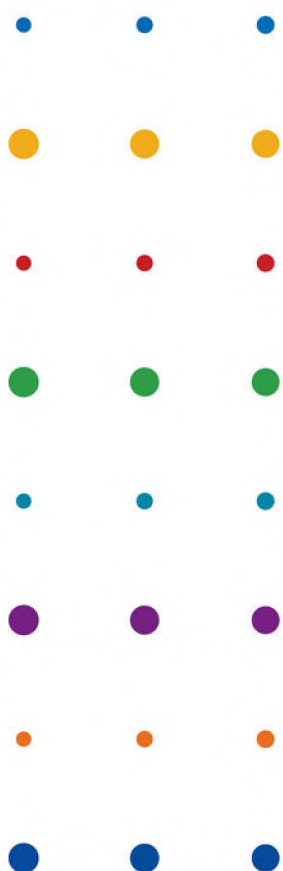


Kwantitatieve Risicoanalyse

Gasproductielocatie Eesveen



QRA

Vermilion Oil & Gas Netherlands BV

januari 2012
Definitief

Kwantitatieve Risicoanalyse

Gasproductielocatie Eesveen

QRA

dossier : BA5753-107-100

registratienummer : MD-AF20120125/MVI

versie : 2

classificatie : Klant vertrouwelijk

Vermilion Oil & Gas Netherlands BV

januari 2012

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	6
4.3.1	Put	6
4.3.2	Driefasen scheider	7
4.3.3	Atmosferische tanks	7
5	MODELLERING VAN SCENARIO'S	8
5.1	Gasput	8
5.2	Flowline ESV-001	10
5.3	Driefasenscheider	11
5.4	Exportleiding	12
5.5	Atmosferische tanks	13
6	RESULTATEN EN CONCLUSIES	14
6.1	Plaatsgebonden Risico (PR)	14
6.2	Groeprisico (GR)	17
7	REFERENTIES	18
8	COLOFON	19

1 SAMENVATTING

De locatie Eesveen is in 1986 aangelegd door de Nederlandse Aardolie Maatschappij. In datzelfde jaar is een exploratieboring uitgevoerd (putcode ESV-001). De boring was succesvol, de locatie is tot op heden niet in productie gebracht. Vermilion is voornemens deze put in productie te nemen. De verwachte initiële gasproductiecapaciteit is 250 kNm³ per dag. Voor het in productie nemen van de gasput op de locatie Eesveen moet een omgevingsvergunning verkregen worden.

Als onderdeel van de omgevingsvergunningaanvraag is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De QRA geeft een analyse van het extern risico ten gevolge van de activiteiten op de locatie Eesveen.

Het extern 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.

Uit de risicoberekeningen in Safeti^{NL} kan worden opgemaakt dat de 10⁻⁶ contour, de bepalende parameter voor het PR, maximaal enkele meters over inrichtingsgrens van de locatie Eesveen ligt (zie Figuur 2 in paragraaf 6.1). Binnen de 10⁻⁶ iso-risicocontour liggen geen (beperkt) kwetsbare objecten. Blow-out tijdens work-over activiteiten is maatgevend voor het plaatsgebonden risico ten gevolge van de activiteiten op de locatie Eesveen.

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

2 INLEIDING

De locatie Eesveen is in 1986 aangelegd door de Nederlandse Aardolie Maatschappij. In datzelfde jaar is een exploratieboring uitgevoerd (putcode ESV-001). De boring was succesvol, de locatie is tot op heden niet in productie gebracht. Vermilion is voornemens deze put in productie te nemen. De verwachte initiële gasproductiecapaciteit is 250 kNm³ per dag. Voor het in productie nemen van de gasput op de locatie Eesveen moet een omgevingsvergunning verkregen worden.

Als onderdeel van de omgevingsvergunningaanvraag is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. De QRA geeft een analyse van het extern risico ten gevolge van de activiteiten op de locatie Eesveen.

Het extern 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 mijnbouwlocatie Eesveen 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 [ref 1]. Specifiek voor mijnbouwlocaties is door SodM een interim handleiding risicoberekeningen uitgebracht [ref. 7]. De handleiding is geldig zolang mijnbouwlocaties nog niet zijn aangewezen in het Revi en de modellering niet is ondergebracht in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI. 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}, ontwikkeld 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 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.

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

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

(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).

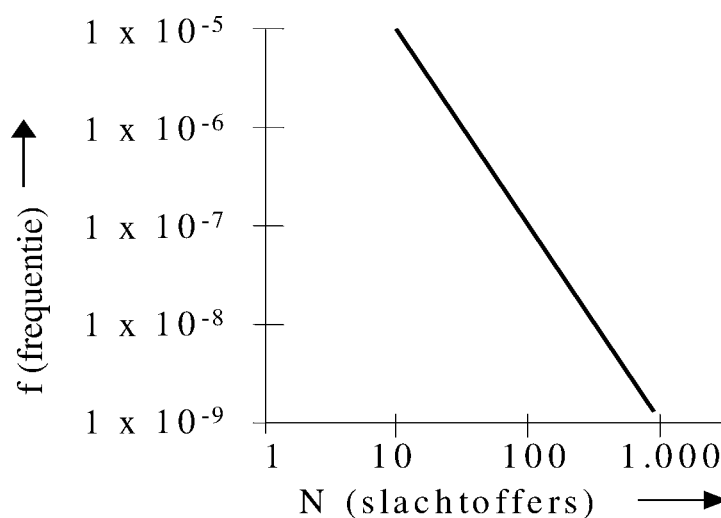
De oriënterende waarde is te beschouwen als een soort thermometer. Deze waarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- 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 Eesveen-1 is gelegen aan De Wulpen te Eesveen. De locatie ligt in een agrarisch gebied. De dichtstbijzijnde bebouwing bevindt zich op circa 180 meter ten zuidoosten van het hart van de gasput op de productielocatie in de vorm van verspreid liggende boerderijen.

4.2 Procesbeschrijving

De mijnbouwlocatie Eesveen is een normaal onbemande installatie. Alleen gedurende activiteiten op de locatie zal personeel aanwezig zijn. Deze activiteiten zijn (koud) opstarten van de put en inspectie- en onderhoudswerkzaamheden, waaronder "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 toekomstige situatie één put actief voor de productie van ruw aardgas, namelijk Eesveen-001 (ESV-001). Het ruwe aardgas bevat formatiewater en aardgascondensaat. Het formatiewater en het aardgascondensaat worden uit het ruwe aardgas verwijderd via een driefase scheider (V-100). Het aardgascondensaat wordt vervolgens teruggebracht in de gasstroom en getransporteerd naar de bestaande aardgasinfrastructuur op de mijnbouwlocatie Nijensleek.

Het afgescheiden formatiewater wordt opgeslagen in een formatiewatertank (TK-300A). In de toekomst zal mogelijk een tweede formatiewater tank (TK-300B) worden geplaatst op deze locatie. Daarnaast zal productiewater van meerdere locaties op de locatie Eesveen worden verladen, tijdelijk opgeslagen en met een pijpleiding worden afgevoerd naar de locatie Nijensleek. Om hydraatvorming in de transportleiding te voorkomen wordt DEG (di-ethyleen glycol) geïnjecteerd. Hiervoor is een opslagtank met een volume van 20 m³ aanwezig. Om corrosie in de leidingen te voorkomen wordt inhibitievloeistof geïnjecteerd. Voor opstarten van de put is methanol op de locatie aanwezig. Beide tanks hebben een volume van 1 m³.

4.3 Procesgegevens

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

4.3.1 Put

Put	CITHP ¹ (bara)	FTHP ² (bara)	FTHT (°C)	Surface AOF ³ (kNm ³ /d)	Condensaat productie (m ³ /MNm ³ gas)	Waterproductie (m ³ /MNm ³ gas)
ESV-001	180	65	20	14.000	29	260

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 Driefasen scheider

	Operationele druk (bara)	Operationele temperatuur (°C)	Inhoud (m ³)	Samenstelling
V-100	65	20	0,54	50% gas

Tabel 4-2: Procesgegevens driefasen scheider

4.3.3 Atmosferische tanks

Tanknr.	Stof	Inhoud (m ³)
TA-300A/B	Formatiewater	2 x 40
-	Glycol	20
-	Methanol IBC	1
-	Corrtreat (corrosie-inhibitie) IBC	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 Eesveen 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]. Specifiek voor mijnbouwlocaties is door SodM een interim handleiding risicoberekeningen uitgebracht [ref. 7]. De handleiding is geldig zolang mijnbouw locaties nog niet zijn aangewezen in het Revi en de modellering niet is ondergebracht in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI.

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

1. Gasput
2. Flowline
3. Driefasen scheider (V-100)
4. Export leiding
5. Atmosferische tanks
 - Formatiewatertank (TA-300)
 - Methanol opslag en injectie
 - Corrosie-inhibitor opslag en injectie (IBC)
 - Glycoltank

5.1 Gasput

In de productiefase is er één put in productie op de locatie, ESV-001. Via deze put word het gasreservoir in de Rotliegend formatie geproduceerd. In deze QRA is het externe risico bepaald voor de gasproductie uit put ESV-001 en bijbehorende installaties.

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. 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 Vermilion.

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 tabel 3 van de Interim Handleiding [ref. 7]. De frequentie van activiteiten is aangeleverd door Vermilion [ref 6].

Activiteit	Blow-out verticaal	Lekkage		Activiteit frequentie (per jaar)	Blow-out verticaal (per jaar)	Lek frequentie (per jaar)	
		Verticaal	Horizontaal			Verticaal	Horizontaal
Productie (per put per jaar)	$7,17 \times 10^{-5}$	$1,06 \times 10^{-4}$	$1,98 \times 10^{-5}$	continu	$7,17 \times 10^{-5}$	$1,06 \times 10^{-4}$	$1,98 \times 10^{-5}$
Wireline (per activiteit)	$2,25 \times 10^{-5}$	$4,18 \times 10^{-5}$	$7,14 \times 10^{-6}$	1x per jaar	$2,25 \times 10^{-5}$	$4,18 \times 10^{-5}$	$7,14 \times 10^{-6}$
Coiled tubing (per activiteit)	$5,54 \times 10^{-4}$	$4,43 \times 10^{-4}$	$1,11 \times 10^{-4}$	1x per 5 jaar	$1,1 \times 10^{-4}$	$8,86 \times 10^{-5}$	$2,22 \times 10^{-5}$
Work over (per activiteit)	$1,09 \times 10^{-3}$	$9,47 \times 10^{-4}$	$2,27 \times 10^{-4}$	1x per 30 jaar	$3,63 \times 10^{-5}$	$3,16 \times 10^{-5}$	$7,57 \times 10^{-6}$
Snubbing (per activiteit)	$6,63 \times 10^{-4}$	$5,30 \times 10^{-4}$	$1,33 \times 10^{-4}$	Komt niet voor	nvt	nvt	nvt
Totaal					$2,41 \times 10^{-4}$	$2,68 \times 10^{-4}$	$5,67 \times 10^{-5}$

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

Blow-out tijdens productie, wirelining en coiled tubing vindt plaats via de tubing (3,5 inch) 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 de maximale druk van de ingesloten put (closed-in tubing head pressure, CITHP). In het model wordt rekening gehouden met de initiële tijdsafhankelijke uitstroom, die substantieel hoger is dan de "blow-out potential" van de put. Bij blow-out tijdens productie zal ook gas terugstromen vanuit de flowline (zie paragraaf 5.2).

Blow-out tijdens work over en snubbing zal plaatsvinden via de tubing (80%) of de casing (20%). De uitstromende massa is voor deze scenario's gelijk aan de "blow-out potential" van de put. In dit geval wordt geen rekening gehouden met de initiële tijdsafhankelijke uitstroom, omdat blow-out tijdens deze activiteiten begint vanuit een statische toestand (dode put, d.w.z. atmosferische druk aan de putmond). Dit scenario wordt gemodelleerd als "user defined source". Tijdens werkzaamheden is de flowline afgesloten en wordt terugstroming niet meegenomen.

Bovenstaande wijze van modellering is gebaseerd op de Interim handleiding [ref. 7], bijlage bij hoofdstuk 1.4.3, op pagina 12.

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

In onderstaande tabel zijn de uitstroomdebieten voor de verschillende scenario's gegeven.

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)	Frequentie (per jaar)
Blow-out tijdens productie	46,3 (30,8 + 15,5)	$7,17 \times 10^{-5}$
Blow-out tijdens wirelining, coiled tubing	30,8	$1,33 \times 10^{-4}$
Blow-out tijdens work-over, snubbing	130	$3,63 \times 10^{-5}$
Putlekkage	2,0	$2,68 \times 10^{-4}$ (verticaal) $5,67 \times 10^{-5}$ (horizontaal)

Het massadebiet voor de blow-out tijdens productie, wire lining en coiled tubing operaties is berekend met het "long pipeline model" met een leidingdiameter van 3,5" en een lengte van 2280 meter en een druk in de put van 180 barg.

Het massadebiet voor breuk van de leiding (terugstroming uit de exportleiding) is berekend op basis van het "long pipeline model" met een leidingdiameter van 4" en een lengte van 2650 meter (tot Nijensleek) en een druk in de leiding van 65 barg.

Het massadebiet voor de blow-out tijdens work overs is door Vermilion opgegeven als 14 MMNm³/dag. Dit komt overeen met 130 kg/s. Dit blow-out potentieel is opgegeven onafhankelijk van tubing of casing blow-out. Vooral voor de tubing blow-out is dit getal waarschijnlijk veel te hoog.

Het massadebiet voor lekkage van de put is gemodelleerd op basis van de initiële uitstroming berekend met het "leak" model.

5.2 Flowline ESV-001

Het gas uit de put 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 4" flow line na de choke klep (65 barg).

Voor bovengrondse pijpleidingen 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	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}

Tabel 5-2: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor leidingen $75 < D < 150$

In geval van breuk van de flow line zal vanuit beide zijden van de breuk gas uitstromen. Na ontsteking zal dit resulteren in twee onafhankelijke, in richting tegengestelde, toortsbranden.

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

De massadebieten bij breuk zijn gelijk gekozen aan die bij productie blow-out.

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 niet in de tijd veranderen.

De flow line is gemodelleerd als een bovengrondse leiding.

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)
FL1 vanaf put	30,8
FL1 vanaf exportleiding	15,5
FL2	0,86

Tabel 5-3: Berekend massadebiet voor gasuitstroming - flow line ESV-001

5.3 Driefasenscheider

De gas/vloeistofstroom uit de put ESV-001 wordt naar de driefasenscheider (V-100) geleid. Hierbij wordt het gas gescheiden van het aardgascondensaat en formatiewater. Het aardgascondensaat wordt direct weer in de gasstroom gebracht en met het gas via de exportleiding naar de locatie Nijensleek afgevoerd. Het afgescheiden formatiewater wordt opgeslagen in de formatiewatertank TA-300A/B (zie paragraaf 5.5).

Voor procesvaten zoals de driefasenscheider 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 5-4: LOC scenario's en frequenties procesvaten

In geval van instantaan falen van de driefasenscheider (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. 13 kg; voor de QRA is aangenomen dat de 50% van de inhoud gasvorming is); Dit scenario is in de QRA verwaarloosd.
2. Vrijkomen van de vloeistofinhoud;
Het vloeistofmengsel in V-100 bestaat voornamelijk uit formatiewater (9:1). Het mengsel wordt conform tabel 1 van [ref. 7] als niet brandbaar beschouwd.
3. Aanvoer van gas vanuit de put ESV-001;
Vanuit de aanvoerleiding vanaf ESV-001 wordt aardgas met een debiet van ca. 30,8 kg/s aangevoerd.
4. Aanvoer van gas en condensaat vanuit de exportleiding;
Vanuit de exportleiding wordt aardgas met een debiet van ca. 15,5 kg/s aangevoerd.

Met name de nalevering uit de aan- en afvoerleiding van V-100 zijn significant voor het uitstroombesnoeienscenario. De blootstelling aan warmtestraling is gesteld op maximaal 20 seconden [ref 1, module B, paragraaf 3.4]. Deze twee scenario's zijn als afzonderlijke scenario's ingevoerd in de QRA. De massadebieten bij breuk zijn gelijk gekozen aan die bij productie blow-out.

Voor het scenario FS2 is het uitstroomdebiet bepaald op basis het leegstromen van (de gasfase van) het vat in 10 minuten (0,022 kg/s). De uitstroomduur is minimaal 1800 seconden, door nalevering van gas uit aangesloten systemen.

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 uitstroomdebiet.

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

Scenario	Frequentie (/ jaar)	Uitstroomdebiet (kg/s)
FS1 vanaf put	5×10^{-6}	30,8
FS1 vanaf exportleiding	5×10^{-6}	15,5
FS2	5×10^{-6}	0,022
FS3	1×10^{-4}	0,83

Tabel 5-5: Massadebiet LOC scenario's driefasenscheider

5.4 Exportleiding

Gas en condensaat vanuit V-100 worden via de 4" exportleiding naar de locatie Nijensleek afgevoerd.

Voor bovengrondse pijpleidingen zijn de volgende LOC scenario's en bijbehorende faalfrequenties vastgesteld in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI:

Scenario	Beschrijving	Frequentie (/ meter / jaar)
EL1	Breuk van de leiding	3×10^{-7}
EL2	Continue uitstroming vanuit een gat in de leiding met een diameter van 10% van de leidingdiameter (maximum 50 mm)	2×10^{-6}

Tabel 5-6: LOC scenario's en bijbehorende frequenties voor leidingen $75 < D < 150$

In geval van breuk van de exportleiding zal vanuit beide zijden van de breuk gas uitstromen. Na ontsteking zal dit resulteren in twee onafhankelijke, in richting tegengestelde, toortsbranden.

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

Scenario	Uitstroomdebiet (kg/s)
EL1 vanaf put	30,8
EL1 vanaf exportleiding	15,5
EL2	0,86

Tabel 5-7: Berekend massadebiet voor gasuitstroming – Exportleiding

De massadebieten bij breuk zijn gelijk gekozen aan die bij productie blow-out.

5.5 Atmosferische tanks

Het formatiewater afgescheiden van de gasstroom wordt opgeslagen in een formatiewatertank (TA-300A/B). Deze tank bevat voornamelijk formatiewater met een kleine hoeveelheid aardgascondensaat. De formatiewatertank is niet meegenomen in de QRA.

Naast de opvangvoorzieningen voor formatiewater zijn er een atmosferische tank met corrosie-inhibitie vloeistof en methanol op de locatie aanwezig. Conform de interim handleiding [ref. 7] worden chemicaliën injectiesystemen niet meegenomen in de QRA.

De tank met glycol is in de berekeningen opgenomen.

Voor atmosferische opslagvaten zoals de Glycol opslag (dubbelwandig met lekdetectie) zijn de volgende LOC scenario's en frequenties vastgesteld in de Handleiding Risicoberekeningen BEVI:

Scenario	Omschrijving	Frequentie (/ jaar)
GT1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van het vat	1×10^{-8}

Tabel 5-8: LOC scenario's en frequenties atmosferische opslagtanks

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

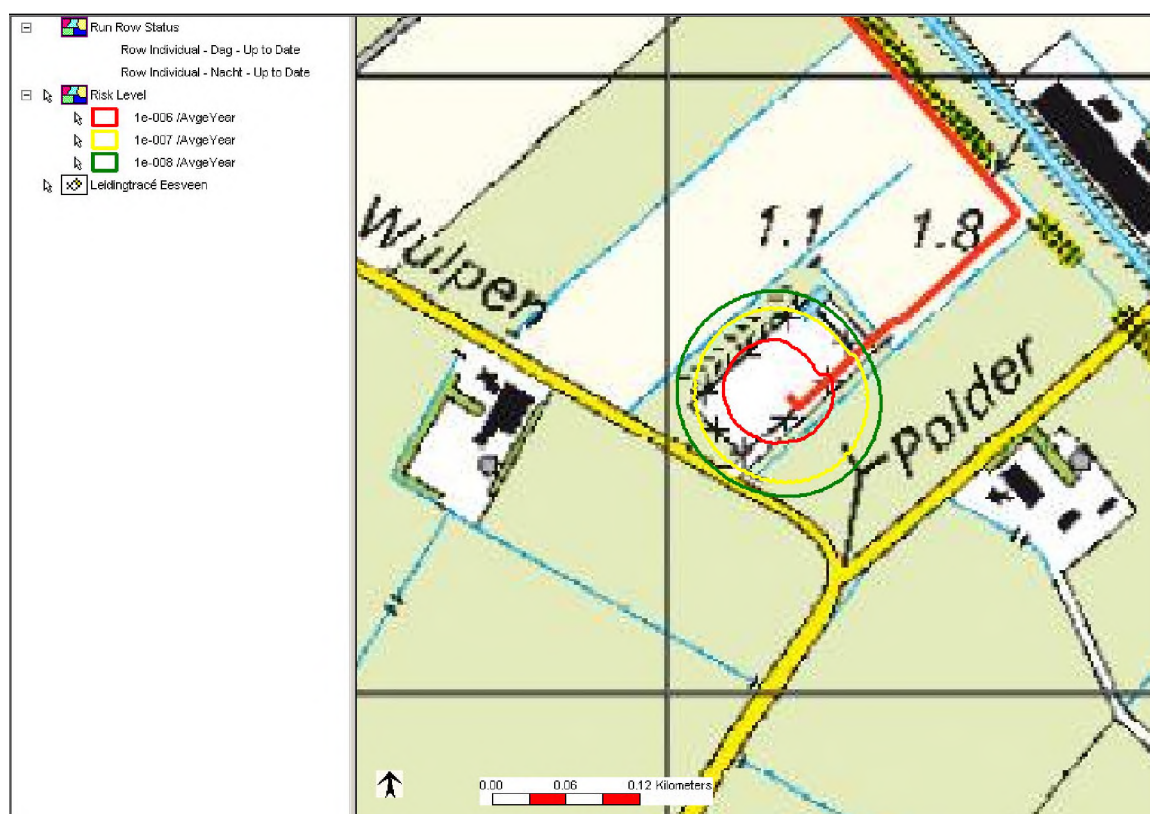
Scenario	Frequentie (/ jaar)	Uitstroomdebiet (kg/s)
GT1	5×10^{-6}	Instantaan 18 m ³
GT2	5×10^{-6}	24,3
GT3	1×10^{-4}	0,22

Tabel 5-9: Massadebiet LOC scenario's driefasenscheider

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 Eesveen weergegeven. De iso-risicocontouren zijn een weergave van de kans (per jaar) van overlijden op een specifieke locatie.



Figuur 2: PR contouren locatie Eesveen - productiefase



Figuur 3: PR contouren locatie Eesveen – productiefase (detail)

Uit

Figuur 2 en Figuur 3 kan worden opgemaakt dat de 10^{-6} contour, de bepalende parameter voor het PR, maximaal (aan de zuidoostzijde) enkele meters over inrichtingsgrens van de locatie Eesveen 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 (%)
Noordoostzijde	Blow-out ESV-001 tijdens work-over activiteiten.	57,3
	Falen exportleiding	14,3
	Instantaan falen V-100	6,9
	Blow-out ESV-001 tijdens productie	7,8
	Falen flow line	3,0
	Blow-out ESV-001 tijdens wire line, coiled tubing	2,1
Zuidoostzijde	Brek export leiding	39,3
	Blow-out ESV-001 tijdens work-over activiteiten.	20,5
	Brek flow leiding	20,8
	Instantaan falen V-100	19,4
Zuidwestzijde	Blow-out ESV-001 tijdens work-over activiteiten.	42,6
	Brek flow leiding	19,1
	Brek export leiding	18,6
	Instantaan falen V-100	14,0
	Blow-out ESV-001 tijdens wire line, coiled tubing	1,3
Noordwestzijde	Blow-out ESV-001 tijdens work-over activiteiten.	56,8
	Brek flow leiding	17,5
	Brek export leiding	10,1
	Instantaan falen V-100	8,6
	Blow-out ESV-001 tijdens productie	5,6
	Blow-out ESV-001 tijdens wire line, coiled tubing	1,4

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

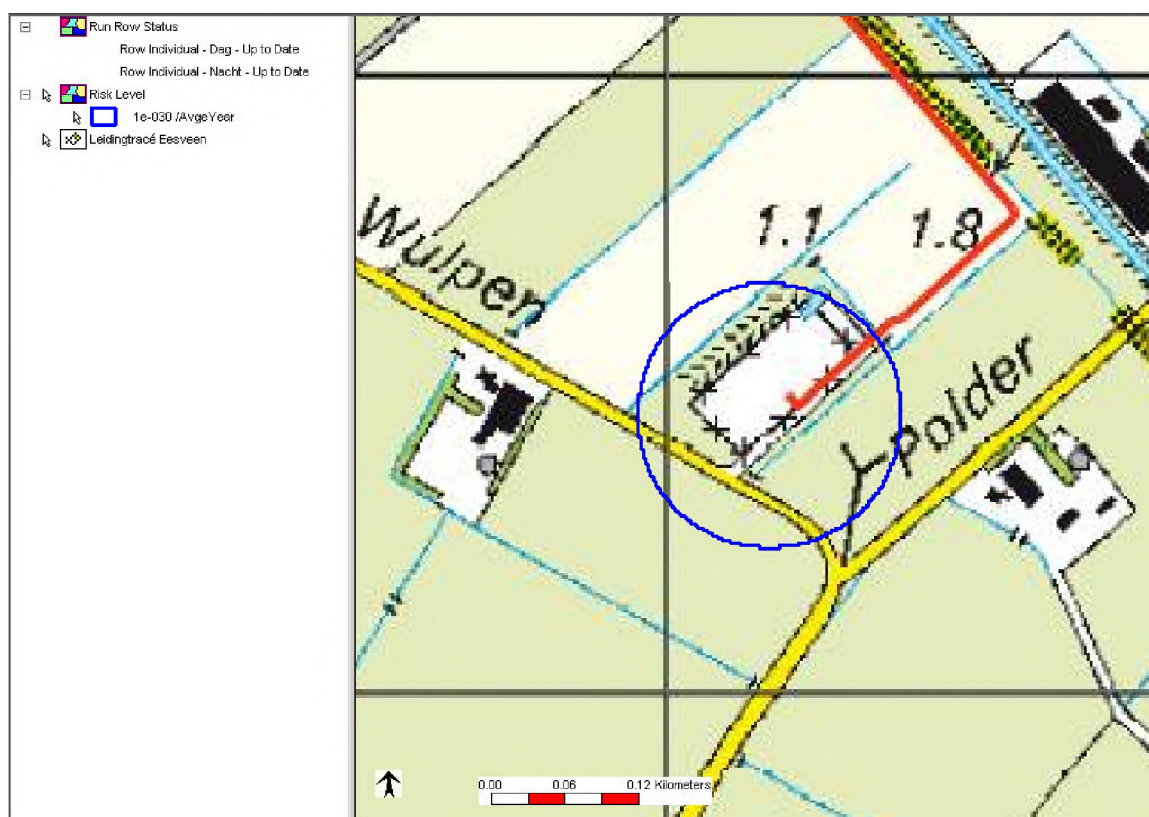
Het maatgevende scenario's voor het plaatsgebonden risico ten gevolge van de activiteiten op de locatie Eesveen is een Blow-out tijdens work-over activiteiten. Het blow-out potentieel van de work-over activiteiten is mogelijk te hoog ingeschat.

Na dit scenario dragen de flow line en de exportleiding het meeste bij aan het externe risico.

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. Het invloedsgebied is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 4: Invloedsgebied mijnbouwlocatie Eesveen

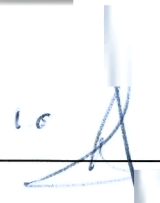
In het geval van locatie Eesveen is geen Groeprisico berekend omdat er zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied van de locatie bevinden.

7 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, 2002
6. E-mail van Manfred Steffens (Vermilion) aan Sander Albertsma (DHV) d.d. 11-08-2008, inzake frequenties van putwerkzaamheden
7. SodM, Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid Mijnbouwlocaties, versie1, 24-06-2010

8 COLOFON

Opdrachtgever	:	Vermilion Oil & Gas Netherlands BV
Project	:	Kwantitatieve Risicoanalyse
Dossier	:	BA5753-107-100
Omvang rapport	:	19 pagina's
Auteur	:	[REDACTED]
Interne controle	:	[REDACTED]
Projectleider	:	[REDACTED]
Projectmanager	:	[REDACTED]
Datum	:	23 januari 2012
Naam/Paraaf	:	[REDACTED]



DHV B.V.

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

T 

F 

E 

www.dhv.nl

Rapport.

Kwantitatieve Risicotoetsing Eesveen Aardgastransportleiding

Groningen, 15-11-2011



74100312 - GCS 11.R.52432

**Kwantitatieve Risicotoetsing Eesveen
Aardgastransportleiding**

Groningen, 15 november 2011

Auteur: [redacted]

In opdracht van Vermilion Oil and Gas Netherlands B.V

auteur :	[redacted]	15-11-2011	beoordeeld :	[redacted]	15-11-2011
B	13 blz.		goedgekeurd :	[redacted]	15-11-2011

© KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

SAMENVATTING

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van de voorgenomen aanleg van de Eesveen aardgastransportleiding. In het voorliggende rapport worden de uitgangspunten en resultaten gepresenteerd van de door KEMA uitgevoerde risicoanalyse ten aanzien van deze toekomstige leiding.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyses aan ondergronds gelegen hoogdruk aardgastransportleidingen [1, 2, 3]. De analyses zijn uitgevoerd met het pakket CAROLA, versie 1.0.0.51, parameterfile versie 1.2.

Uit de berekeningen kan het volgende worden geconcludeerd:

Plaatsgebonden risico

Uit de berekening volgt dat het plaatsgebonden risico voor de beschouwde situatie overal lager is dan 10^{-6} per jaar waardoor er geen contouren van het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar aanwezig zijn.

Het plaatsgebonden risico (PR) van het voorziene ontwerp van de leiding voldoet aan de door de Nederlandse overheid gestelde grens- en richtwaarde van $PR < 10^{-6}$ per jaar ter plaatse van (beperkt) kwetsbare objecten.

Groepsrisico

De Eesveen aardgastransportleiding voldoet met het beoogde tracé en het voorziene ontwerp aan de oriëntatiewaarde voor groepsrisico, zijnde $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar, waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer dodelijke slachtoffers.

INHOUD

	blz.
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Uitgangspunten	6
2.1 Leidinggegevens	6
2.2 Bevolkingsgegevens	7
3 Resultaten	9
3.1 Plaatsgebonden risico	9
3.2 Groepsrisico	11
3.2.1 Procedure GR-berekening	11
3.2.2 Resultaten GR berekening	11
Referenties	13

1 INLEIDING

Vanuit het oogpunt van transport- en leveringszekerheid wordt de Nederlandse gasinfrastructuur steeds verder uitgebreid. In opdracht van Vermilion Oil and Gas Netherlands B.V. wordt in dit rapport een analyse gemaakt van de risico's van de Eesveen aardgastransportleiding die Vermilion Oil and Gas Netherlands B.V. overweegt aan te leggen. Het tracé zal gaan bestaan uit een 4" leiding, bedreven op maximaal 89 bar.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyses aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen [1, 2, 3]. De analyses zijn uitgevoerd met het pakket CAROLA. CAROLA is een softwarepakket dat in opdracht van de Nederlandse overheid is ontwikkeld, specifiek ter bepaling van het plaatsgebonden risico en groepsrisico van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met versie 1.0.0.51 van CAROLA. Het gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.2. De bedrijfsspecifieke parameters van Vermilion Oil and Gas Netherlands B.V. zijn toegepast in de berekeningen.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Leidinggegevens

In deze risicostudie is de toekomstige Eesveen aardgastransportleiding van Vermilion Oil and Gas Netherlands B.V. bestudeerd. De leidinggegevens zijn aangeleverd op 8 oktober 2010.

De leidingparameters die voor de berekening van belang zijn, zijn samengevat in Tabel 1.

Parameter	Eesveen aardgastransportleiding
Diameter [inch]	4
Wanddikte [mm]	6
Staalsoort [-]	L360NB
Ontwerpdruk [barg]	89
Minimale dekking [m]	1.5

Tabel 1: Leidingparameters

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De faalfrequentie als gevolg van schade door derden is gecorrigeerd met een factor 2,5 als gevolg van de wettelijke grondroerdersregeling (WION).
- Er zijn geen aanvullende mitigerende maatregelen van toepassing op de leiding.
- Voor de GR-berekening is gebruik gemaakt van de windroos van Eelde.

2.2 Bevolkingsgegevens

Voor de GR berekeningen van de geprojecteerde Eesveen gastransportleiding is voor bestaande bevolking gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van Bridgis (www.bridgis.nl). Deze data is 11 november 2011 opgevraagd. De gegevens bevatten per adres onder meer de Rijksdriehoekcoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres. Deze hoofdfuncties zijn wonen, werken of gemengd. De opgevraagde gegevens bevatten 68 adressen met 132 bewoners, 10 werknemers en 87 personen met functie gemengd. In Figuur 1 zijn de verschillende adressen weergegeven als gekleurde punten. Groen gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie wonen en blauw gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie werken of gemengd.

In de risicoberekeningen is uitgegaan van (conform [3]):

- Functie wonen:
 - aanwezigheid van 50% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 100% tijdens de nacht
- Functie werken:
 - aanwezigheid van 100% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 0% tijdens de nacht
- Functie gemengd:
 - aanwezigheid van 100% tijdens de dag
 - aanwezigheid van 100% tijdens de nacht

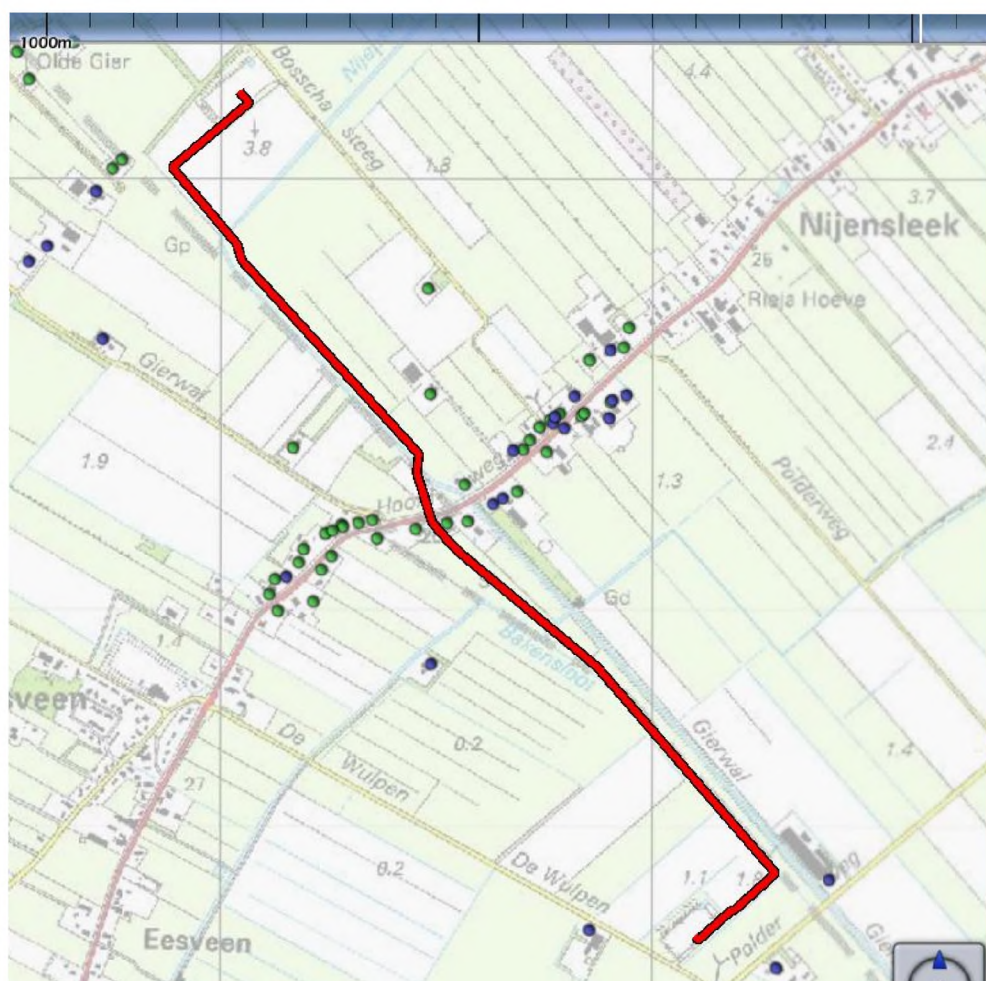
De verdeling tussen dag en nacht is in CAROLA standaard ingesteld op:

- Dag: 10.5 uur
- Nacht: 13.5 uur

Naast de hoofdfuncties maakt Bridgis onderscheid tussen adressen door ze te classificeren in deelfuncties. Uit de deelfuncties is geïnterpreteerd of een adres een recreatie, zorg of onderwijs (RZO) object is. Over elk van de RZO objecten wordt een correctiefactor toegepast zoals hieronder weergegeven. Op basis van een afspraak tussen Gasunie en het RIVM worden deze factoren toegepast omdat Bridgis bij RZO objecten alleen rekening houdt met werkzame personen en niet met extra verblijvenden. Voorbeelden van extra verblijvenden zijn leerlingen op een basisschool (onderwijs), patiënten in een dokterspraktijk (zorg) en gasten in een hotel (recreatie).

- Deelfunctie recreatie:
 - Correctiefactor overdag 0.5
 - Correctiefactor 's nachts 4.4
- Deelfunctie zorg:
 - Correctiefactor overdag 1.33
 - Correctiefactor 's nachts 0.53
- Deelfunctie onderwijs:
 - Correctiefactor overdag 10.0
 - Correctiefactor 's nachts 0.0

De aangevraagde bevolkingsdata bevat één RZO object, te weten een basisschool, waarvoor is gecorrigeerd.



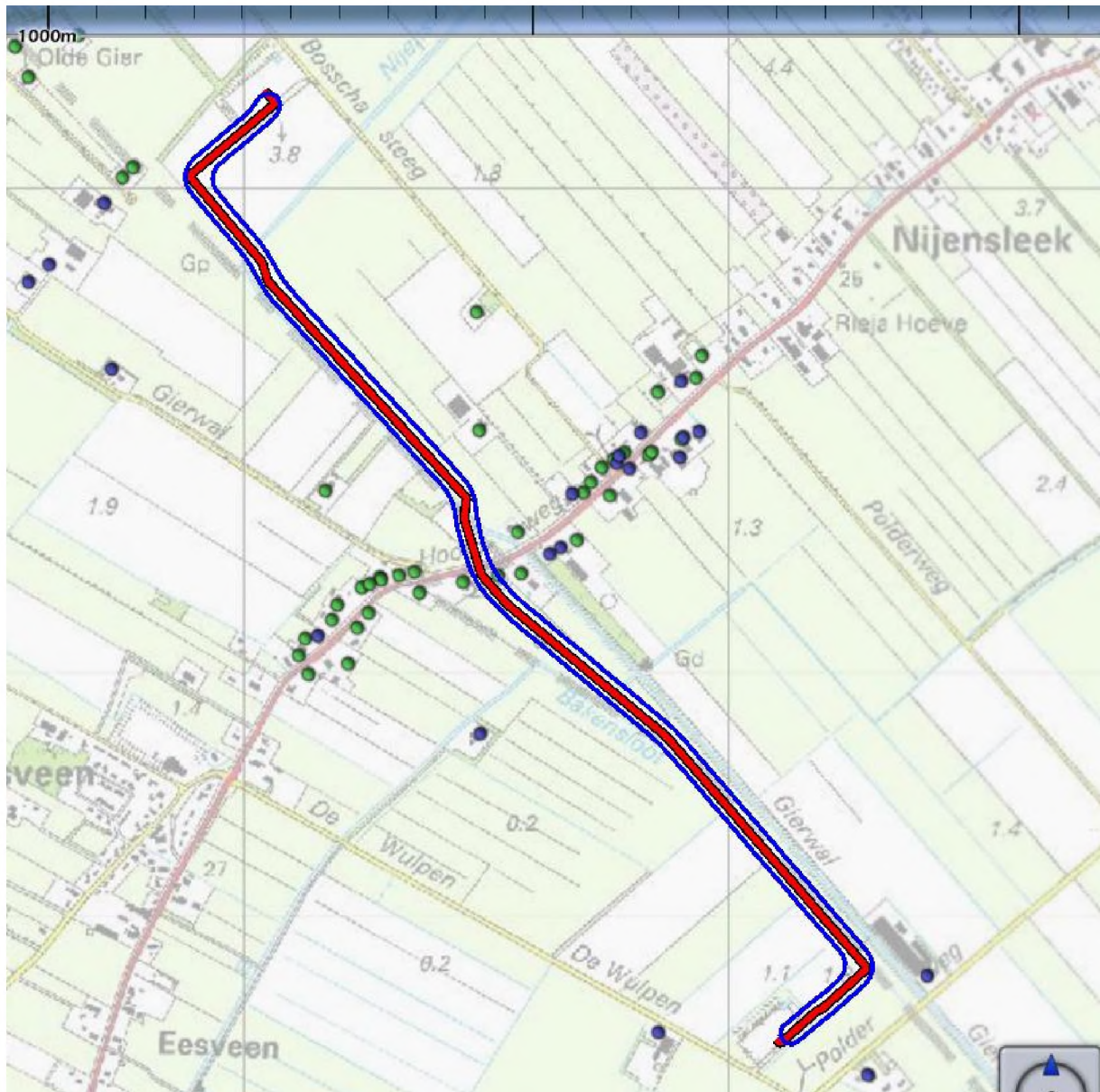
Figuur 1: Geplande geografische ligging van de leiding (rood) en de 68 geselecteerde adressen (groene punten zijn bewoners en de paarse punten zijn werknemers) uit de Bridgis database.

3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de verschillende uitgevoerde berekeningen en analyses.

3.1 Plaatsgebonden risico

Voor de toekomstige gastransportleiding is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd. In Figuur 2 is de geplande geografische ligging van de gastransportleiding weergegeven, waarbij ook eventuele 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontouren worden weergegeven. Uit de berekening volgt dat het plaatsgebonden risico voor de beschouwde situatie overal lager is dan 10^{-6} per jaar waardoor er geen contouren van het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar aanwezig zijn.



Figuur 2: Het PR is overal in het beschouwde gebied kleiner dan 10^{-6} per jaar, waardoor geen contour van het PR van 10^{-6} per jaar kan worden weergegeven. De blauwe contour geeft een plaatsgebonden risico aan van 10^{-7} per jaar. De leiding wordt in rood weergegeven.

Conclusie

Er kan worden geconcludeerd dat voor de toekomstige Eesveen aardgastransportleiding het plaatsgebonden risico van de leiding lager is dan de door de Nederlandse overheid gestelde grens- en richtwaarde van 10^{-6} per jaar. Daarmee voldoet het voorziene ontwerp voor deze leiding aan de grens- en richtwaarde voor het plaatsgebonden risico in het BEVB [1].

3.2 Groepsrisico

3.2.1 Procedure GR-berekening

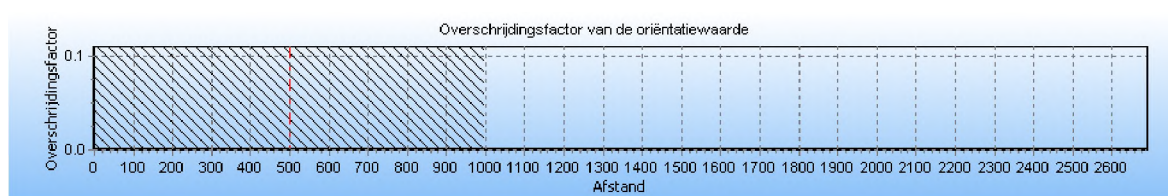
Voor de leiding is het groepsrisico berekend voor die kilometer die in de nieuwe situatie het hoogste groepsrisico oplevert (worst-casesegment). Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van de daadwerkelijke parametering over het geselecteerde, één kilometer lange segment.

De overschrijdingsfactor is de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan één geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van één zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan één wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

Deze overschrijdingsfactor is vervolgens tegen de stationing uitgezet in een grafiek.

3.2.2 Resultaten GR berekening

De overschrijdingsfactor als functie van de stationing, berekend met de daadwerkelijke parametering van de leiding, is gepresenteerd in Figuur 3.



Figuur 3: Overschrijdingsfactor van het groepsrisico als functie van de stationing van de Eesveen aardgastransportleiding.

Uit Figuur 3 kan worden geconcludeerd dat de overschrijdingswaarde van de toekomstige Eesveen aardgastransportleiding 0,0 is.

De FN-curve, berekend over de gehele lengte van de leiding, is gepresenteerd in Figuur 4.



Figuur 4: FN-curve Eesveen aardgastransportleiding. Overschrijdingsfactor 0,00.

Uit Figuur 3 en Figuur 4 wordt geconcludeerd dat ten aanzien van de toekomstige Eesveen aardgastransportleiding

- de overschrijdingswaarde 0,0 bedraagt, wat betekent dat de waarde voor het groepsrisico zich langs het gehele tracé ruim onder de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico bevindt.
- het minimum aantal slachtoffers van 10 niet wordt gehaald, welke de ondergrens vormt van het groepsrisico zoals gedefinieerd in het Bevb [1].

Derhalve kan geconcludeerd worden dat de Eesveen aardgastransportleiding, met het beoogde tracé en het voorziene ontwerp, voldoet aan de oriëntatiewaarde voor groepsrisico, zijnde $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar, waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer dodelijke slachtoffers.

REFERENTIES

- [1] Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen. Staatsblad 2010 nr. 686, 17 september 2010. <http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265>.
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. RIVM. Versie 1.0, 20 december 2010. <http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/Handleiding-Risicoberekeningen-Bevb-versie-1-0.pdf>.
- [3] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. VROM. Versie 1.0, november 2007. <http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>.