS1/2	1×10^{-5}	47,7
FS3	1×10^{-4}	0,72

Tabel 5-10: Massadebiet LOC scenario's gas/vloeistof afscheider

5.4.2 Water/condensaat afscheider (DS-102)

In geval van instantaan falen van de vloeistof/vloeistofscheider (FS1) zal de inhoud vrijkomen en daarnaast zal gas/vloeistof aangevoerd worden vanuit de aangesloten installatiedelen. De volgende scenario's worden onderscheiden:

1. Vrijkomen van de vloeistofinhoud (ca. $3,4 \text{ m}^3$);
De vloeistof in DS-102 bestaat uit aardgascondensaat en formatiewater (1:10). De bijdrage van een plasbrand van dit mengsel aan het extern risico is minimaal. Dit scenario is niet meegenomen.
2. Aanvoer van gas vanuit DS-101;
Vanuit DS-101 wordt aardgas met een debiet van ca. $20,2 \text{ kg/s}$ aangevoerd.
3. Aanvoer van gas vanuit de exportleiding;
Vanuit de exportleiding wordt aardgas met een debiet van ca. $20,2 \text{ kg/s}$ aangevoerd.
4. Aanvoer van vloeistof vanuit DS-101.
De vloeistof in DS-101 (ca. 1 m^3) bestaat uit aardgascondensaat en formatiewater (1:10). De bijdrage van een plasbrand van dit mengsel is minimaal. Dit scenario is niet meegenomen.

Voor instantaan falen van DS-102 wordt alleen de nalevering van gas vanuit aangelegen installatieonderdelen gemodelleerd. De bronterm voor uitstroming is de som van uitstroming vanuit DS-101 en vanuit de exportleiding. Dit geeft een bronterm van $40,4 \text{ kg/s}$.

DS-102 is een vloeistofgevuuld vat waarvoor het scenario van uitstroming van de inhoud in 10 minuten (FS2) wel relevant is. De inhoud van DS-102 bestaat uit aardgascondensaat en formatiewater in een verhouding 1:10. De bijdrage van een plasbrand van dit mengsel is minimaal. Dit scenario is niet meegenomen in de QRA.

Op grond van bovenstaande afweging is het lekscenario (FS3) ook niet meegenomen in de QRA.

In Tabel 5-11 is het massadebiet voor de uitstroming van de verschillende LOC scenario's van de fasescheiders gegeven:

Scenario	Frequentie (/ jaar)	Uitstroomdebiet (kg/s)
FS1	5×10^{-6}	40,4
FS2	Niet relevant voor QRA	
FS3	Niet relevant voor QRA	

Tabel 5-11: Massadebiet LOC scenario's water/condensaat afscheider

5.5 Exportleiding

Gas en condensaat vanuit respectievelijk DS-101 en DS-102 worden via de 6" exportleiding naar de behandelingslocatie Garijp gevoerd.

Voor leidingen met een diameter groter dan 150 mm gelden conform de Handleiding Risicoberekeningen de volgende LOC scenario's en bijbehorende faalfrequenties:

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ meter / jaar)	Frequentie, tweezijdige uitstroming (/ jaar)
TL1	Breuk van de leiding	1×10^{-7}	$1,9 \times 10^{-5}$
TL2	Continue uitstroming vanuit een gat in de leiding met een diameter van 10% van de leidingdiameter (maximum 50 mm)	5×10^{-7}	$9,4 \times 10^{-5}$

Tabel 5-12: LOC scenario's en faalfrequenties leidingen D > 150 mm

In geval van breuk van de exportleiding zal een mengsel van gas en condensaat vrijkomen vanuit de leiding vanuit de fasescheiders en er zal terugstroming optreden vanaf de behandelingslocatie. De maximale gasproductie is ca. $1 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ per dag (met een actuele volumestroom bij 55 barg van 14350 m^3 per dag). De maximale condensaatproductie is ca. 10 m^3 per dag. Ontsteking van de uitstroom zal resulteren in twee, in richting tegengestelde, toortsbranden. Dit is in het Safeti^{NL} model meegenomen door de frequentie van optreden te verdubbelen.

Voor de risicoberekeningen voor de locatie is alleen de lengte van de exportleiding op het terrein meegenomen (ca. 94 meter). De resulterende faalfrequentie per jaar is gegeven in de rechterkolom van Tabel 5-12.

Gezien de kleine hoeveelheid meegevoerd condensaat in de gasstroom is de uitstroming bij breuk gemodelleerd als een gasstroom. Het massadebiet voor breuk van de leiding is berekend op basis van de initiële uitstroming van het "line rupture" model in Safeti^{NL}. Het massadebiet voor lekkage van de exportleiding is gemodelleerd op basis van de initiële uitstroming berekend met het "leak" model in Safeti^{NL}. Door de continue aanvoer van gas vanuit de put zal de druk in de leiding en daarmee het massadebiet bij uitstroming niet zeer sterk terugvallen.

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)
FL1	20,2
FL2	1,7

Tabel 5-13: Berekend massadebiet voor gasuitstroming - flow line

5.6 Atmosferische tanks

Het formatiewater afgescheiden van de gasstroom wordt opgeslagen in een tweetal tanks (TA-107A/B). Deze tanks bevatten voornamelijk formatiewater met een kleine hoeveelheid aardgascondensaat. Periodiek wordt de tanks geleegd en de inhoud afgevoerd per tankwagen. Het volume van de formatiewateropvang is ca. 80 m³. Daar de inhoud uit voornamelijk formatiewater bestaat is het risico voor de omgeving zeer beperkt. De formatiewater opvangtanks zijn niet meegenomen in de QRA.

Naast de opvangvoorzieningen voor formatiewater zijn er atmosferische tanks met Di-ethyleenglycol (DEG) en corrosie-inhibitie vloeistof op de locatie aanwezig.

Voor atmosferische tanks zijn in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI de volgende LOC scenario's en frequenties vastgelegd:

Scenario	Omschrijving	Frequentie (/ jaar)
AT1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat	5x10 ⁻⁶
AT2	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat in 10 minuten	5x10 ⁻⁶
AT3	Continue vrijkomen van de inhoud van het vat door een gat met een diameter van 10 mm.	1x10 ⁻⁴

Tabel 5-14: LOC scenario's en bijbehorende frequenties – atmosferische tanks

5.6.1 Corrosie-inhibitie vloeistof

Het geproduceerde gas bevat 1-2% CO₂ en is daardoor licht corrosief. Dit corrosieve karakter wordt bestreden door met behulp van een pomp (GX-402) een corrosieremmer (inhibitor Corrtreat 7293) te injecteren in de gasstroom na de gas/vloeistofafscheider. De toegevoegde corrosieremmer wordt betrokken uit een bovengrondse kunststof tank (1 m³). Deze vloeistof bestaat hoofdzakelijk uit methanol (ca. 23%) opgelost in water. De bronterm voor het vrijkomen van methanol uit deze oplossing is berekend aan de hand van de methodiek gegeven in FAQ 5 van de Safeti^{NL} helpdesk [ref 4]. Voor de eerste twee scenario's (AT1 en AT2) zal de uitgestroomde vloeistof de opvangbak vullen, waarbij een plas met een oppervlak van 50m² ontstaat. De opvangbak loopt op afschot naar de putkelder. De kans op langdurige brand in de lekbak is klein.

Voor het lekscenario is het uitstroombdebit berekend met behulp van Safeti^{NL}. De plasgrootte is bepaald aan de hand van de uitgestroomde hoeveelheid in 1800 s.

Scenario	Frequentie (/ jaar)	Uitgestroomde hoeveelheid (kg)	Plasgrootte (m ²)	Berekende bronterm (kg/s)
AT1	5x10 ⁻⁶	946	95	0,14
AT2	5x10 ⁻⁶	946	95	0,14
AT3	1x10 ⁻⁴	414 (0,23 kg/s)	42	0,12

Tabel 5-15: Brontermen LOC scenario's corrosie-inhibitie vloeistoftank

Bovenstaande berekende brontermen voor het uitdampen van methanol uit de plas zijn ingevoerd in Safeti^{NL} als "user defined source".

Corrosie-inhibitie vloeistof wordt continue geïnjecteerd met behulp van een pomp. De geïnjecteerde hoeveelheid is ca. 1 liter per dag. De gevolgen voor falen van de pomp zijn minimaal en niet meegenomen in de QRA.

5.6.2 Diethyleenglycolopslag (DEG)

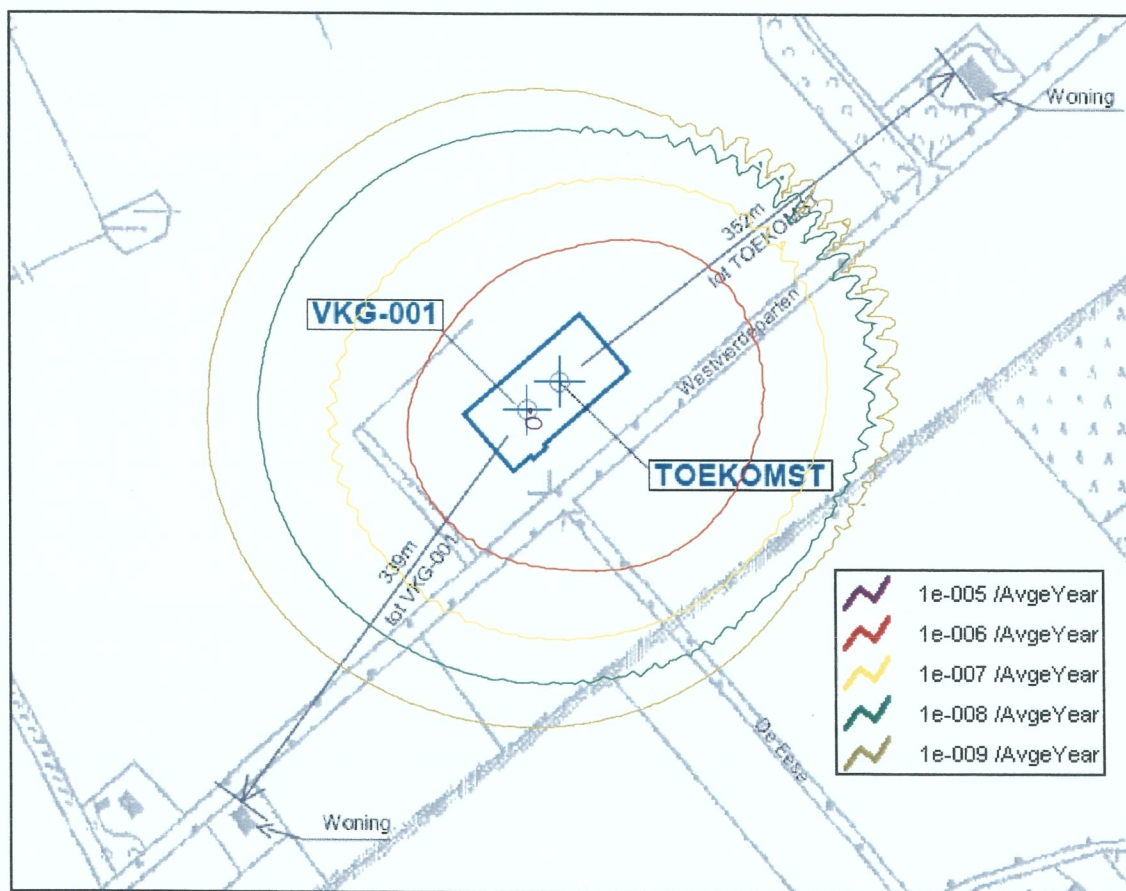
Tijdens het opstarten en tijdens lage productie kan met behulp van een pomp (GX-401) di-ethyleen-glycol (DEG) geïnjecteerd worden in de ondergrondse productie installatie om hydraatvorming te voorkomen. DEG wordt betrokken uit een bovengronds tank (DA-401) met een inhoud van 6 m³. Aan de DEG is elders een pH-stabilisator (methyl diethanol amine, oftewel MDEA) toegevoegd.

Het vlampunt van DEG is ca. 124 °C. DEG wordt bij buitentemperatuur opgeslagen en gebruikt. Conform Module B, paragraaf 3.4.6.6. en 3.4.6.7 van de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref 1] is de kans op ontsteking bij verwerking onder vlampunt nihil. De DEG opslag is daarom niet meegenomen in de QRA.

6 RESULTATEN EN CONCLUSIES

6.1 Plaatsgebonden Risico (PR)

In figuur 2 is het plaatsgebonden risico (PR) ten gevolge van de gasproductie activiteiten op de locatie Vinkega weergegeven. De iso-risicocontouren zijn een weergave van de kans (per jaar) van overlijden op een specifieke locatie.



Figuur 2: PR contouren locatie Vinkega - productiefase

Uit Figuur 2 kan worden opgemaakt dat de 10^{-6} contour, de bepalende parameter voor het PR, maximaal (aan de zuidoost zijde) ca. 110 meter over inrichtingsgrens van de locatie Vinkega ligt. Binnen de 10^{-6} iso-risicocontour liggen geen (beperkt) kwetsbare objecten.

Risk ranking points

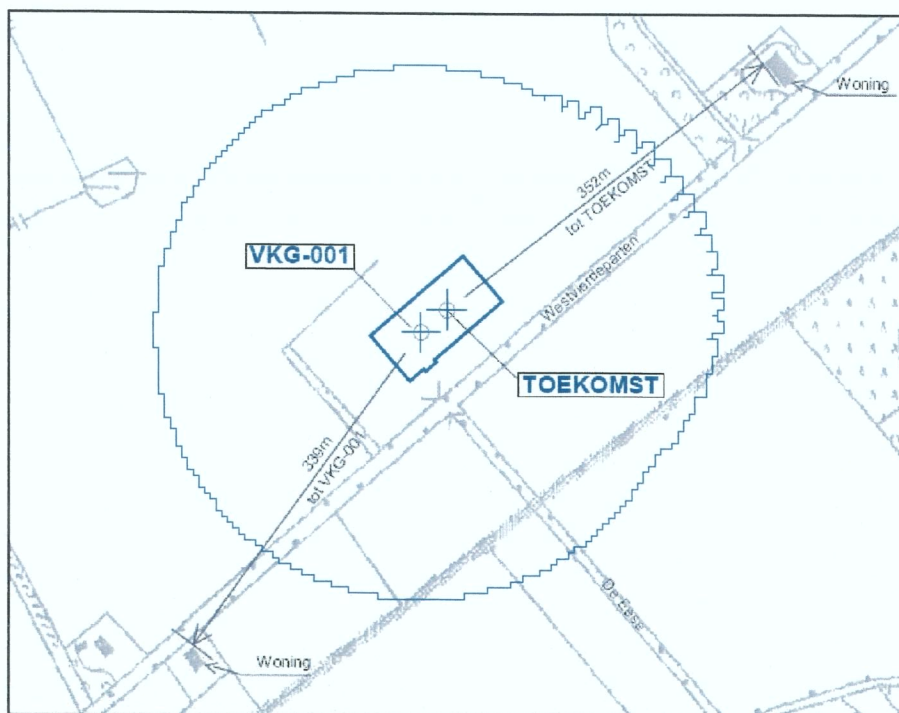
Door middel van het toevoegen van zogenaamde "risk ranking points" kan in Safeti^{NL} de bijdrage van de verschillende scenario's aan het PR op een specifiek punt bepaald worden. De maatgevende scenario's op vier locaties rondom de gasproductielocatie en de bijdrage aan het risico zijn gegeven in Tabel 6-1. De risk ranking points zijn zo geplaatst dat zij op de 10^{-6} iso-risicocontour liggen.

Locatie	Scenario	Risicobijdrage (%)
Noordzijde	Breuk van de exportleiding	70.2
	Casing blow-out	29.7
	E-101 Breuk van 10 pijpen	0.1
Oostzijde	Breuk van de exportleiding	73.6
	Casing blow-out	26.1
	DS-102 Instantaan falen	0.14
	DS-101 Instantaan falen	0.09
	E-101 Breuk van 10 pijpen	0.04
Zuidzijde	Breuk van de exportleiding	92.2
	Casing blow-out	7.8
Westzijde	Breuk van de exportleiding	95.8
	Casing blow-out	4.2

Tabel 6-1: Rangschikking risicobijdrage van de verschillende scenario's

Op alle risk ranking points is breuk van de exportleiding het maatgevende scenario voor het plaatsgebonden risico ten gevolge van de activiteiten op de locatie Vinkega.

Onderstaande figuur geeft het invloedsgebied weer van de locatie Vikega. Het invloedsgebied wordt begrensd door de 1% letaliteitafstand. Op deze afstand geven de consequenties van een ongeval op de locatie nog een kans op overlijden van 1%. (Deze 1% moet overigens niet verward worden met de kans van optreden van een ongevalsscenario).



Figuur 3: Invloedsgebied locatie Vinkega (1% letaliteitafstand)

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. Wanneer de curve ten gevolge van de gasproductie activiteiten beneden de oriëntatiewaarde blijft hoeft het GR niet verantwoord te worden.

Het GR wordt bepaald op basis van het eerder berekende plaatsgebonden risico (PR) en de aanwezigheid van mensen binnen het invloedsgebied. De bevolkingsgegevens geven een gemiddelde dichtheid van mensen in het gebied voor zowel de dag- als nachtsituatie.

In het geval van locatie Vinkega is geen Groeprisico berekend omdat er zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied van de locatie bevinden.

7 EINDCONCLUSIE

Uit de berekening van het Plaatsgebonden Risico (PR) blijkt, dat binnen de 10^{-6} -contour geen (geprojecteerde) kwetsbare en/of beperkt kwetsbare objecten aanwezig zijn.

In het geval van locatie Vinkega is geen Groeprisico berekend omdat er zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied van de locatie bevinden.

Geconcludeerd wordt dat voldaan wordt aan de wetgeving met betrekking tot extern risico (BEVI).

8 REFERENTIES

1. RIVM, Handleiding Risioberekeningen BEVI, versie 3.2, 01-07-2009
2. Det Norske Veritas, Safeti^{NL}, versie 6.54
3. Det Norske Veritas, OREDA - Offshore Reliability Data Handbook, 2002
4. RIVM, Safeti^{NL} Helpdesk FAQ 5: <http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/FAQ-SAFETI-NL-okt09.pdf>
5. Scandpower, Sintef offshore blow-out database, 2004
6. E-mail van Manfred Steffens (VOGN) aan Sander Albertsma (DHV) d.d. 11-08-2008, inzake frequenties van putwerkzaamheden

9 COLOFON

Opdrachtgever	: Vermillion Oil & Gas Netherlands BV
Project	: Kwantitatieve Risicoanalyse
Dossier	: C9816-01.001
Omvang rapport	: 21 pagina's
Auteur	: Sander Albertsma
Bijdrage	:
Interne controle	: Jacques Hollander
Projectleider	: Jacques Hollander
Projectmanager	: Arian Valk
Datum	: 10 maart 2010
Naam/Paraaf	:

DHV B.V.

Ruimte en Mobiliteit

Korte Hogendijk 4

1506 MA Zaandam

Postbus 2081

1500 GB Zaandam

T (075) 653 03 00

F (075) 653 03 99

E zaandam@dhv.com

www.dhv.nl