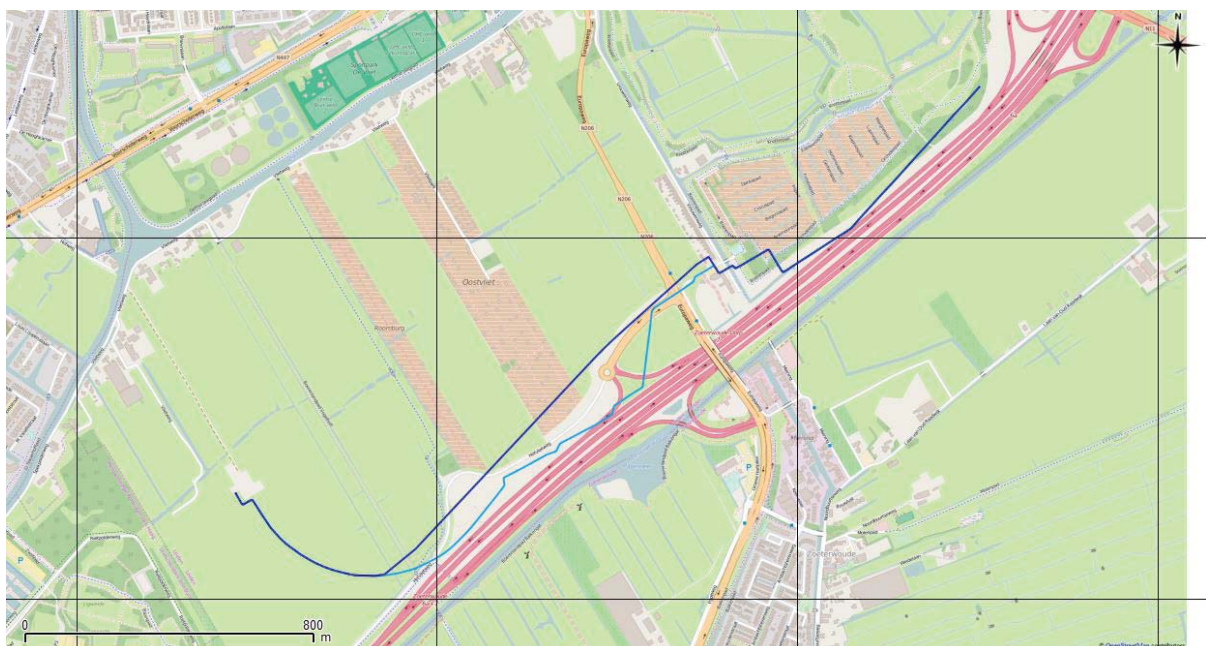


# Kwantitatieve risicoanalyse gastransportleiding W-535-11 te Leiden

**N.V. Nederlandse Gasunie**

**Report No.:** 10014588.033, Rev. 1

**Date:** 02-11-2016



Report title: Kwantitatieve risicoanalyse gastransportleiding DNV GL Oil & Gas  
W-535-11 te Leiden  
Customer: N.V. Nederlandse Gasunie Energieweg 17  
Concourslaan 17 9743 AN Groningen  
9727 KC Groningen Nederland  
Contact person: A. Breukhoven Tel: +31 50 700 9700  
Date of issue: 02-11-2016  
Project No.: GCS.16.123975  
Organisation unit: Risk Management Advisory  
Report No.: 10014588.033, Rev. 1

Prepared by:



J. Thalen  
Data Analyst Risk Management Advisory

Verified by:



M. Plieger  
Consultant Risk Management Advisory

Approved by:



R. Beks  
Ad int. Head of Risk Management Advisory

Copyright © DNV GL 2015. All rights reserved. This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise without the prior written consent of DNV GL. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS. The content of this publication shall be kept confidential by the customer, unless otherwise agreed in writing. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)
- Unrestricted distribution within DNV GL
- Limited distribution within DNV GL after 3 years
- No distribution (confidential)
- Secret

| Rev. No. | Date       | Reason for Issue                               | Prepared by | Verified by | Approved by |
|----------|------------|--|-------------|-------------|-------------|
| 0        | 11-05-2016 | First issue                                    | J. Thalen   | M. Plieger  | R. Beks     |
| 1        | 02-11-2016 | Bevolkingsdata recreatiegebied en volkstuinten | J. Thalen   | M. Plieger  | R. Beks     |



## INHOUDSOPGAVE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INHOUDSOPGAVE</b> .....                                | <b>II</b> |
| <b>SAMENVATTING</b> .....                                 | <b>1</b>  |
| <b>1 INLEIDING</b> .....                                  | <b>2</b>  |
| <b>2 UITGANGSPUNTEN</b> .....                             | <b>3</b>  |
| 2.1 LEIDINGGEGEVENS.....                                  | 3         |
| 2.2 BEVOLKINGSGEGEVENS.....                               | 5         |
| <b>3 RESULTATEN</b> .....                                 | <b>6</b>  |
| 3.1 PLAATSGEBONDEN RISICO .....                           | 6         |
| 3.1.1 Resultaten PR-berekening huidige situatie .....     | 6         |
| 3.1.2 Resultaten PR-berekening toekomstige situatie.....  | 7         |
| 3.1.3 Conclusie PR-berekeningen.....                      | 7         |
| 3.2 GROEPSRISICO .....                                    | 8         |
| 3.2.1 Resultaten GR-berekening huidige situatie.....      | 9         |
| 3.2.2 Resultaten GR-berekening toekomstige situatie ..... | 10        |
| 3.2.3 Conclusie GR-berekeningen .....                     | 10        |
| <b>4 REFERENTIES</b> .....                                | <b>11</b> |

## SAMENVATTING

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleiding W-535-11 van Gasunie Grid Services B.V.. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een verlegging (ca. 1300 meter) door middel van HDD (horizontal directional drilling). De verlegging bevindt zich in de buurt van Leiden.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyse aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen /1, 2, 3/. De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA, versie 1.0.0.52. Het gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.3. De bedrijfsspecifieke parameters van N.V. Nederlandse Gasunie zijn toegepast in de berekeningen.

Uit de berekeningen wordt het volgende geconcludeerd:

### ***Plaatsgebonden risico W-535-11***

Het plaatsgebonden risico van het te verleggen leidingdeel van gastransportleiding W-535-11 voldoet aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen /4/ gestelde voorwaarde dat het PR op een afstand van vier meter gemeten uit het hart van de leiding, die een ontwerpdruk van 40 bar heeft, niet hoger is dan  $10^{-6}$  per jaar.

Ook voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leiding geldt dat het niveau van  $10^{-6}$  per jaar plaatsgebonden risico niet wordt bereikt en dus wordt voldaan aan de voorwaarde dat er zich geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar bevinden.

### ***Groepsrisico W-535-11***

Het groepsrisico nabij de voorgenomen leidingverlegging van de gastransportleiding W-535-11 is zowel voor als na de verlegging kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ gestelde oriëntatiewaarde van  $F \cdot N^2 < 10^{-2}$  per km per jaar, waar F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 11 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.32 \cdot 10^{-8}$  per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 15 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.29 \cdot 10^{-8}$  per jaar.



## 1 INLEIDING

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleiding W-535-11 van Gasunie Grid Services B.V.. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een verlegging (ca. 1300 meter) door middel van HDD (horizontal directional drilling). De verlegging bevindt zich in de buurt van Leiden.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyse aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen /1, 2, 3/. De analyse is 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 1.0.0.52 van CAROLA. Het gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.3. De bedrijfsspecifieke parameters van N.V. Nederlandse Gasunie zijn toegepast in de berekeningen.

## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Leidinggegevens

In deze risicostudie is de geprojecteerde verlegging van de gastransportleiding W-535-11 van Gasunie Grid Services B.V. bestudeerd. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de door N.V. Nederlandse Gasunie verschaft leidinggegevens. Deze leidinggegevens zijn aangeleverd in een bestand met de naam: "Carola W-535-11.xlsx" op 25 april 2016. De leidingparameters die voor de in dit rapport gepresenteerde berekeningen van belang zijn, zijn weergegeven in Tabel 1.

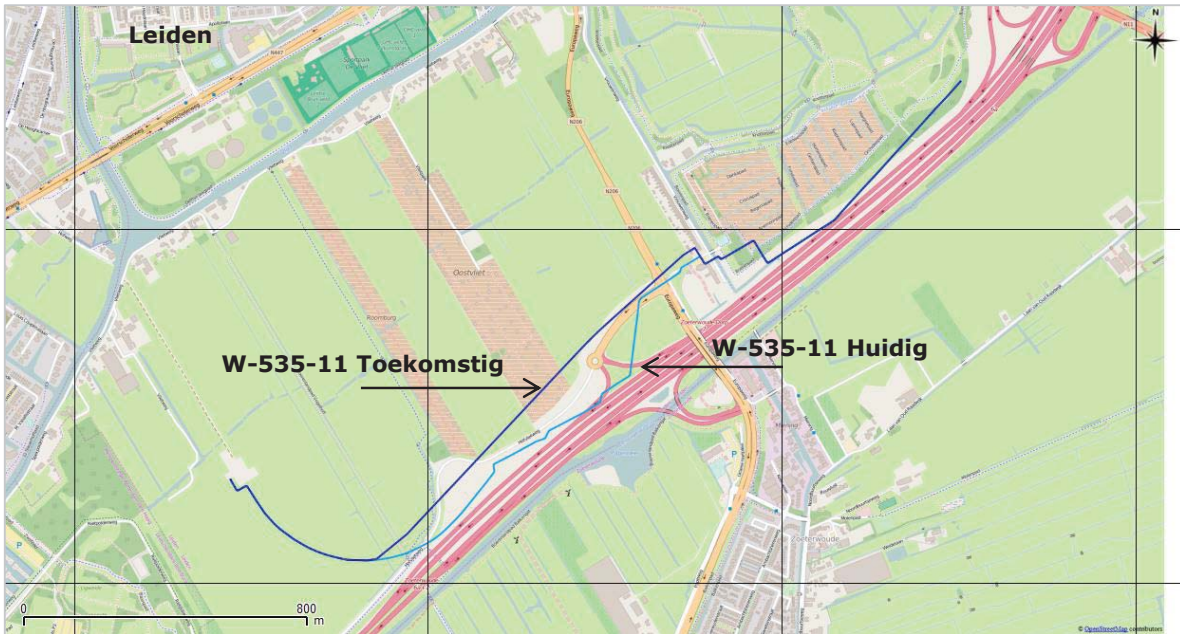
**Tabel 1 Leidingparameters**

| Parameter   | W-535-11     |
|---|--------------|
| Gevaarlijke stof [-]                                  | Aardgas      |
| Diameter [mm]   | 406.4        |
| Wanddikte [ $\text{mm}_{\min}$ - $\text{mm}_{\max}$ ] | 8.7 – 14.27  |
| Rekgrens [ $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ ]            | 241          |
| Ontwerpdruk [barg]                                    | 40           |
| Dekking huidig [ $m_{\min}$ - $m_{\max}$ ]            | 0.47 – 5.16  |
| Dekking toekomstig [ $m_{\min}$ - $m_{\max}$ ]        | 0.47 – 21.59 |

De dekking van gastransportleiding W-535-11 varieert over de lengte van de leiding. In de risicoberekeningen is deze variërende dekking ook toegepast. Er zijn geen mitigerende maatregelen van toepassing op de leiding.

De ligging van de beschouwde leiding, in de huidige en toekomstige situatie, is weergegeven op een noord gerichte topografische kaart in Figuur 1. Het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 komt overeen met het tracé van de geplande verlegging plus een kilometer leiding aan weerszijden tenzij de leiding eerder eindigt, dit is het geval aan de zuidzijde.

In de risicoberekeningen is gebruikgemaakt van de windroos van weerstation Valkenburg. Langs het tracé staan twee Enercon E-70 windturbines. Het Handboek risicozonering windturbines /5/ beschrijft het beleid ten aanzien van windturbines in de nabijheid van een ondergrondse buisleiding van Gasunie. Voor ondergrondse leidingen geldt als afstandscriterium de hoogste waarde van: maximale werpafstand bij nominaal toerental of ashoogte +  $\frac{1}{2}$  rotordiameter. Omdat beide windturbines buiten dit afstandscriterium staan is het niet nodig ze mee te nemen in de kwantitatieve risicoanalyse.



**Figuur 1 Ligging van gastransportleiding W-535-11 vóór (lichtblauw) en ná (donkerblauw) verlegging.**

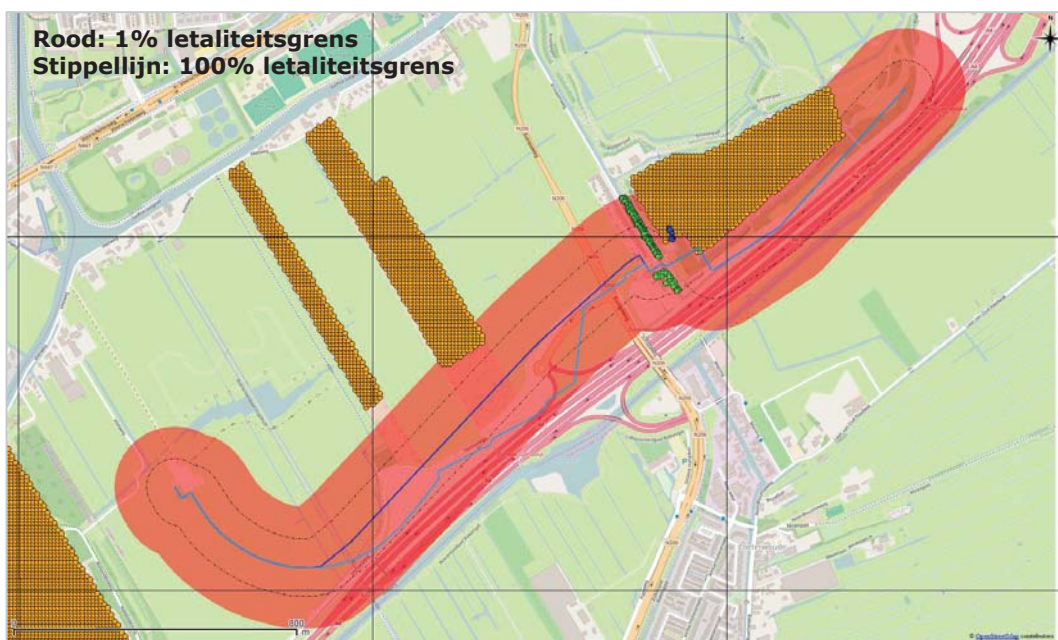
## 2.2 Bevolkingsgegevens

Voor de GR berekeningen van gastransportleiding W-535-11 is voor de bestaande bevolking gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van de Populatieservice van IPO ([populatieservice.demis.nl](http://populatieservice.demis.nl)). Deze data is ontvangen op 28 april 2016. De data bevat per adres onder meer de Rijksdriehoekskoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres. Ook is er gebruik gemaakt van data van de omgevingsdienst West-Holland deze is ontvangen op 27 oktober 2016. De bevolking is weergegeven in Figuur 2. De bevolking van recreatiegebied Vlietland en de verschillende volkstuinten is weergegeven in het oranje.

In Figuur 2 zijn de verschillende adressen rond de W-535-11 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. De bevolkingsdata zoals verkregen van de IPO en de bevolkingsgrids van de volkstuinten en het recreatiegebied zoals ingevoerd in CAROLA zijn meegeleverd in Bijlage A.

Recreatiegebied Vlietland bevat een totaal van 528 personen (50% dag 100% nacht). De volkstuinten hebben een bevolkingsdichtheid van 125 personen/ha (100% dag 100% nacht) met een aanwezigheid van 40% gedurende het jaar.

Voor zover bekend zijn er geen nieuwbouwplannen binnen het invloedsgebied van de leiding die meegenomen dienen te worden in de berekening.



**Figuur 2 Bevolkingsgegevens rondom de W-535-11 zoals aangeleverd door de populatieservice van IPO en omgevingsdienst West-Holland.**



### 3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde berekeningen en analyses voor gastransportleiding W-535-11.

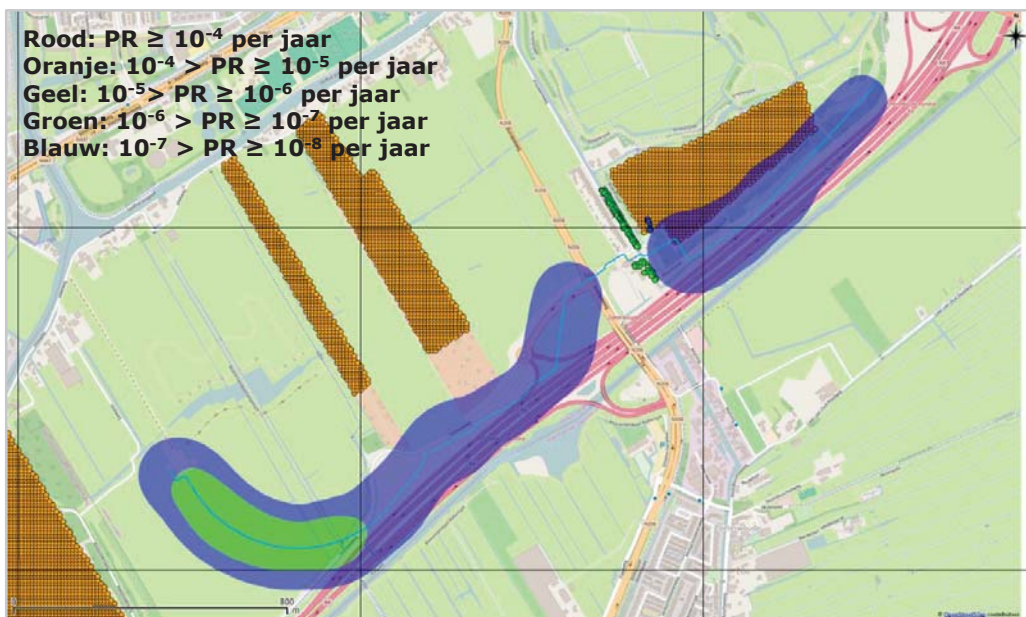
#### 3.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ gedefinieerd als "het risico op een plaats nabij een buisleiding, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die bepaalde plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval met die buisleiding". Het plaatsgebonden risico wordt weergegeven door contouren rondom de leiding met risicowaardes van, indien aanwezig,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per jaar.

Voor gastransportleiding W-535-11 is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd voor zowel de huidige als toekomstige situatie. De resultaten van deze berekening worden in deze paragraaf weergegeven.

##### 3.1.1 Resultaten PR-berekening huidige situatie

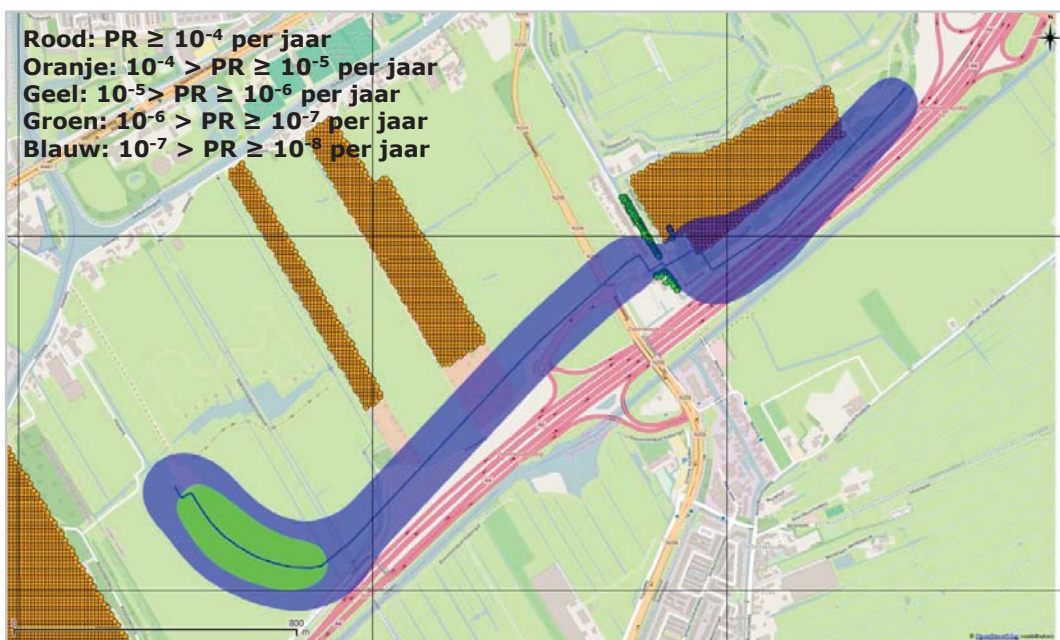
In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie; voor verlegging van de leiding. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 3. De leiding is aangegeven in lichtblauw. In dit figuur worden, indien aanwezig, de  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per jaar PR-contouren weergegeven.



**Figuur 3 PR van gastransportleiding W-535-11 (lichtblauw) in de huidige situatie.**

### 3.1.2 Resultaten PR-berekening toekomstige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie; na verlegging van de leiding. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 4. De leiding is aangegeven in donkerblauw. In dit figuur worden, indien aanwezig, de  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per jaar PR-contouren weergegeven.



**Figuur 4 PR van gastransportleiding W-535-11 (donkerblauw) in de toekomstige situatie.**

### 3.1.3 Conclusie PR-berekeningen

Het plaatsgebonden risico van het te verleggen leidingdeel van gastransportleiding W-535-11 voldoet aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen /4/ gestelde voorwaarde dat het PR op een afstand van vier meter gemeten uit het hart van de leiding, die een ontwerpdruk van 40 bar heeft, niet hoger is dan  $10^{-6}$  per jaar.

Ook voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leiding geldt dat het niveau van  $10^{-6}$  per jaar plaatsgebonden risico niet wordt bereikt en dus wordt voldaan aan de voorwaarde dat er zich geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar bevinden.

## 3.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is een maat om de kans weer te geven dat een incident met meerdere dodelijke slachtoffers voorkomt. Het wordt in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ gedefinieerd als "de cumulatieve kansen per jaar per kilometer buisleiding dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een buisleiding en een ongewoon voorval met die buisleiding".

Het groepsrisico wordt berekend door rondom elk punt op de leiding een segment van een kilometer te kiezen, dat gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding wordt een FN-curve<sup>1</sup> berekend, welke wordt vergeleken met de oriëntatiewaarde<sup>2</sup> van het groepsrisico. Uit de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde volgt de overschrijdingsfactor<sup>3</sup>. Vervolgens wordt voor alle punten op de leiding deze maximale overschrijdingsfactor in een grafiek uiteengezet, waaruit het maximum voor de beschouwde leiding kan worden bepaald. Dit maximum wordt gerapporteerd als het groepsrisico. Als een buisleiding een totale lengte heeft van minder dan 1 km, dan wordt de FN-curve berekend voor de volledige buisleiding. De oriëntatiewaarde blijft ongewijzigd ( $F \cdot N^2 = 0.01$  per km per jaar).

---

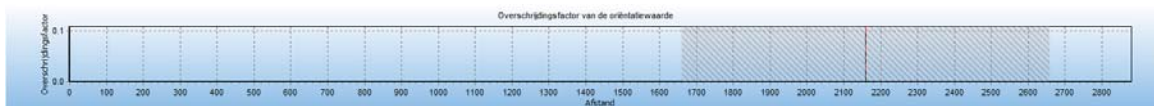
<sup>1</sup> De handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico /3/ omschrijft: "Het groepsrisico wordt weergegeven als een curve in een grafiek met twee logaritmisch geschaalde assen, de zogenaamde FN-curve. Op de y-as wordt de cumulatieve frequentie F (per jaar) uitgezet en op de x-as het aantal te verwachten slachtoffers N. De curve geeft het verband tussen de omvang van de getroffen groep (N) en de kans (F) dat in één keer een groep van ten minste die omvang komt te overlijden".

<sup>2</sup> Met de oriëntatiewaarde wordt in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ bedoeld "de lijn die de kans weergeeft op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste  $10^{-4}$  per jaar en de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste  $10^{-6}$  per jaar".

<sup>3</sup> 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.

### 3.2.1 Resultaten GR-berekening huidige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie.



**Figuur 5 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de W-535-11.**



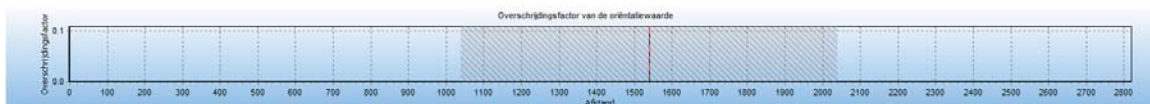
**Figuur 6 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het rood weergegeven op een topografische kaart.**



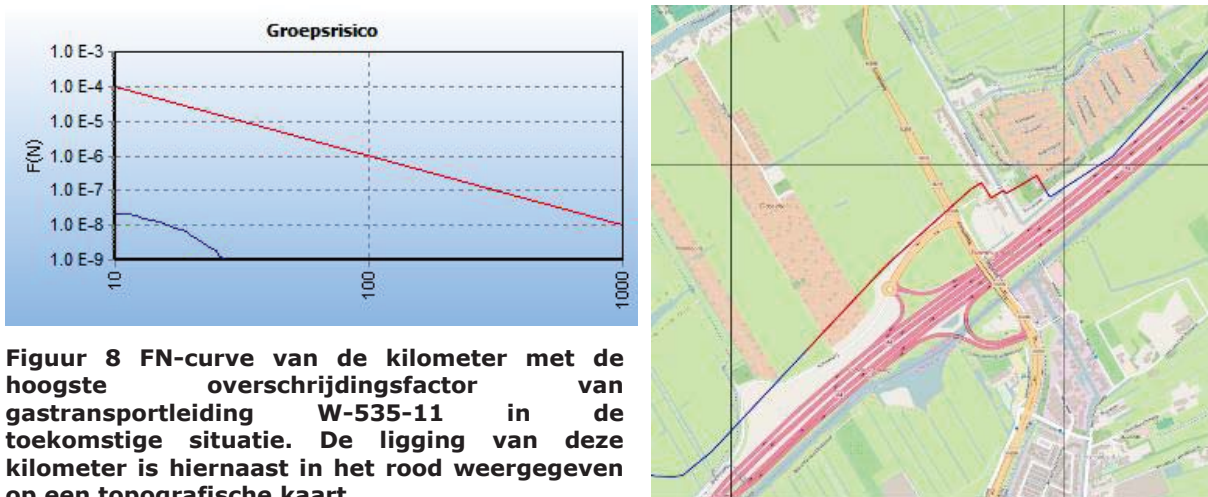
De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 11 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.32 \cdot 10^{-8}$  per jaar.

### 3.2.2 Resultaten GR-berekening toekomstige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie.



**Figuur 7 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de W-535-11.**



**Figuur 8 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het rood weergegeven op een topografische kaart.**

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 15 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.29 \cdot 10^{-8}$  per jaar.

### 3.2.3 Conclusie GR-berekeningen

Het groepsrisico van gastransportleiding W-535-11 is vergeleken met de oriëntatiewaarde voor buisleidingen, zijnde  $F \cdot N^2 < 10^{-2}$  per km per jaar waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers. De verhouding tussen de oriëntatiewaarde en de FN-curve wordt gekenmerkt door de overschrijdingsfactor, die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd (overschrijdingsfactor < 1) dan wel wordt overschreden (overschrijdingsfactor > 1).

Het groepsrisico nabij de voorgenomen leidingverlegging van de gastransportleiding W-535-11 is zowel voor als na de verlegging kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /1/ gestelde oriëntatiewaarde van  $F \cdot N^2 < 10^{-2}$  per km per jaar, waar F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de huidige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 11 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.32 \cdot 10^{-8}$  per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-535-11 in de toekomstige situatie bedraagt 0.0 (afgerond) en wordt gevonden bij 15 slachtoffers (N) en een frequentie (F) van  $1.29 \cdot 10^{-8}$  per jaar.

## 4 REFERENTIES

- /1/ Besluit externe veiligheid buisleidingen. Staatsblad 2010 nr. 686, 17 september 2010.  
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265>
- /2/ Handleiding Risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen. RIVM. Versie 2.0, 1 juli 2014  
<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:253849&type=org&disposition=inline>
- /3/ Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. I&M. Versie 1.0, november 2007.  
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>
- /4/ Regeling externe veiligheid buisleidingen. Staatscourant 2013 nr. 33852, 3 december 2013.  
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0029356>
- /5/ Handboek risicozonering windturbines. Opgesteld door DNV GL in opdracht van RVO, versie 3.1 september 2014.  
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/Handboek%20Risicozonering%20Windturbines%20versie%20september%202014.pdf>



## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.