

**KWANTITATIEVE RISICOANALYSE**

# **500781 GFSWR - DLFZL**

**aQuaintance B.V.**

**Rapport nr.:** 10013821, Rev. 0

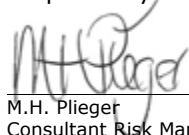
**Datum:** 15-02-2016



Rapport titel:	Kwantitatieve risicoanalyse	DNV GL – Oil & Gas
Klant:	500781 GFSWR - DLFZL	Risk Management Advisory
Klant contact:	aQuaintance B.V.	
Datum:	Harry Schriemer	Energieweg 17
Project nr.:	15-02-2016	9743 CA Groningen
DNV GL afdeling:	GCS.122788	
Rapport nr.:	Risk Management Advisory	Tel: +31 50 700 9700
	10013821, Rev. 0	

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:

Prepared by:



M.H. Plieger  
Consultant Risk Management Advisory

Verified by:



D. Triezenberg  
Consultant Risk Management Advisory

Approved by:



M. Bakker  
Head of Risk Management Advisory NL

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

Copyright © DNV GL 2016. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

#### DNV GL Distribution:

- Unrestricted distribution (internal and external)
- Unrestricted distribution within DNV GL Group
- Unrestricted distribution within DNV GL contracting party
- No distribution (confidential)

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0	15-02-2016	First issue	M.H. Plieger	D. Triezenberg	M. Bakker

## INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE .....	II
SAMENVATTING .....	1
<b>1 INLEIDING .....</b>	<b>2</b>
<b>2 UITGANGSPUNTEN .....</b>	<b>2</b>
2.1 BESCHRIJVING GEVAARLIJKE STOF .....	2
2.2 LEIDINGGEGEVENS.....	2
2.3 FAALFREQUENTIES.....	4
2.3.1 <i>Faalfrequentie ‘stand-der-techniek-voorwaarden’</i> .....	4
2.3.2 <i>Mitigerende maatregelen</i> .....	4
2.4 PLASBRAND BERKENING .....	5
2.5 POPULATIEGEGEVENS.....	6
<b>3 RESULTATEN .....</b>	<b>9</b>
3.1 PLAATSGEBONDEN RISICO .....	9
3.2 GROEPSRISICO .....	10
<b>4 CONCLUSIES.....</b>	<b>11</b>
4.1 PLAATSGEBONDEN RISICO .....	11
4.2 GROEPSRISICO .....	11
<b>5 REFERENTIES.....</b>	<b>12</b>

### Appendix A IPO Populatiedata



## SAMENVATTING

Dit rapport presenteert de uitgangspunten en resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd voor aardgascondensaatleiding 500781 van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM). De NAM is voornemens deze leiding aan te leggen tussen NAM locatie Geefsweer en NAM locatie Delfzijl.

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd conform het voorschrift uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, Module C /1/. De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL versie 6.54 en op basis van de leidinggegevens zoals door aQuaintance B.V. en Tebodin Nederland B.V. aangeleverd.

### **Conclusie plaatsgebonden risico:**

Het plaatsgebonden risico van aardgascondensaatleiding 500781 voldoet aan de voorwaarden zoals gesteld in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /2/; het plaatsgebonden risico bereikt niet het niveau van  $10^{-6}$  per jaar.

### **Conclusie groepsrisico:**

Aardgascondensaatleiding 500781 heeft geen scenario waarbij er 10 of meer slachtoffers vallen, hierdoor is er conform de definitie gegeven in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen /2/ geen sprake van groepsrisico.

## 1 INLEIDING

Dit rapport presenteert de uitgangspunten en resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd voor aardgascondensaatleiding 500781 van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM). De NAM is voornemens deze leiding aan te leggen tussen NAM locatie Geefsweer en NAM locatie Delfzijl.

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd conform het voorschrift uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, Module C /1/. De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL versie 6.54 en op basis van de leidinggegevens zoals door aQuaintance B.V. en Tebodin Nederland B.V. aangeleverd.

## 2 UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Beschrijving gevaarlijke stof

De samenstelling van aardgascondensaat is niet constant in de tijd en verschilt per winningslocatie. Het aardgascondensaat bestaat uit vloeistoffracties van koolwaterstoffen die geproduceerd worden bij de winning van aardgas. Tevens kan een waterfractie tot 90% aanwezig zijn. Het aardgascondensaat wordt door NAM opgeslagen in atmosferische tanks. De relevante parameters zijn afhankelijk van de samenstelling. Het aardgascondensaat wordt in de risicoberekeningen gemodelleerd als zuiver aardgascondensaat en conform /1/, uitgevoerd met als voorbeeldstof n-octaan. Dit is conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, Module C /1/.

### 2.2 Leidinggegevens

**Tabel 2-1 Leidinggegevens aardgascondensaatleiding 500781**

<b>Parameter</b>	<b>Waarde</b>
Gevaarlijke stof [-]	Aardgascondensaat
Diameter [mm]	219.1
Wanddikte [mm]	5
Materiaalsoort [N/mm <sup>2</sup> ]	550 (25 Cr super duplex)
Druk [barg]	50
Diepteligging [m]	1.5

De ligging van de leiding is weergegeven op een topografische kaart in Figuur 2-1, de totale lengte van de leiding is ongeveer 3580 meters. De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met de bedrijfsspecifieke parameters van NAM en er is gebruik gemaakt van de windroos van weerstation Eelde.



**Figuur 2-1 Ligging aardgascondensaatleiding 500781 Geefsweer – Delfzijl.**

## 2.3 Faalfrequenties

Deze paragraaf beschrijft de faalfrequenties gebruikt in de berekening en de risicoreducerende maatregelen die van toepassing zijn op aardgascondensaatleiding 500781. Informatie over de risicoreducerende maatregelen is aangeleverd door Tebodin Nederland B.V. in overleg met de NAM.

### 2.3.1 Faalfrequentie 'stand-der-techniek-voorwaarden'

Aardgascondensaatleiding 500781 voldoet aan alle voorwaarden voor een 'stand-der-technieken' leiding zoals gesteld in tabel 13 'Randvoorwaarden voor buisleidingen voor stand der techniek' in de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, Module C /1/. Dit betekent dat de faalfrequenties uit paragraaf 3.2 van de Handleiding Risicorekeningen Bevb, Module C /1/ zijn gebruikt in de berekening, deze faalfrequenties per faalscenario zijn gegeven in Tabel 2-2.

**Tabel 2-2 Faalfrequentie per faalscenario 'stand-der-technieken' leiding**

Faalscenario	Faalfrequentie [ $\text{km}^{-1} \text{jaar}^{-1}$ ]	Fractie totaal [%]
Schade door derden	$17.7 \cdot 10^{-6}$	47.9
Mechanisch falen	$7.96 \cdot 10^{-6}$	21.5
Interne corrosie	$1.41 \cdot 10^{-6}$	3.8
Externe corrosie	$4.25 \cdot 10^{-6}$	11.5
Natuurlijke oorzaken	$2.26 \cdot 10^{-6}$	6.1
Operationeel/overig	$3.40 \cdot 10^{-6}$	9.2
<b>Totaal</b>	<b><math>3.70 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b>100</b>

### 2.3.2 Mitigerende maatregelen

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de mitigerende maatregelen die van toepassing zijn op de verschillende faaloorzaken zoals vermeld in Tabel 2-2. Een samenvatting van alle correctiefactoren en de uiteindelijke faalfrequentie is gegeven in Tabel 2-3.

#### Mitigerende maatregel ter voorkoming van schade door derden

De faalfrequentie voor schade door derden is gecorrigeerd met de volgende factoren:

- Diepteligging: de diepteligging is gebruikt bij de bepaling van de faalfrequentie ten gevolge van schade door derden. The correctiefactor is:

$$Factor = e^{-2.4 \cdot (0.84 - z)} \quad (1)$$

waarbij,  $z$  = diepteligging leiding [m]

- Cluster 2: waarschuwinglint. De correctiefactor voor waarschuwinglint is 1.67.

#### Mitigerende maatregelen ter voorkoming van overige faaloorzaken

Voor de overige faaloorzaken (mechanisch falen, interne en externe corrosie, natuurlijke oorzaken en operationele oorzaken / overig) zijn de volgende correctiefactoren toegepast:

- Mechanisch falen: geen correctiefactor van toepassing.
- Interne corrosie: Het medium dat getransporteerd wordt is niet-corrosief ten opzichte van het materiaal van de leiding (25 Cr super duplex).Tevens wordt interne corrosie door zwerfstromen gemitigeerd door KB ontwerp. Interne corrosie kan uitgesloten worden als faaloorzaak (correctiefactor  $\infty$ ).

- Externe corrosie: Het materiaal van de leiding (25 Cr super duplex) is niet-corrosief ten opzichte van de grond in de omgeving van de leiding. Tevens is externe corrosie veroorzaakt door gelijkstroom en wisselspanning gemitigeerd door hier rekening mee te houden bij de route selectie en door het KB ontwerp. Externe corrosie kan uitgesloten worden als faaloorzaak (correctiefactor  $\infty$ ).
- Natuurlijke oorzaken: Zettingen en de daardoor veroorzaakte spanningen worden berekend en stresstechnisch geëvalueerd, welke door Notified Body worden beoordeeld; ontoelaatbare zettingen zijn uitgesloten. De toegepaste correctiefactor is 10.
- Operationeel/overig: geen correctiefactor van toepassing.

**Tabel 2-3 Faalfrequentie per faaloorzaak met correctiefactoren**

Faaloorzaak	Faalfrequentie [km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> ]	Correctiefactor	Gecorrigeerde faalfrequentie [km <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup> ]
Schade door derden	17.7 · 10 <sup>-6</sup>	4.9 <sup>1</sup> (bij diepte 1.5 m) * 1.67 <sup>2</sup>	2.17 · 10 <sup>-6</sup>
Mechanisch falen	7.96 · 10 <sup>-6</sup>	-	7.96 · 10 <sup>-6</sup>
Interne corrosie	1.41 · 10 <sup>-6</sup>	$\infty$	0
Externe corrosie	4.25 · 10 <sup>-6</sup>	$\infty$	0
Natuurlijke oorzaken	2.26 · 10 <sup>-6</sup>	10	2.26 · 10 <sup>-7</sup>
Operationeel/overig	3.40 · 10 <sup>-6</sup>	-	3.40 · 10 <sup>-6</sup>
<b>Totaal</b>	<b>3.70 · 10<sup>-5</sup></b>		<b>Totaal 1.38 · 10<sup>-5</sup></b>

## 2.4 Plasbrand berekening

Aardgascondensaat is gecategoriseerd als een K1-vloeistof. Voor het berekenen van de risico's en effecten van falen van een aardgascondensaatleiding moet het plasbrand-model gebruikt worden /1/.

Plasbranden worden gemodelleerd als een ronde plas met een vloeistofniveau (plashoogte) van 5 cm. De diameter van de plas hangt af van de hoeveelheid vloeistof die uitstroomt bij breuk. Conform /1/, wordt het totale uitstroom volume berekend door de sommatie van de volgende bijdrages:

1. De hoeveelheid vloeistof vrijgekomen binnen de afslagtijd van de pomp ( $V_{30min}$ )
2. Uitstroming ten gevolge van de expansie van de samengedrukte vloeistof ( $V_{expansie}$ )

De hoeveelheid vloeistof vrijgekomen binnen de afslagtijd van de pomp wordt berekend door het debiet te vermenigvuldigen met de afslagtijd. Conform /1/ is ingrijpen na 1800 seconden (half uur) succesvol en dit is dus als maximale uitstroomduur aangehouden.

Het uitstroom volume als gevolg van expansie van de samengedrukte vloeistof wordt berekend met behulp van formule (2):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot P \cdot C_e \quad (2)$$

Waarbij,

- V      uitstroomvolume [m<sup>3</sup>]  
D      interne diameter van de leiding[m]

<sup>1</sup> Correctiefactor schade door derden ten gevolge van diepteligging.

<sup>2</sup> Correctiefactor schade door derden ten gevolge van waarschuwingsslint.



- L lengte van de leiding tussen de pompen<sup>3</sup> [m]
- P druk[Pa]
- C<sub>e</sub> compressibiliteit van het product [m<sup>2</sup>/N]

Voor de compressibiliteit van het product is  $0.88 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{N}$  gebruikt /3/. Voor aardgascondensaatleiding 500781 is de uitstroom ten gevolge van expansie van de samengedrukte vloeistof gelijk aan  $0.6 \text{ m}^3$ .

De totale uitstroom van aardgascondensaat is de sommatie van 1 en 2. De berekende volumes voor de verschillende debieten zijn gegeven in Tabel 2-4.

Naast de eerder genoemde eisen dient ook rekening gehouden te worden met de terugstroming vanuit de opslagtanks, wanneer dit scenario niet uitgesloten kan worden. In dit geval van de NAM kan terugstroming van zowel upstream als downstream uitgesloten worden. Upstream kan uitgesloten worden door het gebruik van de plunjerpompen (voorkomen terugstroming van vloeistof). Terugstroming vanuit downstream kan uitgesloten worden door het ontwerp van de tank.

De diameter van de plasbrand wordt conform /1/, gegeven door formule (3):

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{V_{\text{total}}}{\pi \cdot h}} \quad (3)$$

Waarbij,

- d diameter van de plasbrand [m]
- V<sub>totaal</sub> totaal uitstroomvolume [m<sup>3</sup>]
- h hoogte plasbrand [m] (standaard waarde: 0.05 m)

De plasbranddiameters met bijbehorende tijdsfracties zoals gebruikt in de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 2-4.

**Tabel 2-4 Uitstroomvolumes en plasbranddiameters per debiet**

Debiet	Tijdsfractie	V <sub>30min</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>expansie</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>totaal</sub> [m <sup>3</sup> ]	Plasbrand diameter [m]
2640 m <sup>3</sup> /dag	¼ van het jaar	55	0.6	55.6	37.6
1320 m <sup>3</sup> /dag	¾ van het jaar	27.5	0.6	28.1	26.7
250 m <sup>3</sup> /uur	1 uur per maand	125	0.6	125.6	56.6

## 2.5 Populatiegegevens

Binnen de plaatsgebonden risicocontour van de leiding van  $10^{-30}$  per jaar bevolkingsgegevens opgevraagd bij de populatieservice van IPO ([populatieservice.demis.nl](http://populatieservice.demis.nl)). Deze contour is gebruikt omdat SAFETI-NL niet de mogelijkheid heeft om de effectafstand (1% letaliteitsgrens) van de leiding weer te geven. De  $10^{-30}$  per jaar plaatsgebonden risicocontour komt nagenoeg overeen met de effectafstand. De 1% letaliteitsgrens ligt op ongeveer 55 meter van aardgascondensaatleiding 500781.

Deze data van de populatieservice van IPO is ontvangen op 9 februari 2016. De data bevat onder andere de coördinaten, het aantal personen en de functie van de locatie (bijvoorbeeld werken of wonen). Alle populatiedata verkregen van de populatiedata is weergegeven in Appendix A.

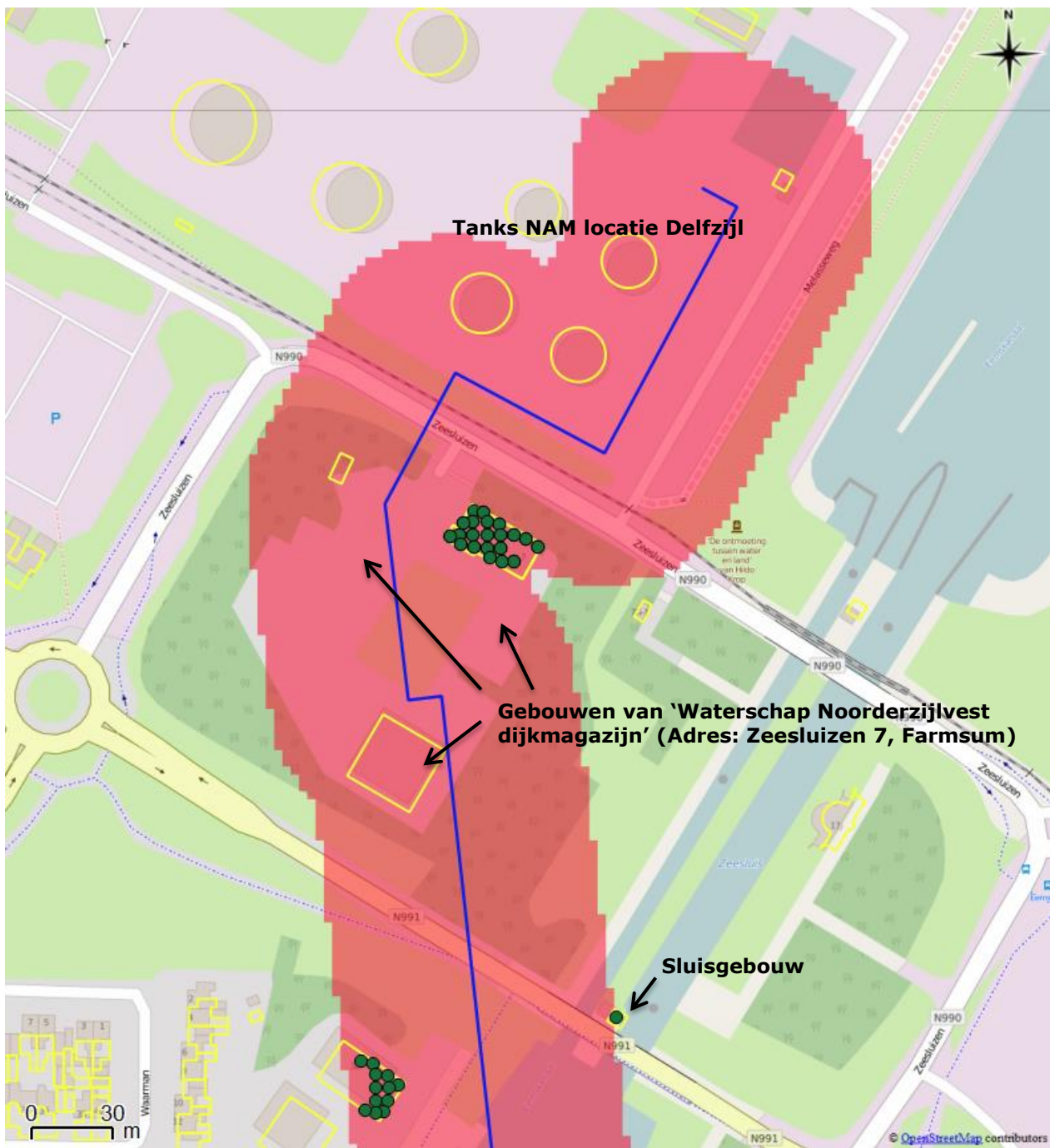
<sup>3</sup> Voor leiding 500781 is de lengte van de totale leiding (tussen NAM locatie Geefswear en NAM locatie Delfzijl) gebruikt.

Naast de populatiedata van IPO is er ook een inventarisatie van de gebouwen binnen de effectafstand van de aardgascondensaatleiding met behulp van BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen) data gemaakt. Voor deze inventarisatie is de 'Pand' data van BAG gebruikt. Binnen de effectafstand van de aardgascondensaatleiding bevinden zich enkel panden en populatie in de nabijheid van NAM locatie Delfzijl. In Figuur 2-3 is ingezoomd op dit gebied. Aan de populatiedata van IPO is het sluisgebouw toegevoegd, hiervoor is aangenomen dat zich er één persoon gedurende de dag bevindt.

In Figuur 2-2 is zowel de bevolkingsdata van IPO als de pand data van BAG weergegeven binnen de effectafstand van de leiding.



**Figuur 2-2** Overzicht bevolkingsgegevens (IPO data + sluisgebouw met groen stippen; BAG data in geel) binnen invloedsgebied van de leiding (rood).



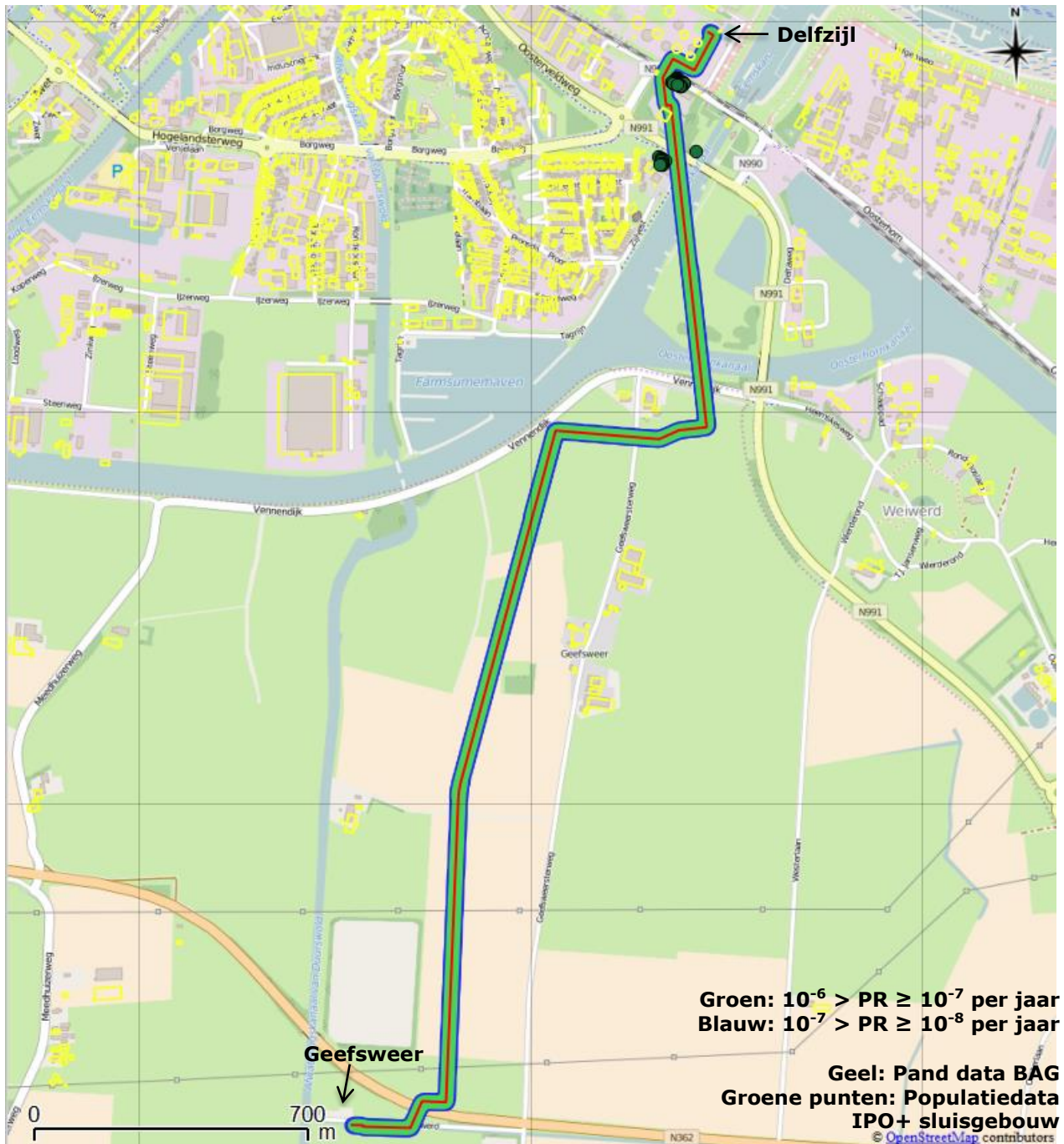
**Figuur 2-3 Inventarisatie gebouwen binnen effectafstand (rood). De 'Pand' data van BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen) is geel omlind weergegeven, de populatiegegevens van IPO is weergegeven met blauwe punten.**

### 3 RESULTATEN

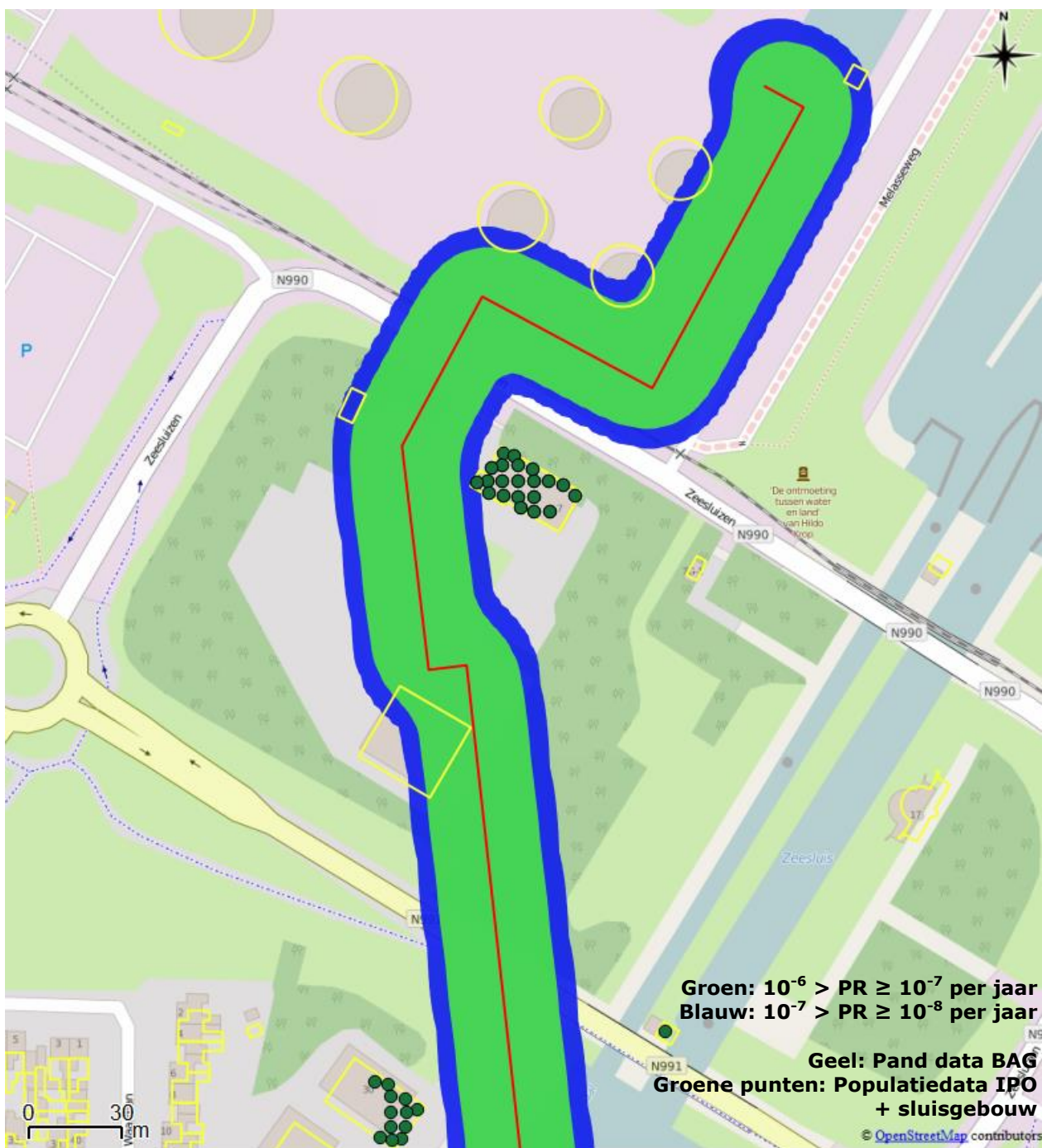
Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de uitgevoerde plaatsgebonden en groepsrisicoberekeningen.

#### 3.1 Plaatsgebonden risico

Voor aardgastransportleiding 500781 is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 3-1. In Figuur 3-2 is ingezoomd op de leiding nabij locatie Delfzijl.



**Figuur 3-1 Resultaten plaatsgebonden risico 500781(leiding in rood)**



**Figuur 3-2 Resultaten plaatsgebonden risico 500781 ingezoomd op locatie Delfzijl**

### 3.2 Groepsrisico

Aardgascondensaatleiding 500781 heeft geen scenario waarbij er 10 of meer slachtoffers vallen, hierdoor is er conform de definitie gegeven in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen /2/ geen sprake van groepsrisico.



## 4 CONCLUSIES

### 4.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico van aardgascondensaatleiding 500781 voldoet aan de voorwaarden zoals gesteld in het Besluit externe veiligheid buisleidingen /2/; het plaatsgebonden risico bereikt niet het niveau van  $10^{-6}$  per jaar.

### 4.2 Groepsrisico

Aardgascondensaatleiding 500781 heeft geen scenario waarbij er 10 of meer slachtoffers vallen, hierdoor is er conform de definitie gegeven in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen /2/ geen sprake van groepsrisico.

## 5 REFERENTIES

- /1/ Handleiding Risicoberekeningen Bevb. RIVM. Versie 2.0, 1 juli 2014  
[http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:253849&type=org&disposition=inline&ns\\_nc=1](http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:253849&type=org&disposition=inline&ns_nc=1)
- /2/ Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen. Staatsblad 2010 nr. 686, 17 september 2010.  
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265>
- /3/ Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. I&M. Versie 1.0, november 2007.  
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>

## APPENDIX A

### IPO Populatie data

#### Industrie (dag 100% / nacht 30%)

<u>RDX</u>	<u>RDY</u>	<u>Aantal</u>
258323.9	593655.9	0.15
258327.6	593654.7	0.02
258329	593651.4	0.2
258324.2	593651.6	0.21
258333.3	593650.2	0.07
258338.7	593645.9	0.14
258334.2	593646.6	0.21
258329.2	593646.6	0.21
258342.9	593642.4	0.12
258339.2	593641.6	0.21
258334.2	593641.6	0.21
258329.2	593641.6	0.21
258338.8	593636.9	0.17
258334.2	593636.6	0.21
258329.3	593636.7	0.2
258325	593637.9	0.07
258337.5	593632.9	0.04
258334.5	593632.3	0.15
258330.7	593633.5	0.02
258370.3	593853	0.08
258373.8	593852.3	0.02
258375.1	593849.1	0.16
258370.1	593849.2	0.16
258366.6	593848.4	0.05
258379.7	593848.1	0.09
258384.9	593844.1	0.16
258380.1	593844.2	0.16
258375.1	593844.2	0.16
258370.1	593844.2	0.16
258365.1	593844.3	0.17
258361.7	593843.7	0.06
258389.5	593842.8	0.06
258393.6	593839.5	0.06
258390.1	593839.2	0.16
258385.1	593839.2	0.16
258380.1	593839.2	0.16
258375.1	593839.2	0.16
258370.2	593839.5	0.14
258365.7	593840.5	0.07
258389.7	593834.4	0.13
258385.1	593834.2	0.16
258380.4	593834.6	0.13
258376.1	593835.8	0.04
258388.6	593830.2	0.04
258385.7	593830.5	0.06

#### Kantoor/kliniek/onderwijs/winkel (dag 100% / nacht 0%)

<u>RDX</u>	<u>RDY</u>	<u>Aantal</u>
258370.3	593853	0.1
258373.8	593852.3	0.03
258375.1	593849.1	0.19
258370.1	593849.2	0.2
258366.6	593848.4	0.06
258379.7	593848.1	0.11
258384.9	593844.1	0.19
258380.1	593844.2	0.2
258375.1	593844.2	0.2
258370.1	593844.2	0.2
258365.1	593844.3	0.21
258361.7	593843.7	0.07
258389.5	593842.8	0.08
258393.6	593839.5	0.07
258390.1	593839.2	0.2
258385.1	593839.2	0.2
258380.1	593839.2	0.2
258375.1	593839.2	0.2
258370.2	593839.5	0.17
258365.7	593840.5	0.08
258389.7	593834.4	0.16
258385.1	593834.2	0.2
258380.4	593834.6	0.16
258376.1	593835.8	0.05
258388.6	593830.2	0.05
258385.7	593830.5	0.08







## **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.