EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

DOMINICANENSTRAAT 34, LANGENBOOM

Opdrachtgever:	Tritium Advies
Projectnr:	TRI001-0001
Datum:	15 juli 2019

EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

DOMINICANENSTRAAT 34, LANGENBOOM

Opdrachtgever:	Tritium Advies
Projectnr:	TRI001-0001
Rapportnr:	20190715-TRI001-CAR 1.0
Status:	Definitief
Datum:	15 juli 2019

Opsteller:
P. Coenen

Verificatie:
R. van Hooy

Validatie:
R. van Hooy

T 088 - 33 66 333
F 088 - 33 66 099
E info@kragten.nl

ISO 9001
ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification

© 2018 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze
toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 7

2 BUISLEIDINGEN 9

2.1 Inleiding 9

2.2 Wettelijk kader 9

2.3 Inventarisatie lokale buisleidingen 9

2.4 Plaatsgebonden risico 10

2.5 Berekening hoogte groepsrisico 11

2.5.1 Huidige situatie 11

2.5.2 Toekomstige situatie 11

2.6 Berekening groepsrisico buisleiding A-665-deel-1 11

2.6.1 Huidige situatie 11

2.6.2 Toekomstige situatie 12

3 SAMENVATTING EN CONCLUSIE 15

BIJLAGEN

B1 RAPPORTAGE CAROLA, HUIDIGE SITUATIE

B2 RAPPORTAGE CAROLA, TOEKOMSTIGE SITUATIE

1 INLEIDING

In opdracht van Tritium Advies is door Kragten een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen ten behoeve van de realisatie van het nieuwbouwplan aan de Dominicanenstraat 34 te Langenboom. Het voornemen is om op de beoogde locatie woningbouw te realiseren.

In het kader van de ruimtelijke ordening is onderzoek gedaan naar de externe veiligheidsrisico's vanwege het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen. Het plangebied is gelegen binnen het invloedsgebied van een hogedruk aardgasleiding. Door middel van onderhavig onderzoek is de hoogte van het groepsrisico van de buisleiding ter hoogte van het plangebied in kaart gebracht. De berekening heeft overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA. In afbeelding 1 is de globale ligging van het plangebied en de buisleiding weergegeven.

Afbeelding 1 Schematische ligging van het plangebied t.o.v. de buisleidingen

2 BUISLEIDINGEN

2.1 Inleiding

Bij de realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten dient rekening te worden gehouden met het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen waarvoor bepaalde aan te houden risicoafstanden gelden. Deze afstanden zijn onder andere afhankelijk van de aard van de stof, de druk waaronder deze wordt getransporteerd en de diepteligging, de diameter en wanddikte van de buisleiding. Ten aanzien van de externe veiligheid gaat het met name om de risico's in het geval er iets fout gaat met een hogedruk aardgastransportleiding.

2.2 Wettelijk kader

Het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) zijn op 1 januari 2011 in werking getreden. Het Bevb regelt onder andere welke veiligheidsafstanden moeten worden aangehouden rond buisleidingen met gevaarlijke stoffen. De normstelling is in lijn met het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

Het begrip risico wordt in beeld gebracht door middel van twee begrippen: het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het PR is de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats langs een buisleiding verblijft, komt te overlijden als gevolg van een incident met het transport van gevaarlijke stoffen door die buisleiding. De hoogte van het GR representeert de kans per jaar per kilometer buisleiding dat een groep van 10 of meer personen in de omgeving van de buisleiding in één keer het dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval met die buisleiding.

Voor hogedruk aardgasleidingen is sinds 1 mei 2010 het rekenpakket CAROLA beschikbaar voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen. CAROLA staat voor: Computer Applicatie voor Risicoberekeningen aan Ondergrondse Leidingen met Aardgas. Het rekenpakket is gebaseerd op een rekenmethodiek die is ontwikkeld door Gasunie en het RIVM.

2.3 Inventarisatie lokale buisleidingen

Door de gemeente Mill en Sint Hubert zijn de leidingdata binnen het inventarisatiegebied rondom het plangebied opgevraagd bij de leidingbeheerder Gasunie. De beschikbaar gestelde leidinggegevens kunnen in het rekenprogramma CAROLA worden ingelezen om invloedsgebieden inzichtelijk te maken waarbinnen de hoogte van het groepsrisico bepaald dient te worden.

In afbeelding 2 zijn de daadwerkelijke invloedsgebieden, zoals bepaald met het programma CAROLA, weergegeven.

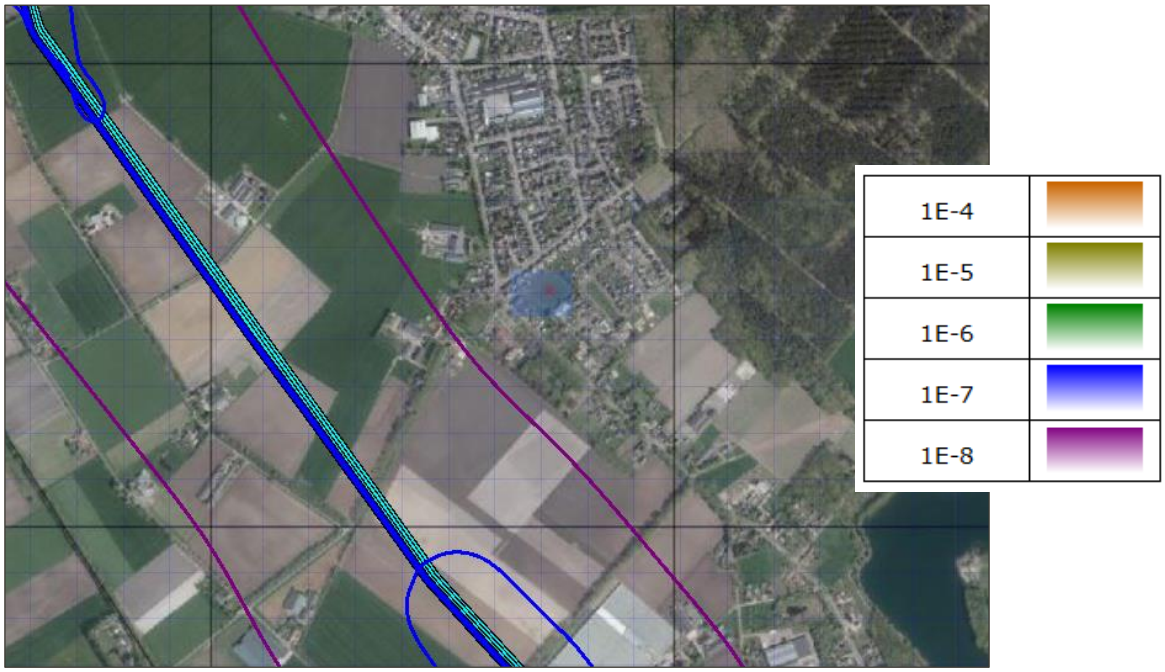
Afbeelding 2 Uitsnede CAROLA invloedsgebied buisleidingen

Het plangebied is deels gelegen binnen de 1%-letaliteitsafstand voor externe veiligheid van de buisleiding A-665-deel-1. Op grond van de ligging van het plangebied ten opzichte van deze buisleiding is hoogte van het groepsrisico voor deze buisleidingen inzichtelijk gemaakt.

De overige buisleidingen zijn niet relevant voor deze planontwikkeling.

2.4 Plaatsgebonden risico

Uit de berekening met behulp van het programma CAROLA blijkt dat voor de A-665-deel-1 geen 10^{-6}-risicocontour ter hoogte van het plangebied wordt berekend.



Afbeelding 3 Uitsnede CAROLA plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico vormt derhalve geen aandachtspunt voor het plangebied.

2.5 Berekening hoogte groepsrisico

Omdat het plangebied is gelegen binnen de 1% letaliteitsafstand van de genoemde buisleidingen, is met behulp van het programma CAROLA de hoogte van het groepsrisico inzichtelijk gemaakt. Het plan omvat de realisatie van een woningbouwproject, met een hogere personendichtheid als gevolg, waardoor de hoogte van het groepsrisico voor de huidige en toekomstige situatie is berekend.

Voor de bevolkingsinventarisatie is gebruik gemaakt van de populatieservice. De populatieservice levert populatiebestanden voor groepsrisicoberekeningen met o.a. CAROLA. Het doel van de populatieservice is het beschikbaar stellen van informatie over personendichtheden geschikt voor de bepaling/berekening van het groepsrisico van een inrichting, transportroute of buisleiding vallend onder Bevi, Bevt of Bevb.
De populatieservice is gebaseerd op de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG). De BAG bevat alle benodigde gegevens ten aanzien van gebouwgebonden activiteiten.

2.5.1 Huidige situatie

In de huidige situatie omvat het plangebied een horecabedrijf. In de berekening is uitgegaan van hetgeen door de BAG populatieservice is aangeleverd.

2.5.2 Toekomstige situatie

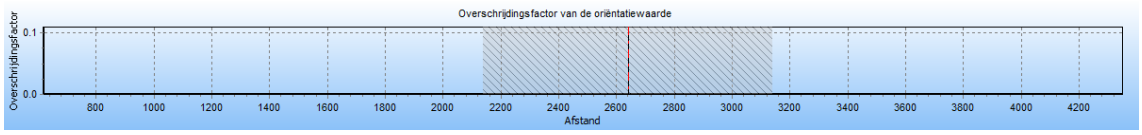
In de toekomstige situatie zullen binnen het plangebied 35 woningen gerealiseerd worden.

Voor de woningen is gerekend met 2,4 personen per woning, overeenkomstig de Handleiding risicoberekeningen Bevb, waarbij is uitgegaan van een aanwezigheid van 50% gedurende de dagperiode en 100% gedurende de nachtperiode. Dit betekent dat 42 personen gedurende de dag aanwezig zijn en 84 personen gedurende de nacht.

2.6 Berekening groepsrisico buisleiding A-665-deel-1

2.6.1 Huidige situatie

In afbeelding 4 is de groepsrisico-screening voor buisleiding A-665-deel-1 opgenomen van de huidige situatie ter hoogte van het plangebied. Ter hoogte van het plangebied wordt geen groepsrisico berekend.



Afbeelding 4 Groepsrisico screening A-665-deel-1, huidige situatie

De beschouwde kilometer is weergegeven in afbeelding 5.

Afbeelding 5 Kilometer leiding ter hoogte van het plangebied – huidige situatie

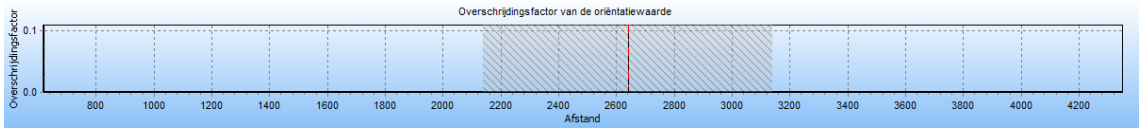
In afbeelding 6 is de fN-curve voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-665-deel-1 ter hoogte van het plangebied weergegeven.

Afbeelding 6 fN-curve buisleiding A-665-deel-1, huidige situatie

De volledige CAROLA rapportage ten aanzien van de berekening is opgenomen in bijlage B1.

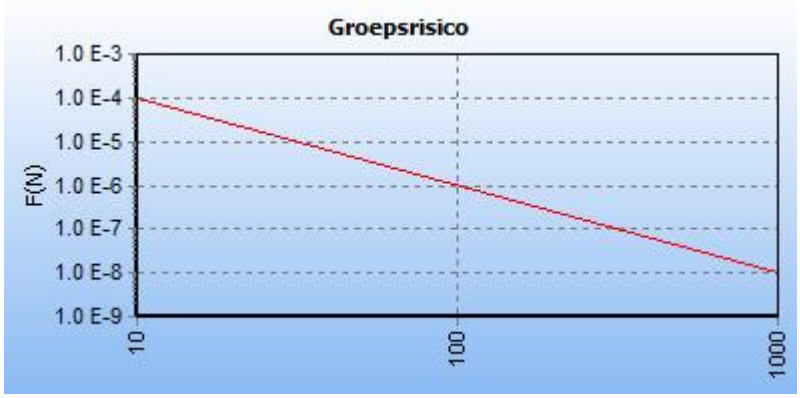
2.6.2 Toekomstige situatie

Voor de toekomstige situatie is uitgegaan van de personenaantallen zoals genoemd in hoofdstuk 2.5.2. In afbeelding 7 is de groepsrisico-screening voor buisleiding A-665-deel-1 opgenomen van de toekomstige situatie ter hoogte van het plangebied. Ook in de toekomstige situatie wordt geen groepsrisico berekend. Deze kilometer is gelijk aan het leidingdeel dat is gevisualiseerd in afbeelding 5.



Afbeelding 7 Groepsrisico screening A-665-deel-1, toekomstige situatie

In afbeelding 8 is de fN-curve voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-665-deel-1 ter hoogte van het plangebied weergegeven.



Afbeelding 8 fN-curve buisleiding A-665-deel-1, toekomstige situatie

De planrealisatie leidt niet tot een rekenkundige toename van de hoogte van het groepsrisico.

De volledige CAROLA rapportage ten aanzien van de berekening is opgenomen in bijlage B2.

3 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

In opdracht van Tritium Advies is door Kragten een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen ten behoeve van de realisatie van het nieuwbouwplan aan de Dominicanenstraat 34 te Langenboom. Het voornemen is om op de beoogde locatie woningbouw te realiseren.

De berekening heeft overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA.

Gebleken is dat het plangebied binnen de 1% letaliteitsafstand van buisleiding A-665-deel-1is gelegen. Als gevolg van het plan neemt de personendichtheid in de nabijheid van de buisleidingen toe. Voor de buisleiding is zowel de huidige als toekomstige situatie inzichtelijk gemaakt.

Uit de berekening volgt dat ter hoogte van het plangebied geen plaatsgebonden 10^{-6}-risicocontour wordt berekend.

Uit de berekening van de hoogte van het groepsrisico blijkt dat zowel in de huidige als toekomstige situatie geen groepsrisico berekend wordt. Een verantwoordingsplicht voor de hoogte van het groepsrisico is derhalve niet aan de orde.

BIJLAGEN

B1 RAPPORTAGE CAROLA, HUIDIGE SITUATIE

Kwantitatieve Risicoanalyse Domincanenstraat Langenboom

Huidige situatie

Door:
pc

Inhoud

1 Inleiding 3

2 Invoergegevens 5
2.1 Interessegebied 5
2.2 Relevante leidingen 6
2.3 Populatie 8

3 Plaatsgebonden risico 10
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 10
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 11
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 12
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 12

4 Groepsrisico screening 14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 15
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 16
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 17

5 FN curves 19
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 19
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 19
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 20
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 20
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00 20

6 Referenties 21

1 Inleiding

In deze rapportage worden de gebruikte invoergegevens en de door CAROLA gegenereerde resultaten weergegeven. Deze gegevens vormen de basis voor een QRA-rapportage. Naast deze basisinvoergegevens en –resultaten wordt in de Handleiding Risicoberekeningen BevB aangegeven welke elementen ook in de QRA beschreven moeten worden. In onderstaand overzicht worden welke elementen beschreven moeten worden en of deze door CAROLA worden aangeleverd. Indien de elementen niet door CAROLA worden gegenereerd, moeten ze door de opsteller van de QRA-rapportage worden ingevuld. Het meest recente overzicht van de te beschrijven elementen wordt gegeven in de van kracht zijnde versie van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb.

In CAROLA berekeningen wordt gebruik gemaakt van de parameters conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [1]. Achtergrondinformatie over de berekeningen kan worden gevonden in [2, 3, 4, 5].

Overzicht van de elementen die in een QRA gerapporteerd moeten worden.

	Onderwerp	Vertrouwelijk/ Openbaar	Aangeleverd door CAROLA
1	**Algemene rapportgegevens**		
	Administratieve gegevens:	Openbaar	Deels
	• naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb)		
	• naam en adres van de opsteller van de QRA		Nee
	Reden opstellen QRA	Openbaar	Nee
	Gevolgde methodiek	Openbaar	Ja
	• rekenpakket met versienummer		
	• parameterbestand met versienummer		
	Peildatum QRA	Openbaar	
	• datum van de berekening		Ja
	• datum van aanmaak van de buisleidinggegevens		Nee
2	**Algemene beschrijving van de buisleiding(en)**		
	Gegevens buisleiding	Openbaar	
	• naam buisleiding		Ja
	• diameter		Ja
	• druk		Ja
	• eventuele mitigerende maatregelen		Ja
	Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
	• leiding		Ja
	• noordpijl en schaalindicatie		Ja
3	**Beschrijving omgeving**		
	Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	Openbaar	
	• bestemmingsplannen al dan niet gedeeltelijk binnen de PR 10^{-6}-contour en het invloedsgebied		Ja indien ingevoerd
	Actuele topografische kaart	Openbaar	Ja indien ingevoerd
	Een beschrijving van de bevolking rond de buisleiding, onder opgave van de wijze waarop deze beschrijving tot stand is gekomen (o.a. incidentele bebouwing, lintbebouwing)	Openbaar	Nee
	Mogelijke gevaren van buiten de buisleiding die op de buisleiding effect kunnen hebben (risicoverhogende objecten, buurbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	Nee
	Gebruikt weerstation	Openbaar	Ja
4	**Beschrijving per leiding van mogelijke risico's voor de omgeving**		
	Samenvattend overzicht van de resultaten van de QRA, waarin tenminste is opgenomen:	Openbaar	Ja
	Kaart met het berekende plaatsgebonden risico, met contouren voor 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7} en 10^{-8} (indien aanwezig)	Openbaar	Ja
	FN-curve, voor zowel huidige als toekomstige situatie, met het groepsrisico voor de kilometer buisleiding met de grootste overschrijding van de oriënterende waarde. Op de horizontale as van de grafiek met de FN-curve wordt het aantal dodelijke slachtoffers uitgezet, op de verticale as de cumulatieve kans tot 10^{-9} per jaar	Openbaar	Ja
	FN-datapunt waarbij de maximale overschrijding van de oriëntatiewaarde optreedt, inclusief de factor van de overschrijding	Openbaar	Ja
	Grafiek met de screening van het groepsrisico	Openbaar	Ja
	Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10^{-6} per jaar zijn	Openbaar	Nee
	Voorgestelde preventieve en repressieve maatregelen die in de QRA zijn meegenomen	Openbaar	Ja

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 11-07-2019.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\TRI\001\UitwOpdr\1_Werk\Externe veiligheid\1_Carola\Dominicanenstraat.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 11-07-2019.
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Volkel. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

In dit hoofdstuk worden de verschillende invoergegevens nader gespecificeerd in de navolgende secties.

2.1 Interessegebied

Het interessegebied is weergegeven in figuur 2.1

Figuur 2.1 Interessegebied voor de uitgevoerde risicoberekeningen

2.2 Relevante leidingen

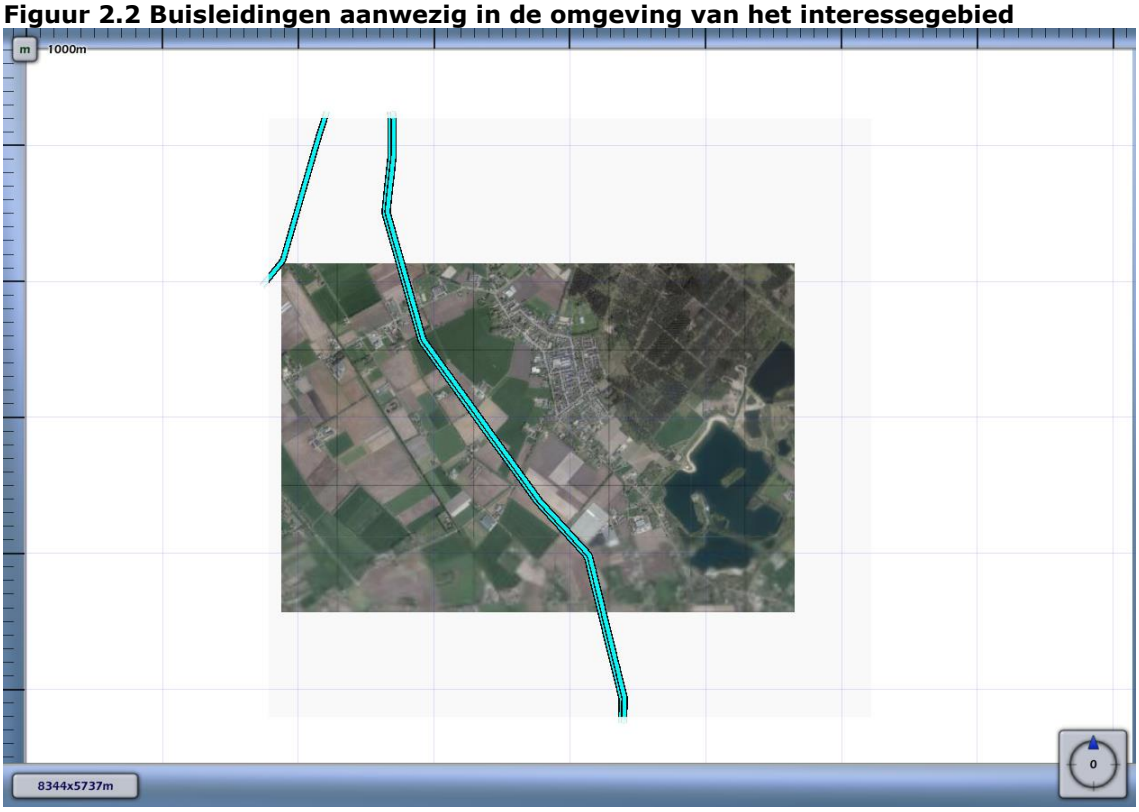
Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-520-deel-1	610.00	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-578-deel-1	1066.80	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-587-deel-1	1067.00	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-665-deel-1	1219.00	79.90	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-Z-542-01-deel-1	264.00	40.00	11-07-2019

De exploitant specifieke factoren voor casuïstiek (cluster 1b), actief rappel (cluster 1C) en mitigerende maatregelen corrosie staan beschreven in Tabel 11 van Module B van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [1].

De leidingen zijn gevisualiseerd in figuur 2.2.

Figuur 2.2 Buisleidingen aanwezig in de omgeving van het interessegebied



Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstreken is	

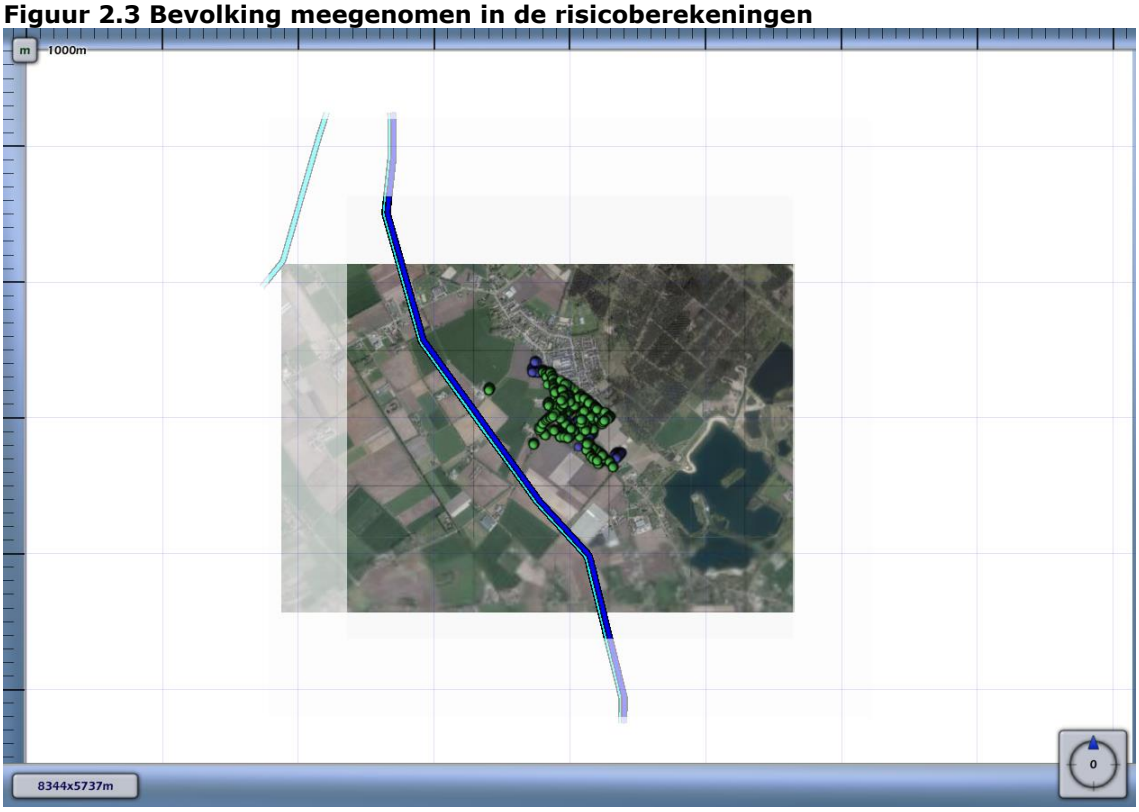
De volgende risicomitigerende maatregelen zijn meegewogen in de risicostudie:

Leidingnaam	Mitigerende maatregel	Begin stationing	Eind stationing
6083_leiding-A-520-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	3784.910	4269.010
6083_leiding-A-520-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4821.420	4864.230
6083_leiding-A-520-deel-1	betonplaat + waarschuwingslint	4864.960	4991.370

2.3 Populatie

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Percentage Personen

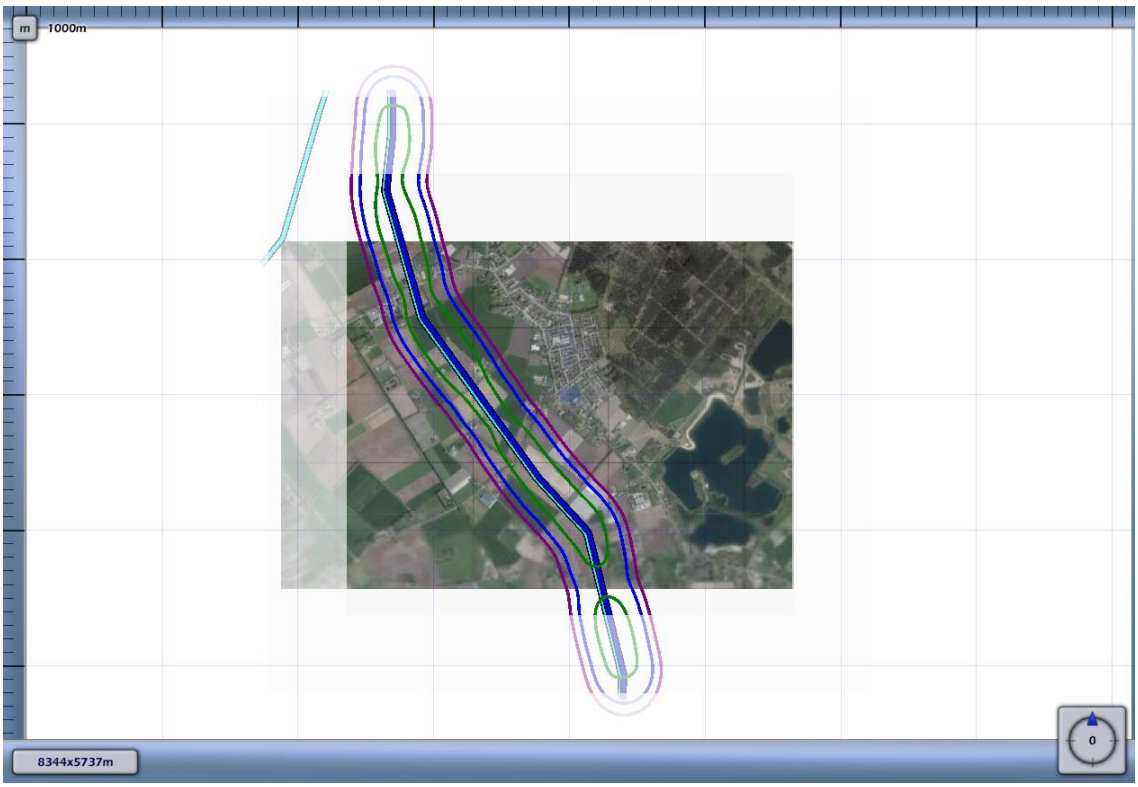
Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	303	100/80/7/1/100/100
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	56	100/30/7/1/100/100
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	151	
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	523	

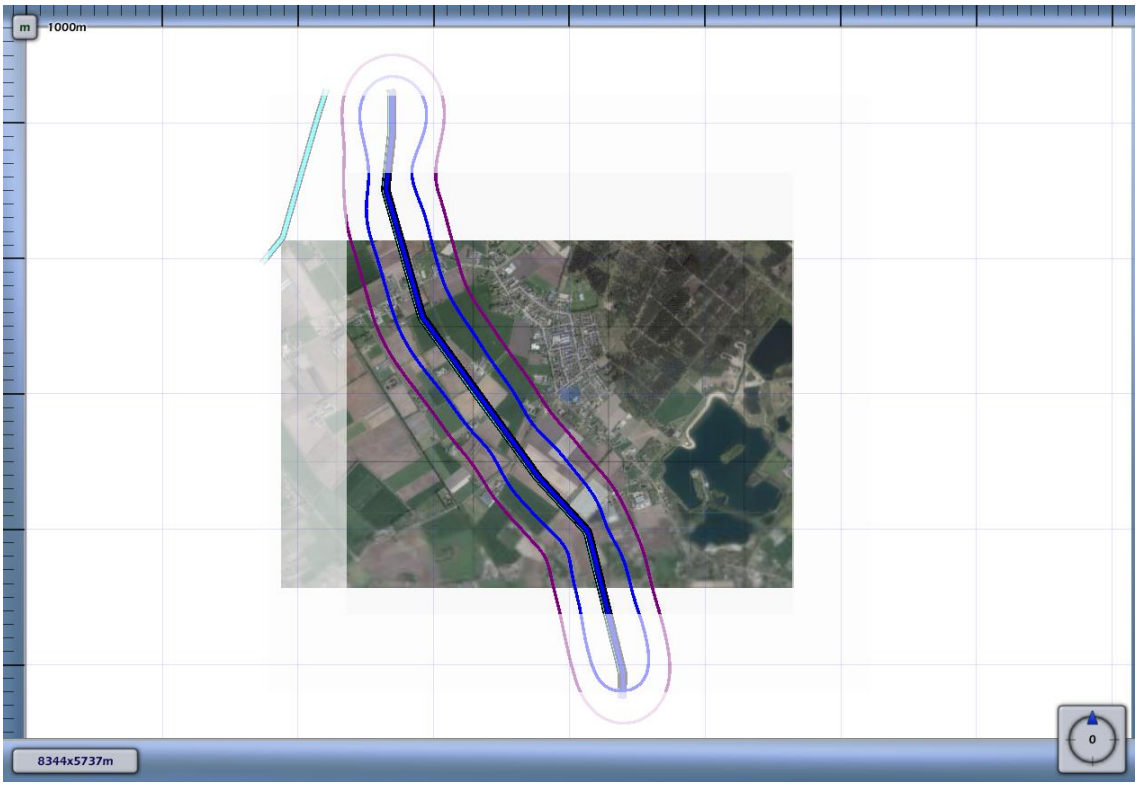
3 Plaatsgebonden risico

Voor de in voorgaande hoofdstuk genoemde leidingen is het plaatsgebonden risico bepaald. Voor elk van de leidingen wordt het plaatsgebonden risico weergegeven als iso-risicocontouren op een achtergrondkaart.

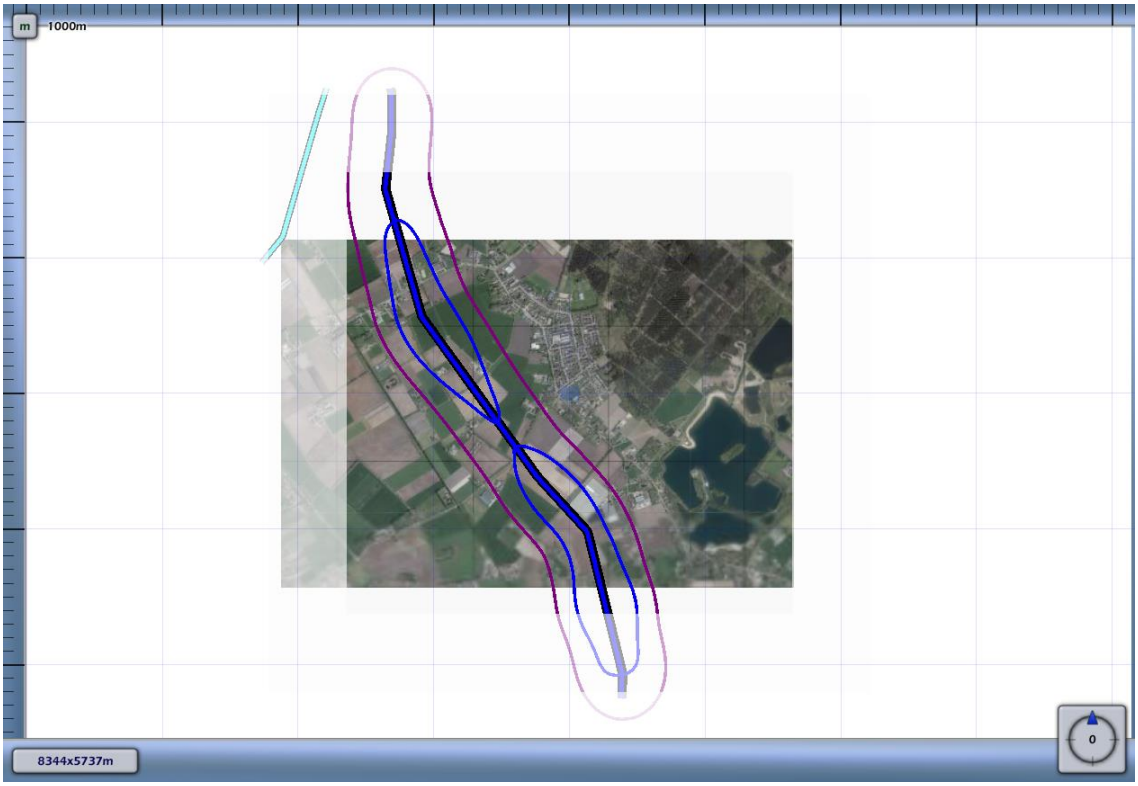
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



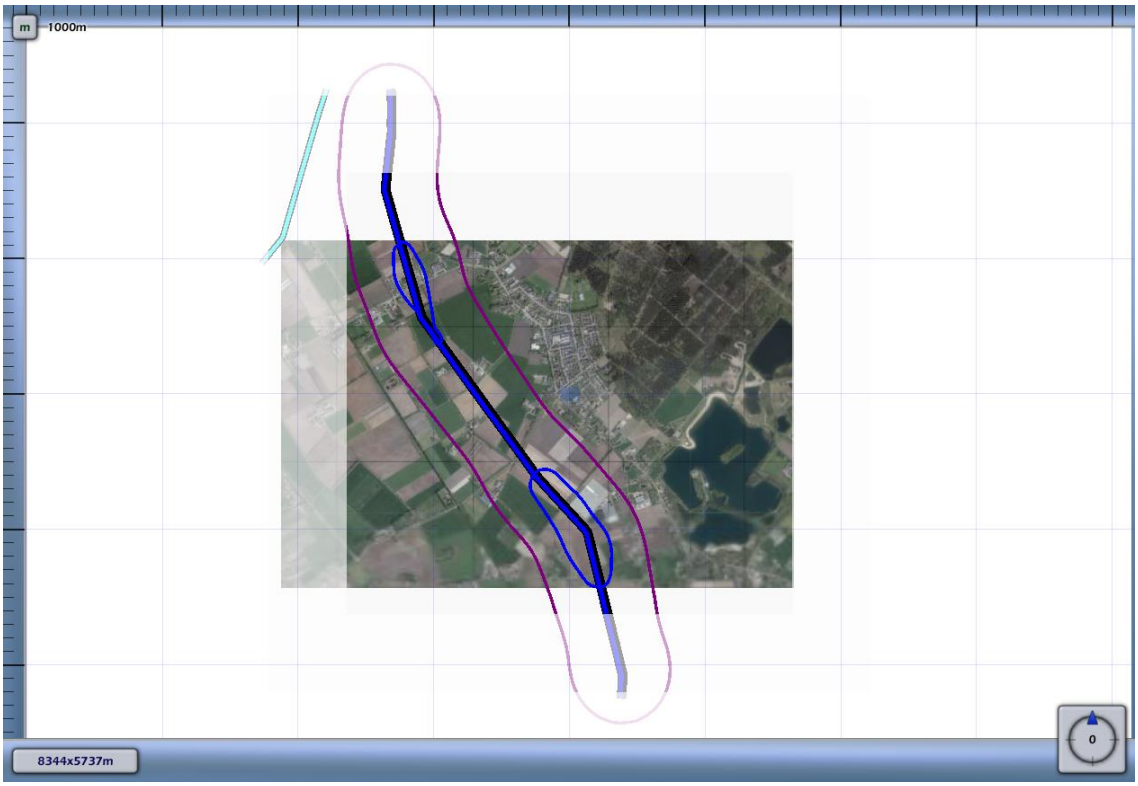
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



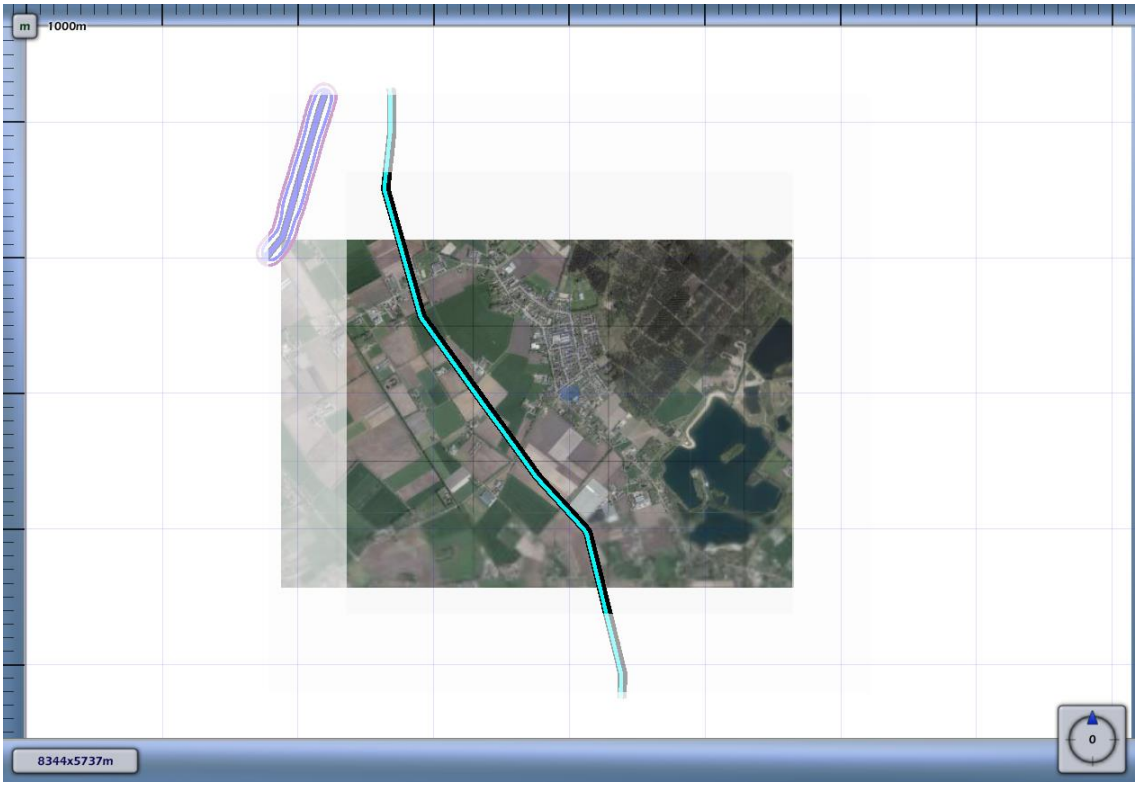
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



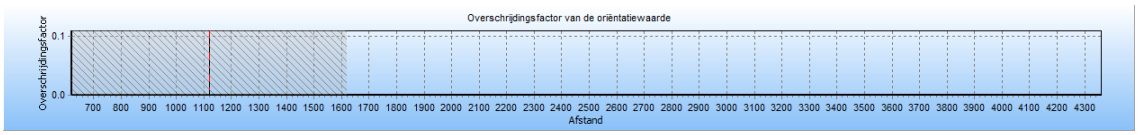
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

4 Groepsrisico screening

Om in één oogopslag een indruk te krijgen van het groepsrisico wordt het groepsrisico gescreend alvorens voor specifieke segmenten FN-curves te visualiseren. Voor elk van de leidingen wordt per stationing de overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico weergegeven. Deze is berekend door rondom elk punt op de leiding één kilometer segment te kiezen die gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding is een FN-curve berekend en voor deze FN-curve de overschrijdingsfactor.

De overschrijdingsfactor is de 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 1 geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van 1 zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan 1 wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie

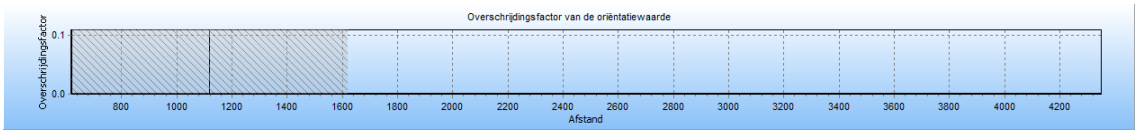


De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie

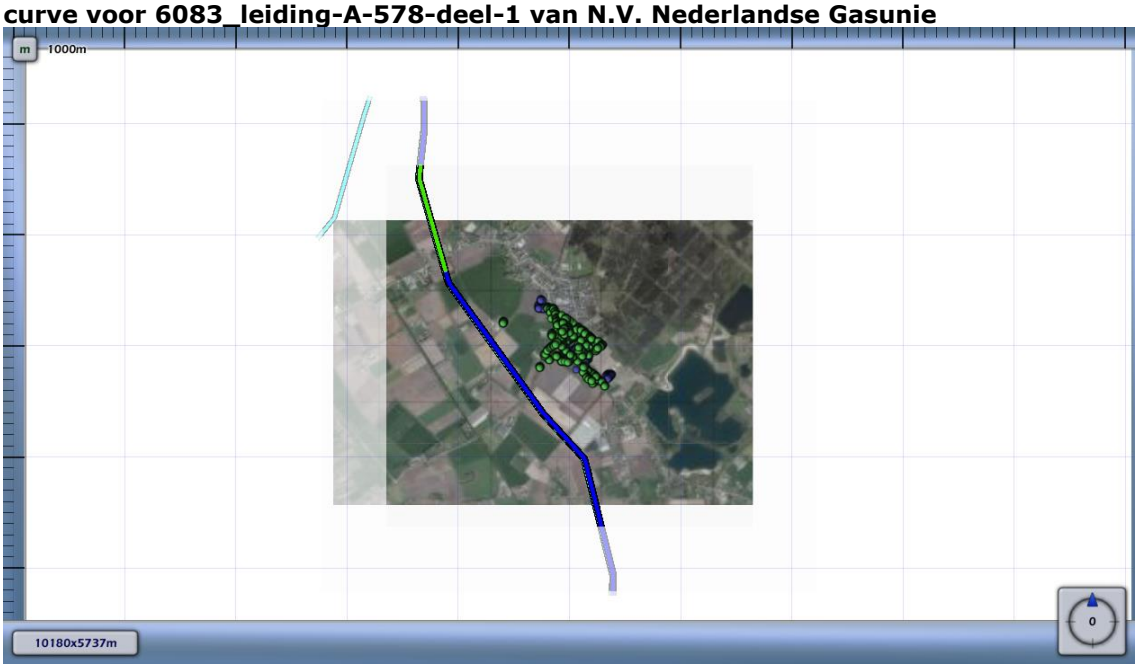
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



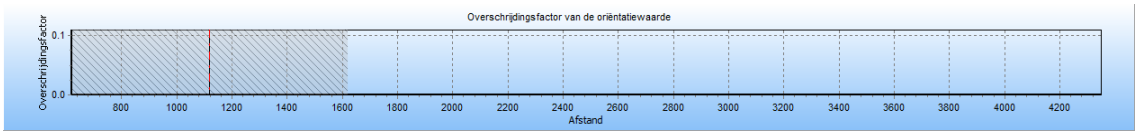
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.2

Figuur 4.2 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



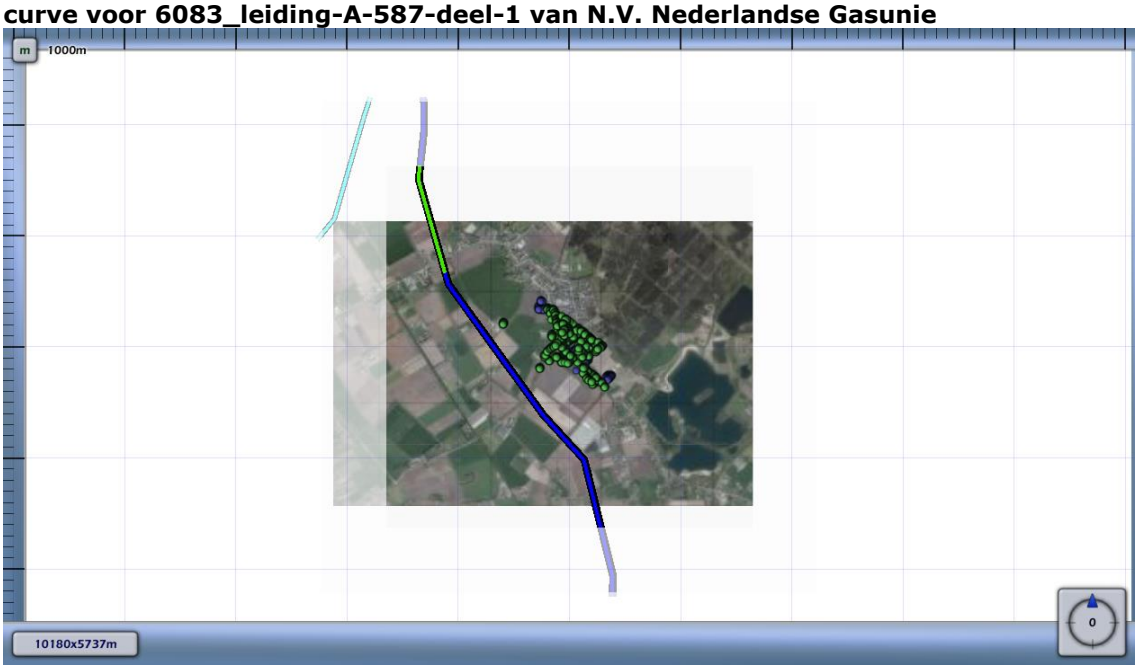
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



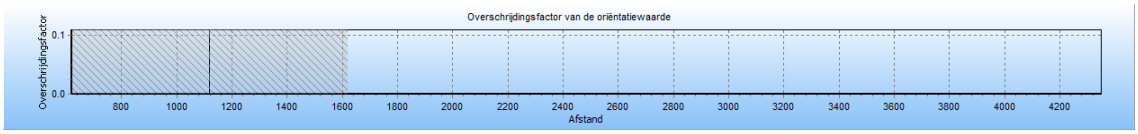
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



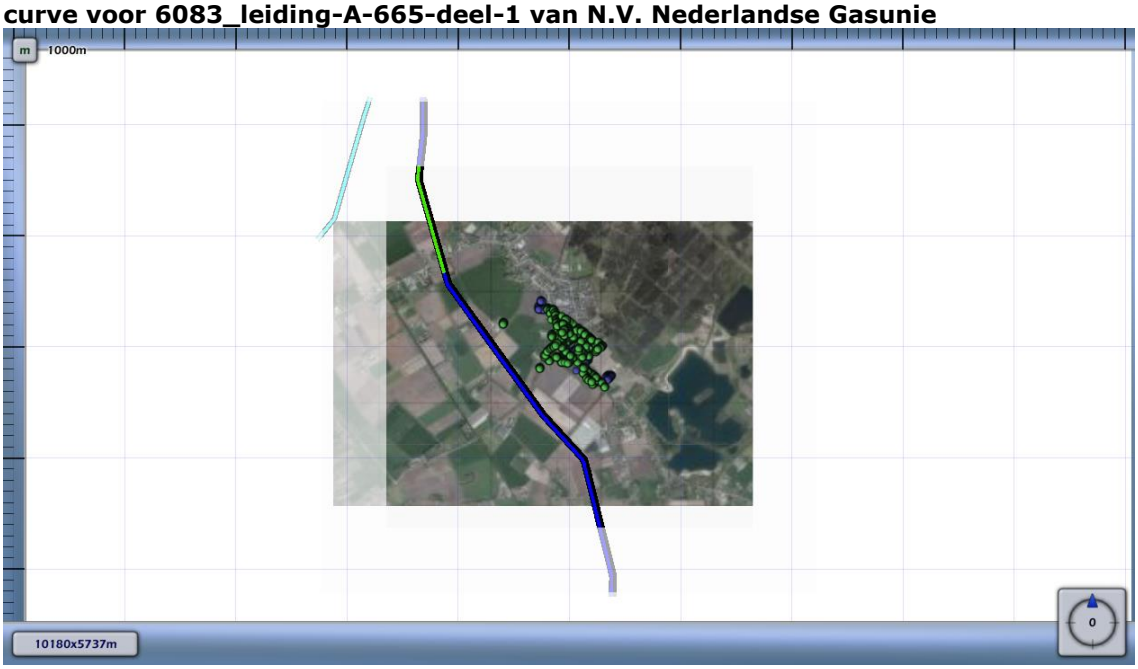
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



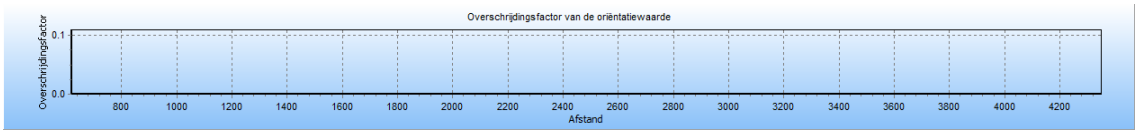
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.4

Figuur 4.4 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



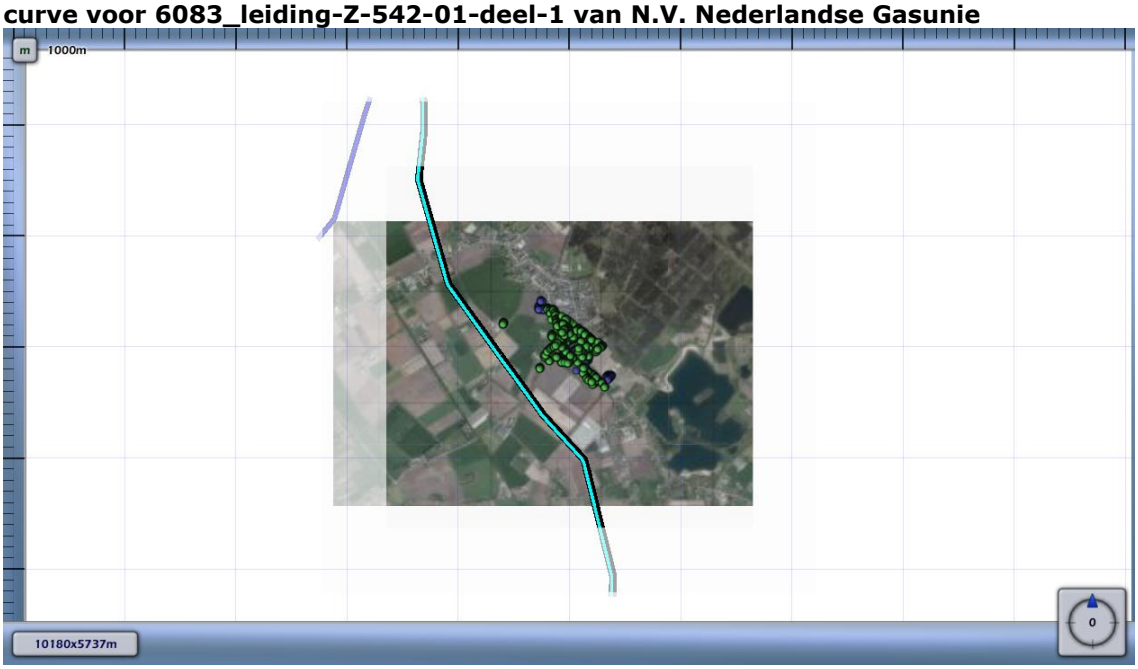
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.5

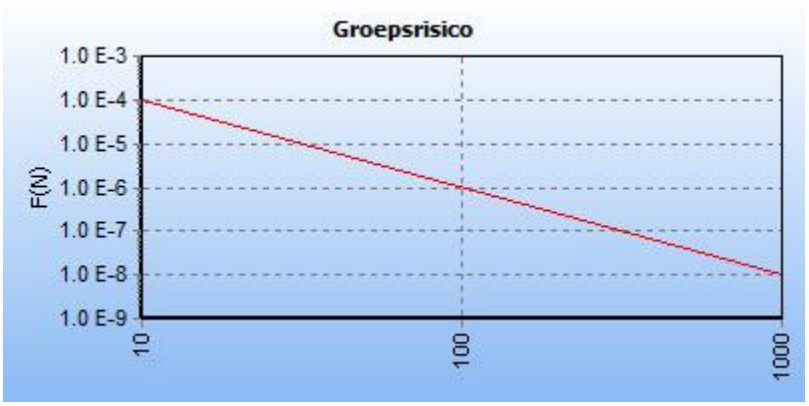
Figuur 4.5 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



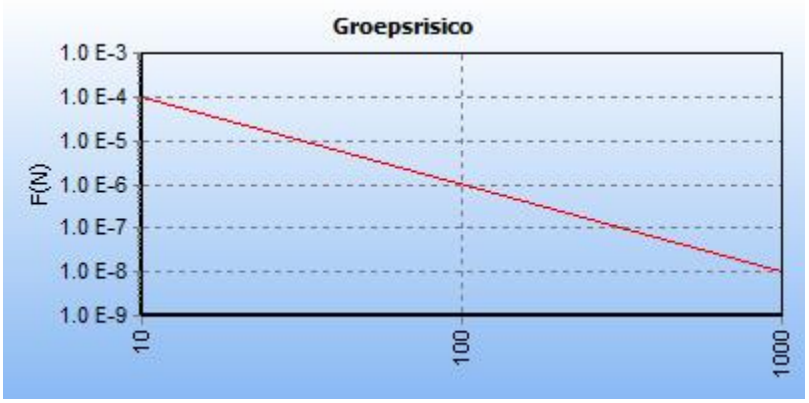
5 FN curves

Voor elk van de eerder genoemde leidingen is het groepsrisico berekend. Een samenvatting van de resultaten hiervan is gegeven in het voorgaande hoofdstuk; in dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

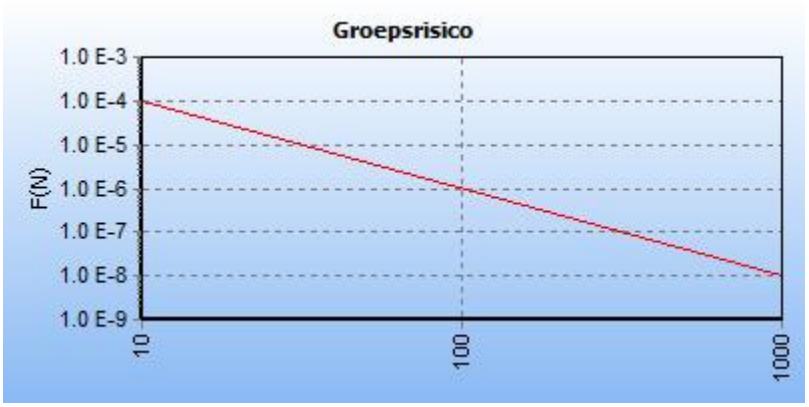
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



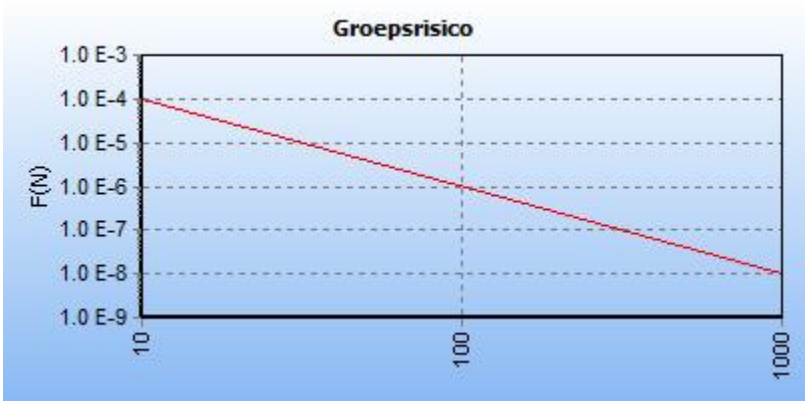
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



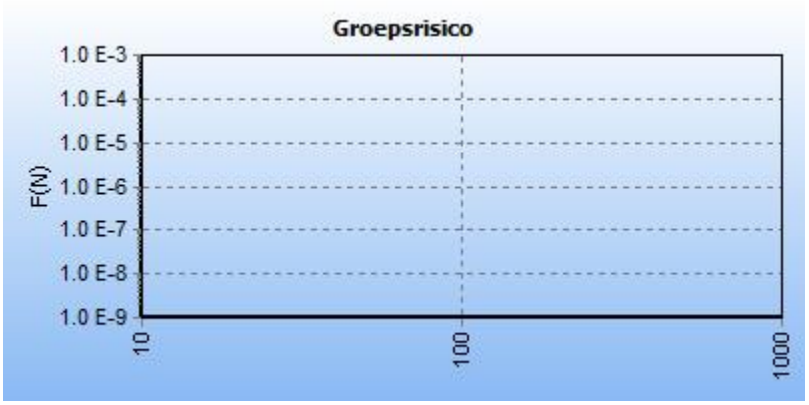
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



6 Referenties

[1] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. Versie 1.0. 20 december 2010.

[2] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Brief 390/06 CEV Lah/pbz-1191. 6 november 2006.

[3] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Ministerie van VROM. Brief 2006.334302. 7 december 2006.

[4] Laheij GMH, Vliet AAC van, Kooi ES. Achtergronden bij de vervanging van zoneringafstanden hogedruk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM-rapport 620121001/2008. 2008.

[5] M. Gielisse, M.T. Dröge, G.R. Kuik. Risicoanalyse aardgastransportleidingen. N.V. Nederlandse Gasunie. DEI 2008.R.0939. 2008.

B2 RAPPORTAGE CAROLA, TOEKOMSTIGE SITUATIE

Kwantitatieve Risicoanalyse Domincanenstraat Langenboom

Toekomstige situatie

Door:
pc

Inhoud

1 Inleiding 3

2 Invoergegevens 5
2.1 Interessegebied 5
2.2 Relevante leidingen 6
2.3 Populatie 8

3 Plaatsgebonden risico 10
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 10
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 11
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 12
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 12

4 Groepsrisico screening 14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 15
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 16
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 17

5 FN curves 19
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 19
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 19
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 20
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00 20
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00 20

6 Referenties 21

1 Inleiding

In deze rapportage worden de gebruikte invoergegevens en de door CAROLA gegenereerde resultaten weergegeven. Deze gegevens vormen de basis voor een QRA-rapportage. Naast deze basisinvoergegevens en –resultaten wordt in de Handleiding Risicoberekeningen BevB aangegeven welke elementen ook in de QRA beschreven moeten worden. In onderstaand overzicht worden welke elementen beschreven moeten worden en of deze door CAROLA worden aangeleverd. Indien de elementen niet door CAROLA worden gegenereerd, moeten ze door de opsteller van de QRA-rapportage worden ingevuld. Het meest recente overzicht van de te beschrijven elementen wordt gegeven in de van kracht zijnde versie van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb.

In CAROLA berekeningen wordt gebruik gemaakt van de parameters conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [1]. Achtergrondinformatie over de berekeningen kan worden gevonden in [2, 3, 4, 5].

Overzicht van de elementen die in een QRA gerapporteerd moeten worden.

	Onderwerp	Vertrouwelijk/ Openbaar	Aangeleverd door CAROLA
1	**Algemene rapportgegevens**		
	Administratieve gegevens:	Openbaar	Deels
	• naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb)		
	• naam en adres van de opsteller van de QRA		Nee
	Reden opstellen QRA	Openbaar	Nee
	Gevolgde methodiek	Openbaar	Ja
	• rekenpakket met versienummer		
	• parameterbestand met versienummer		
	Peildatum QRA	Openbaar	
	• datum van de berekening		Ja
	• datum van aanmaak van de buisleidinggegevens		Nee
2	**Algemene beschrijving van de buisleiding(en)**		
	Gegevens buisleiding	Openbaar	
	• naam buisleiding		Ja
	• diameter		Ja
	• druk		Ja
	• eventuele mitigerende maatregelen		Ja
	Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
	• leiding		Ja
	• noordpijl en schaalindicatie		Ja
3	**Beschrijving omgeving**		
	Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	Openbaar	
	• bestemmingsplannen al dan niet gedeeltelijk binnen de PR 10^{-6}-contour en het invloedsgebied		Ja indien ingevoerd
	Actuele topografische kaart	Openbaar	Ja indien ingevoerd
	Een beschrijving van de bevolking rond de buisleiding, onder opgave van de wijze waarop deze beschrijving tot stand is gekomen (o.a. incidentele bebouwing, lintbebouwing)	Openbaar	Nee
	Mogelijke gevaren van buiten de buisleiding die op de buisleiding effect kunnen hebben (risicoverhogende objecten, buurbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	Nee
	Gebruikt weerstation	Openbaar	Ja
4	**Beschrijving per leiding van mogelijke risico's voor de omgeving**		
	Samenvattend overzicht van de resultaten van de QRA, waarin tenminste is opgenomen:	Openbaar	Ja
	Kaart met het berekende plaatsgebonden risico, met contouren voor 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7} en 10^{-8} (indien aanwezig)	Openbaar	Ja
	FN-curve, voor zowel huidige als toekomstige situatie, met het groepsrisico voor de kilometer buisleiding met de grootste overschrijding van de oriënterende waarde. Op de horizontale as van de grafiek met de FN-curve wordt het aantal dodelijke slachtoffers uitgezet, op de verticale as de cumulatieve kans tot 10^{-9} per jaar	Openbaar	Ja
	FN-datapunt waarbij de maximale overschrijding van de oriëntatiewaarde optreedt, inclusief de factor van de overschrijding	Openbaar	Ja
	Grafiek met de screening van het groepsrisico	Openbaar	Ja
	Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10^{-6} per jaar zijn	Openbaar	Nee
	Voorgestelde preventieve en repressieve maatregelen die in de QRA zijn meegenomen	Openbaar	Ja

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 11-07-2019.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\TRI\001\UitwOpdr\1_Werk\Externe veiligheid\1_Carola\Dominicanenstraat.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 11-07-2019.
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Volkel. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

In dit hoofdstuk worden de verschillende invoergegevens nader gespecificeerd in de navolgende secties.

2.1 Interessegebied

Het interessegebied is weergegeven in figuur 2.1

Figuur 2.1 Interessegebied voor de uitgevoerde risicoberekeningen

2.2 Relevante leidingen

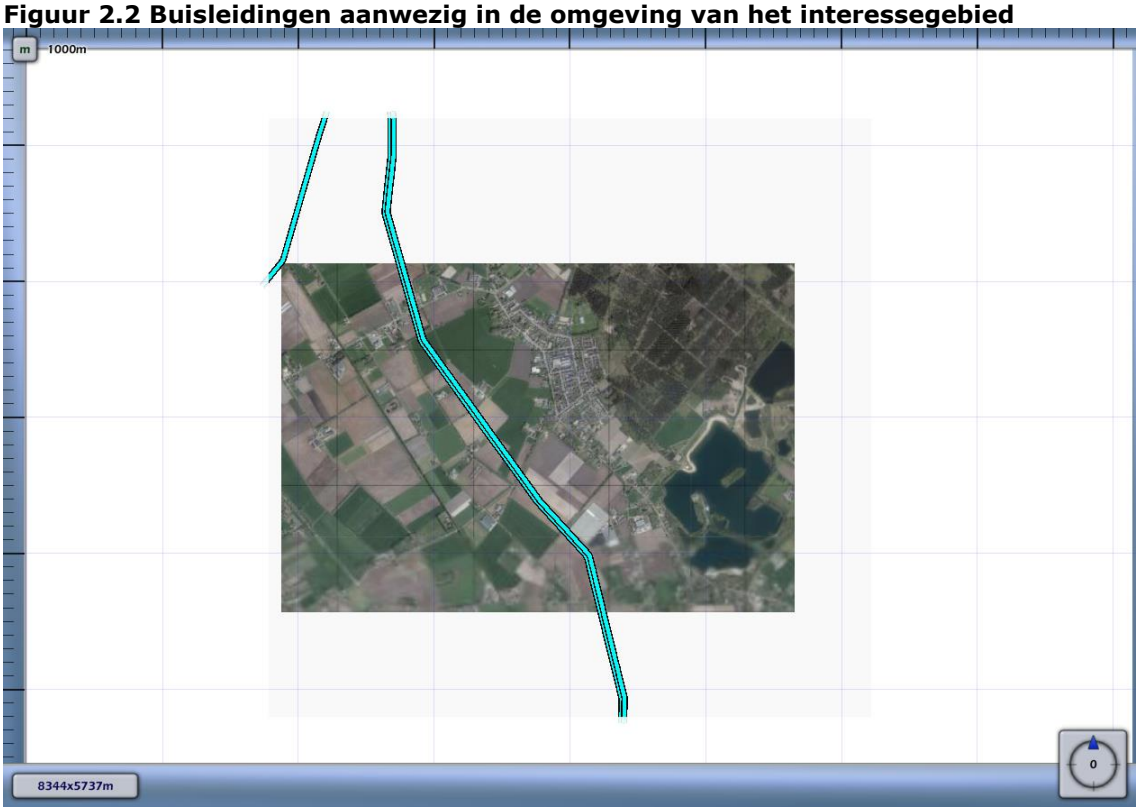
Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-520-deel-1	610.00	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-578-deel-1	1066.80	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-587-deel-1	1067.00	66.20	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-A-665-deel-1	1219.00	79.90	11-07-2019
N.V. Nederlandse Gasunie	6083_leiding-Z-542-01-deel-1	264.00	40.00	11-07-2019

De exploitant specifieke factoren voor casuïstiek (cluster 1b), actief rappel (cluster 1C) en mitigerende maatregelen corrosie staan beschreven in Tabel 11 van Module B van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [1].

De leidingen zijn gevisualiseerd in figuur 2.2.

Figuur 2.2 Buisleidingen aanwezig in de omgeving van het interessegebied



Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstreken is	

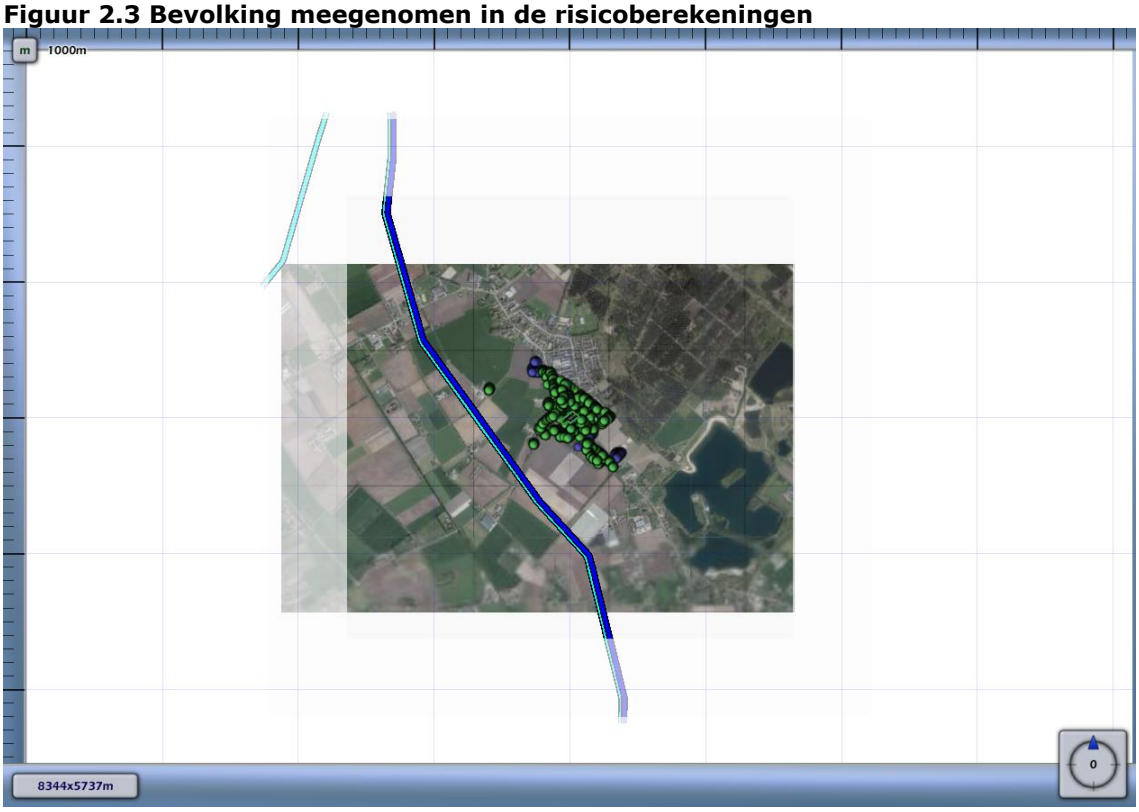
De volgende risicomitigerende maatregelen zijn meegewogen in de risicostudie:

Leidingnaam	Mitigerende maatregel	Begin stationing	Eind stationing
6083_leiding-A-520-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	3784.910	4269.010
6083_leiding-A-520-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4821.420	4864.230
6083_leiding-A-520-deel-1	betonplaat + waarschuwingslint	4864.960	4991.370

2.3 Populatie

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Percentage Personen
Woningbouwproject, 35 woningen	Wonen	84.0		Vervangen Bestaande Populatie	

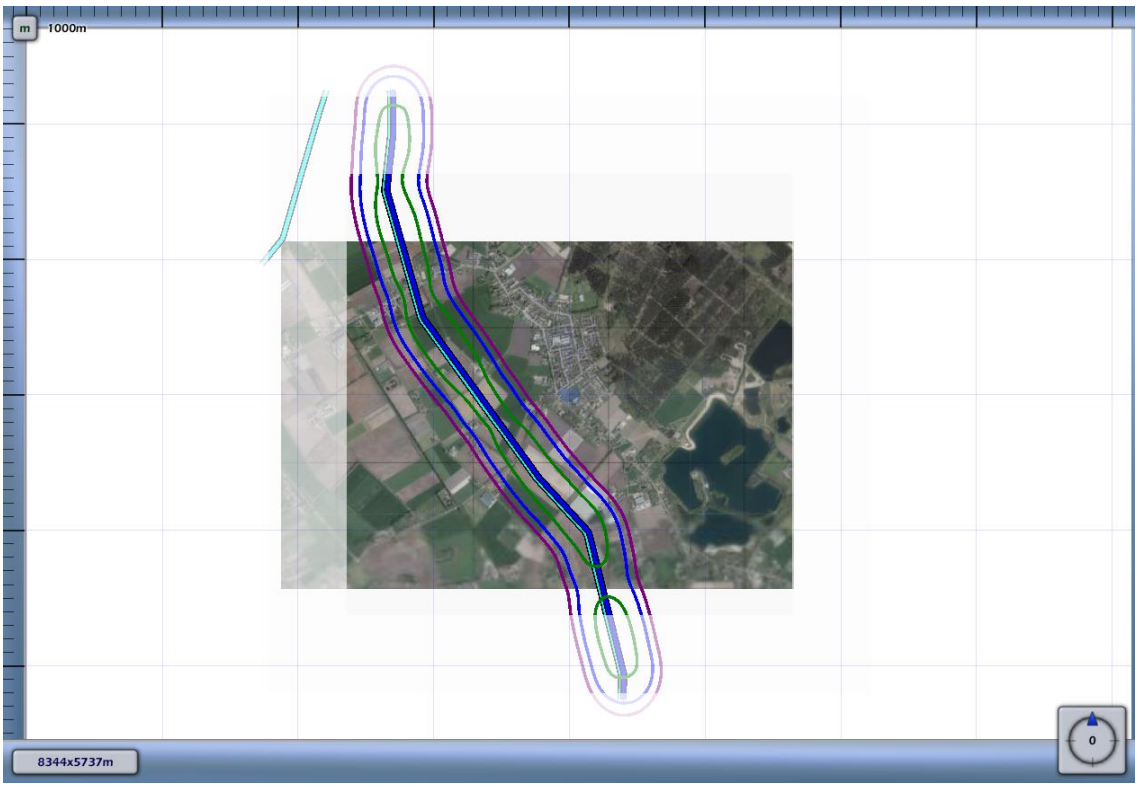
Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	303	100/80/7/1/100/100
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	56	100/30/7/1/100/100
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	151	
TRI001+Dominicanenstraat+Langenboom_geval+1_resultaten_resultaten\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	523	

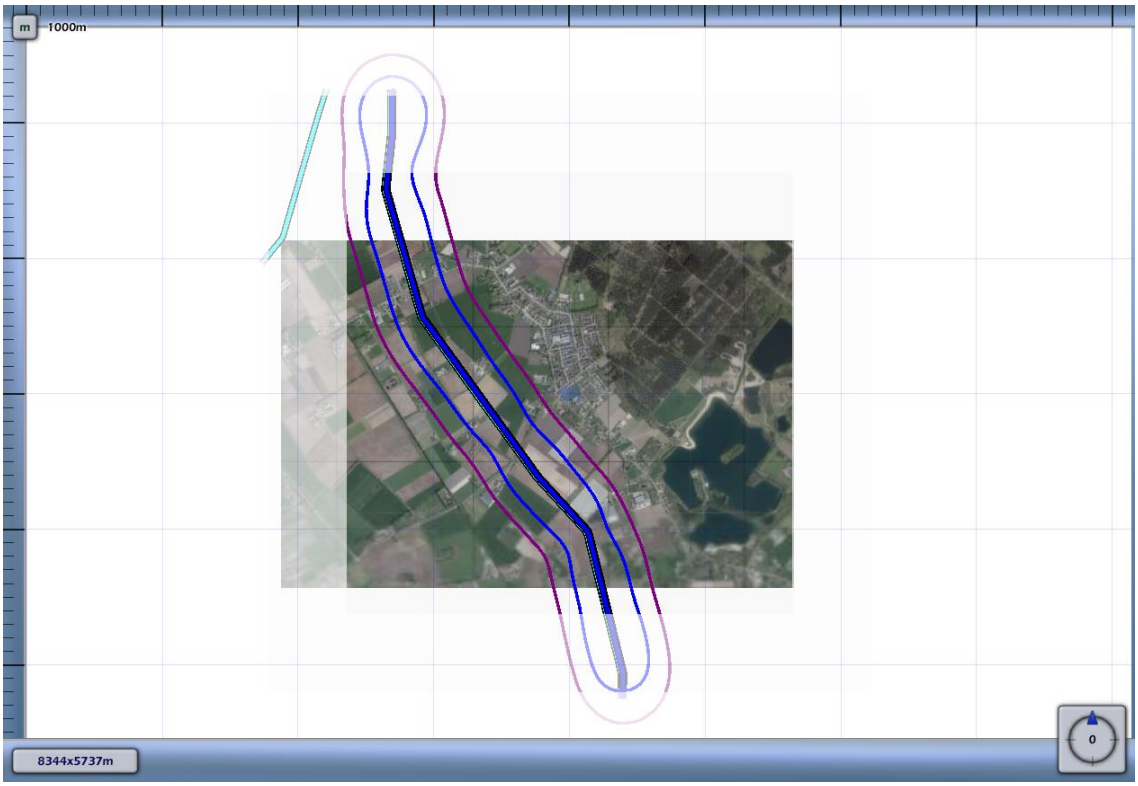
3 Plaatsgebonden risico

Voor de in voorgaande hoofdstuk genoemde leidingen is het plaatsgebonden risico bepaald. Voor elk van de leidingen wordt het plaatsgebonden risico weergegeven als iso-risicocontouren op een achtergrondkaart.

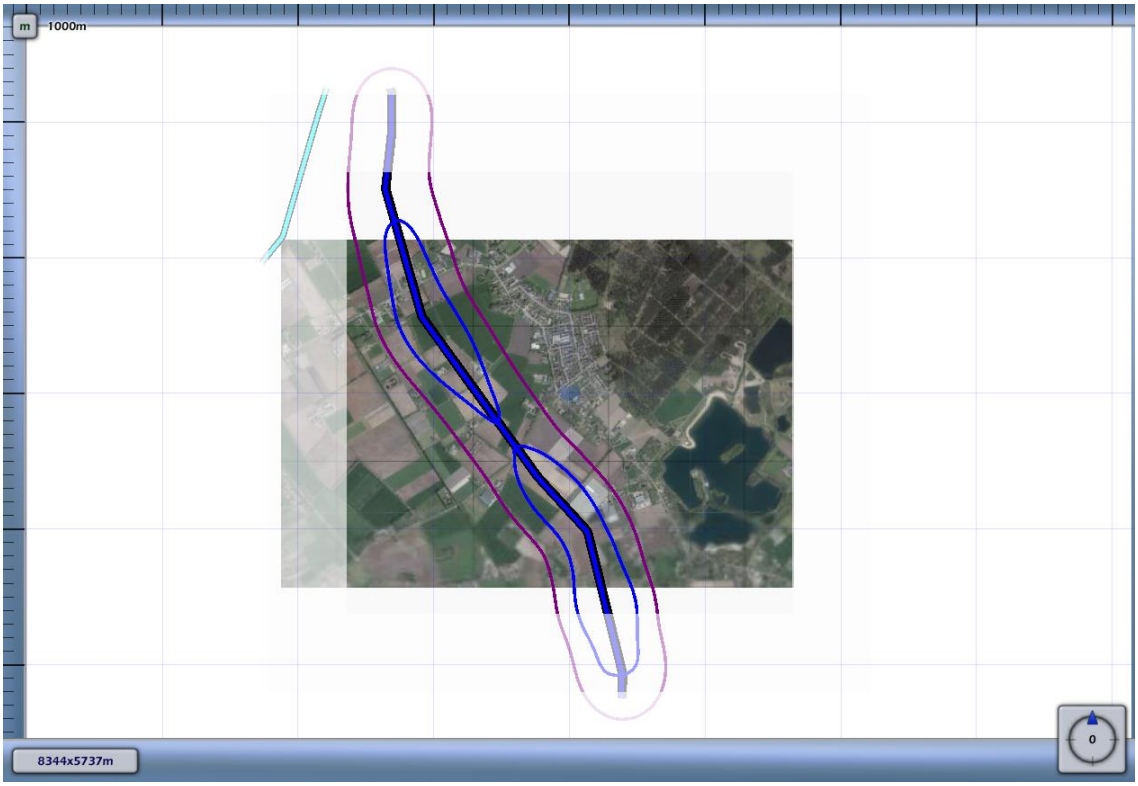
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



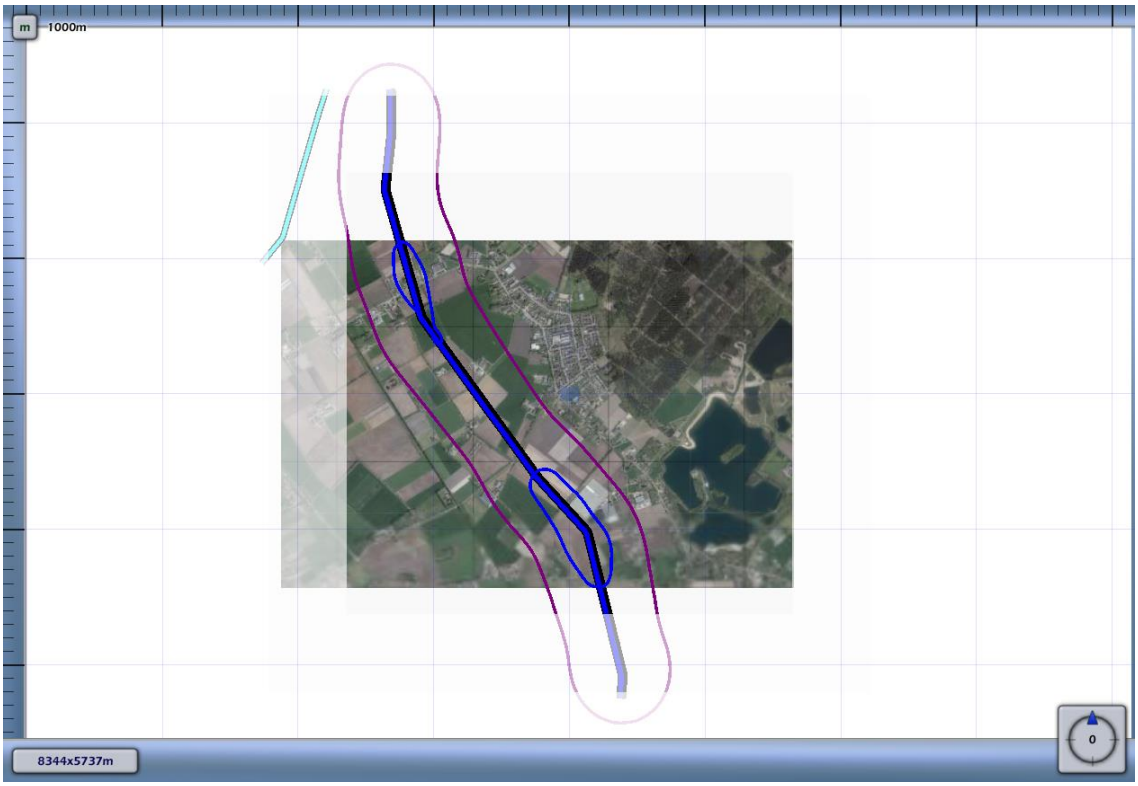
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



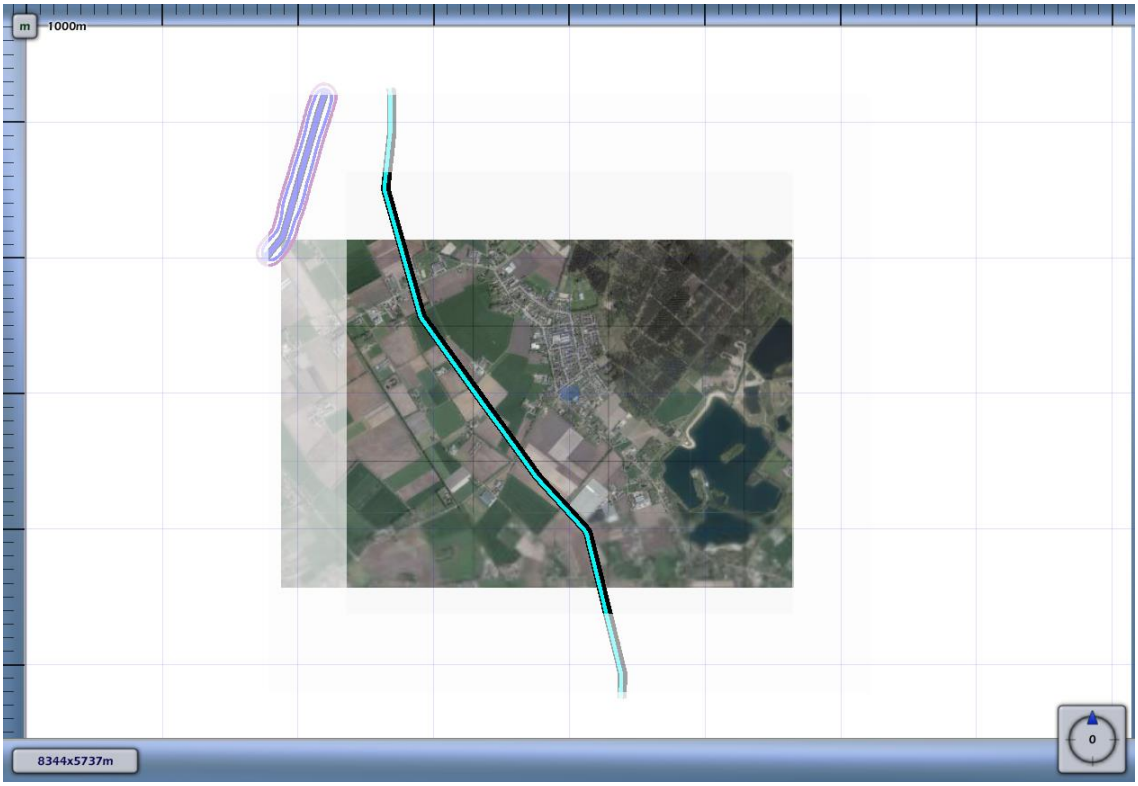
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



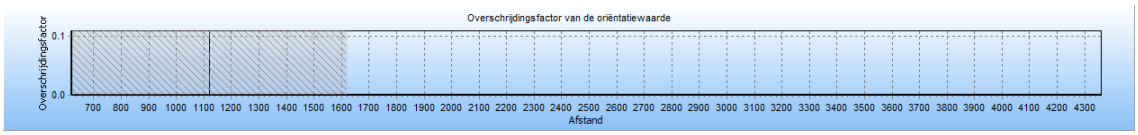
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

4 Groepsrisico screening

Om in één oogopslag een indruk te krijgen van het groepsrisico wordt het groepsrisico gescreend alvorens voor specifieke segmenten FN-curves te visualiseren. Voor elk van de leidingen wordt per stationing de overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico weergegeven. Deze is berekend door rondom elk punt op de leiding één kilometer segment te kiezen die gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding is een FN-curve berekend en voor deze FN-curve de overschrijdingsfactor.

De overschrijdingsfactor is de 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 1 geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van 1 zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan 1 wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie

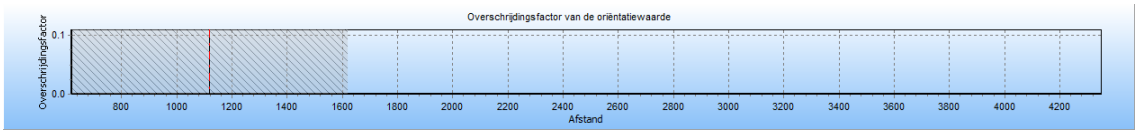


De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie

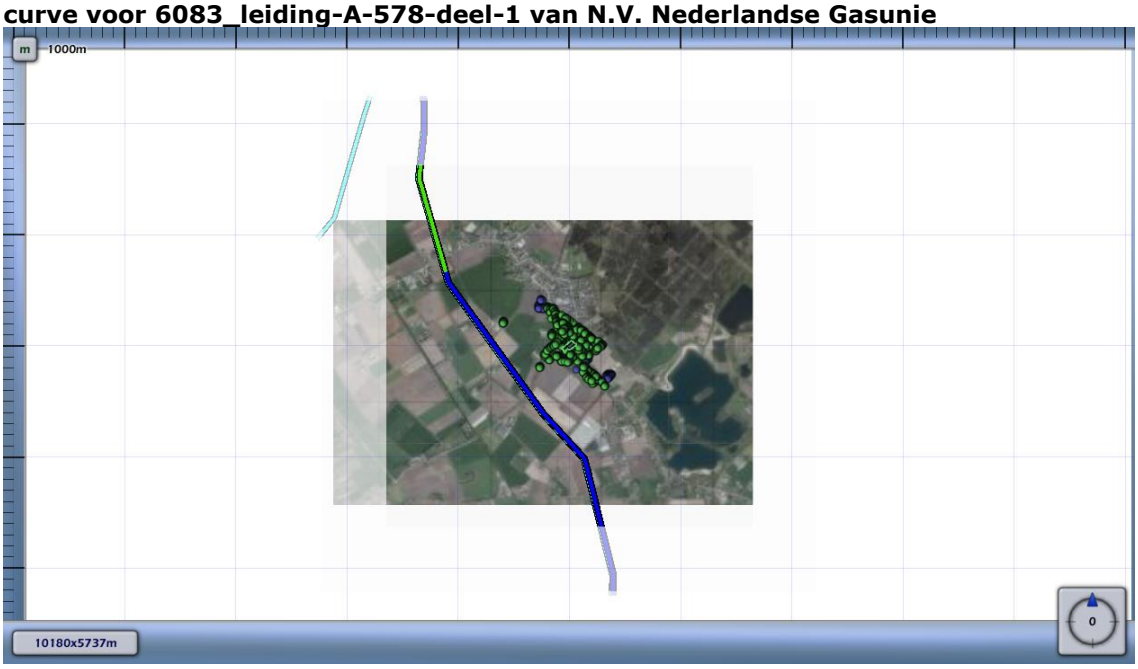
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



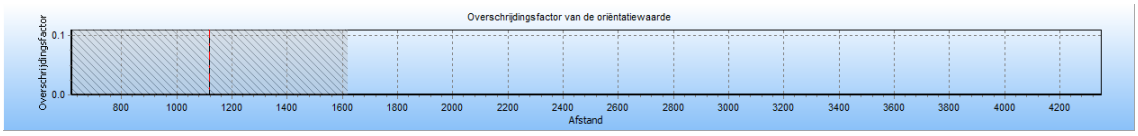
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.2

Figuur 4.2 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



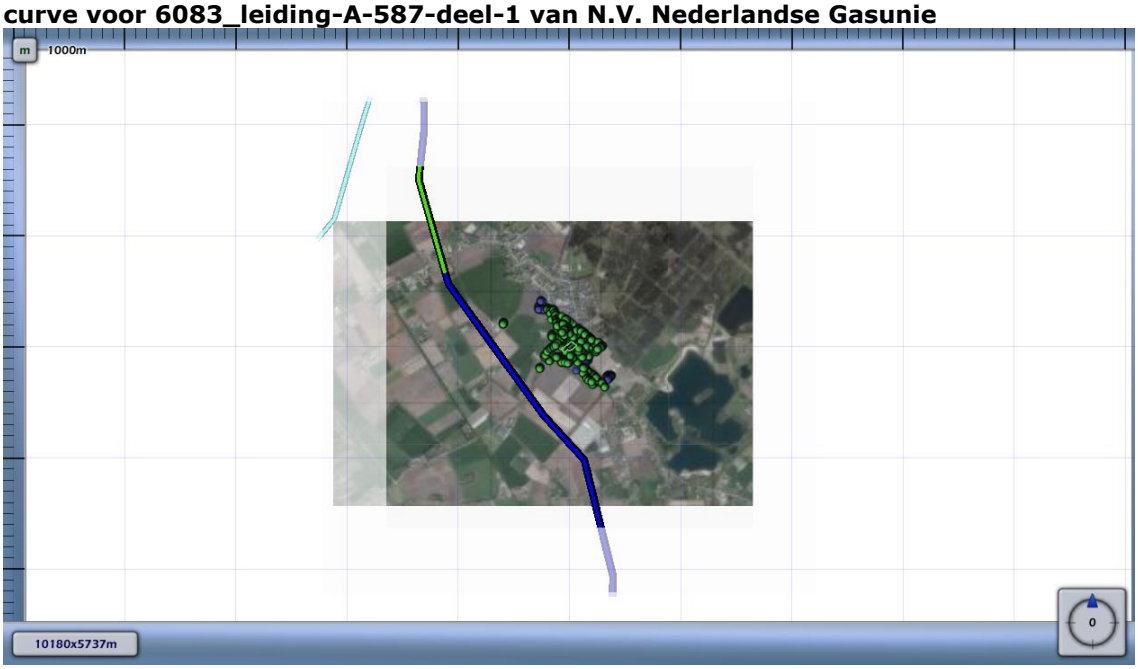
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



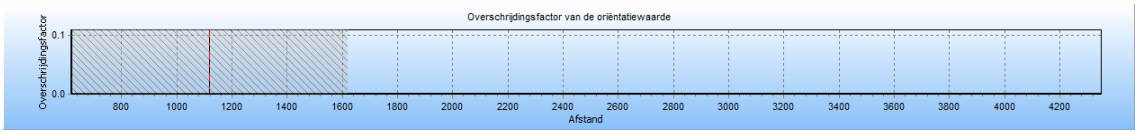
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



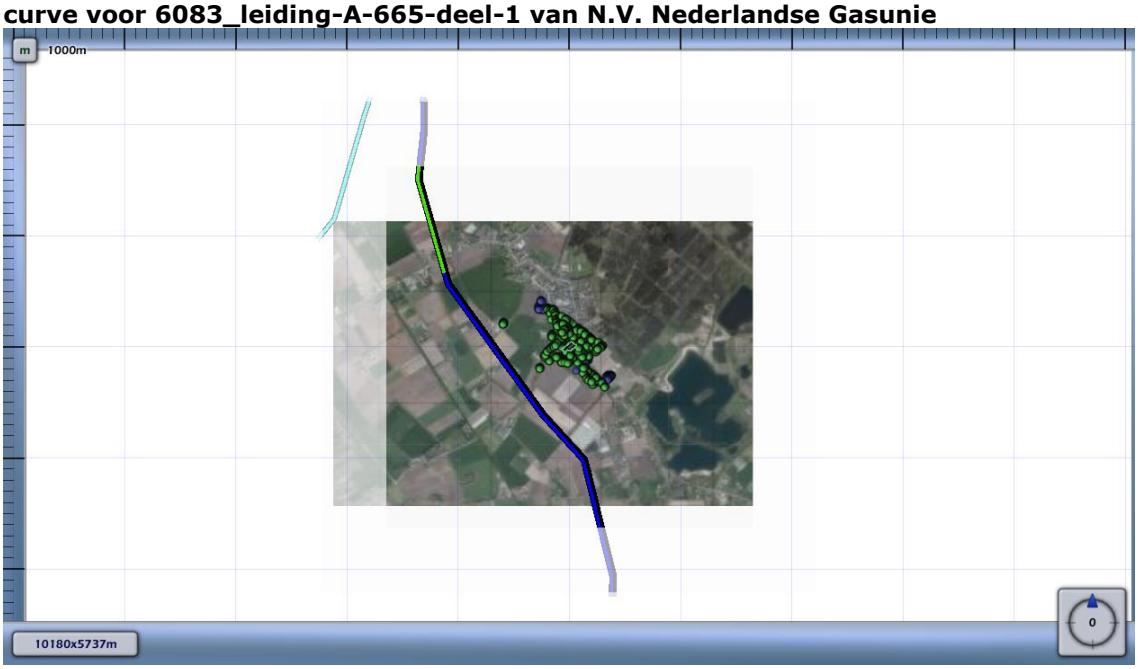
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



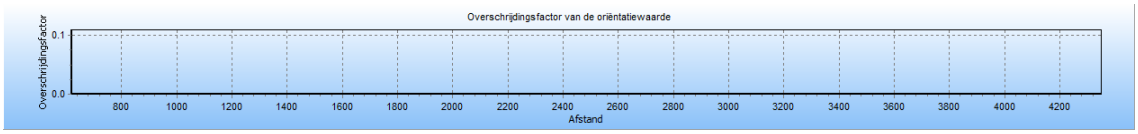
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 620.00 en stationing 1620.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.4

Figuur 4.4 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



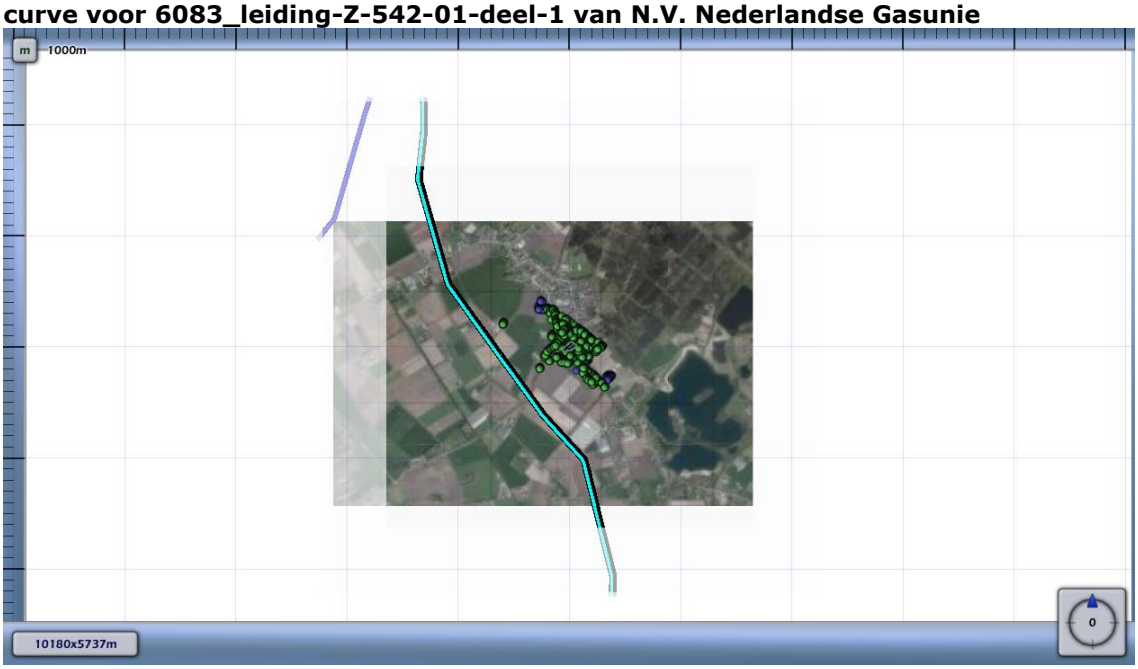
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.5

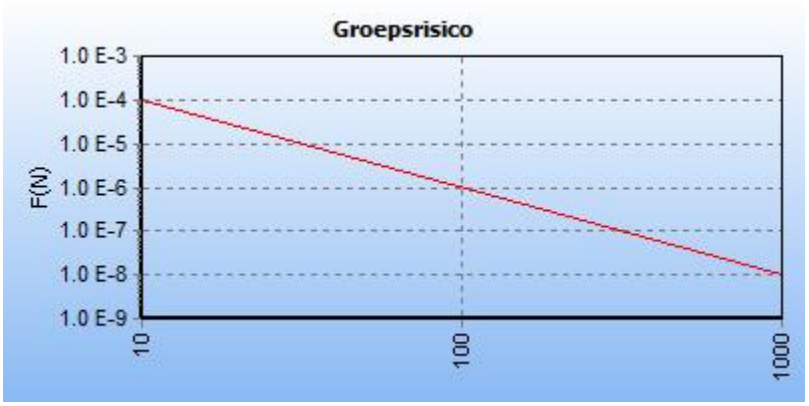
Figuur 4.5 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



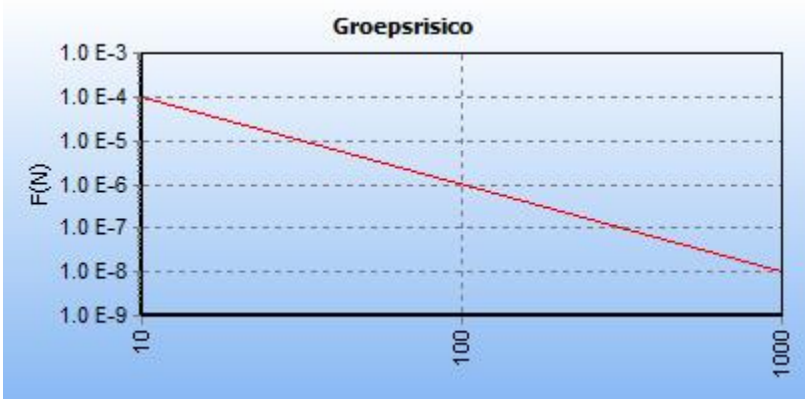
5 FN curves

Voor elk van de eerder genoemde leidingen is het groepsrisico berekend. Een samenvatting van de resultaten hiervan is gegeven in het voorgaande hoofdstuk; in dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

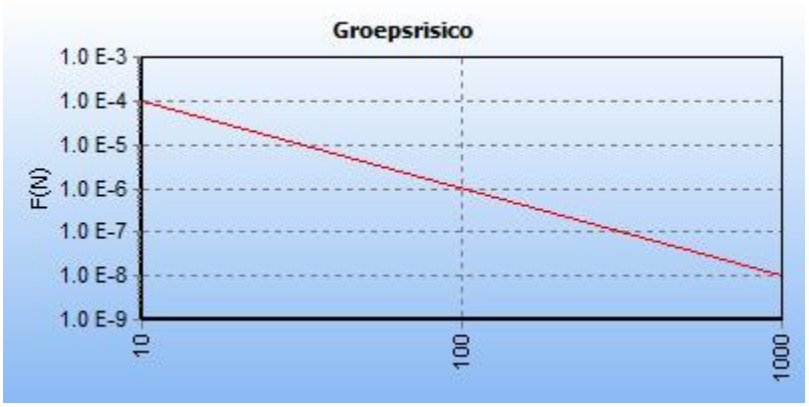
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6083_leiding-A-520-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



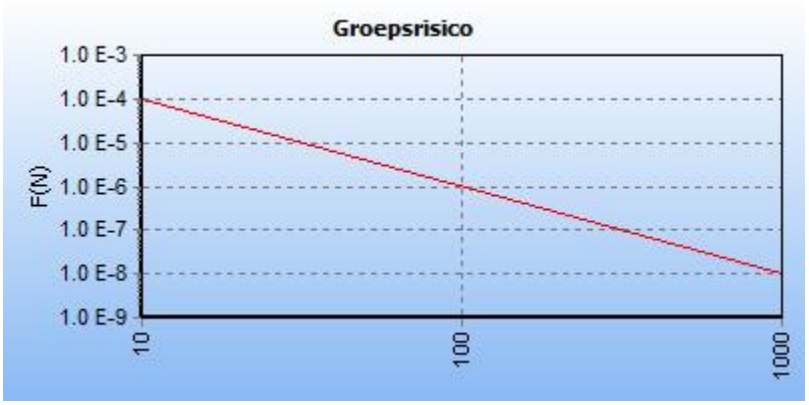
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6083_leiding-A-578-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



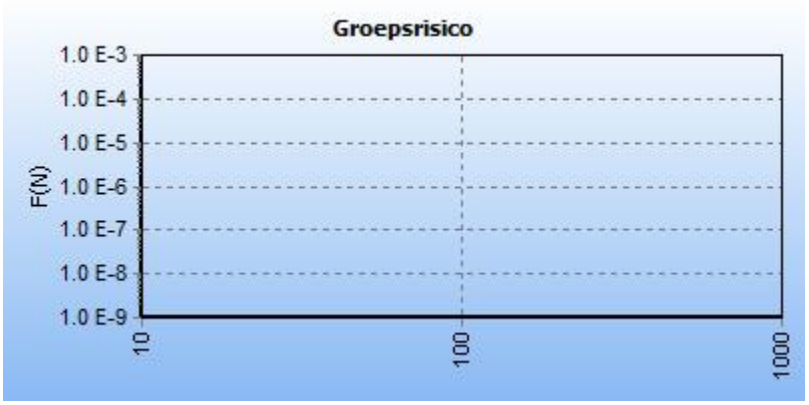
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6083_leiding-A-587-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6083_leiding-A-665-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 620.00 en stationing 1620.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6083_leiding-Z-542-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



6 Referenties

[1] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. Versie 1.0. 20 december 2010.

[2] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Brief 390/06 CEV Lah/pbz-1191. 6 november 2006.

[3] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Ministerie van VROM. Brief 2006.334302. 7 december 2006.

[4] Laheij GMH, Vliet AAC van, Kooi ES. Achtergronden bij de vervanging van zoneringafstanden hogedruk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM-rapport 620121001/2008. 2008.

[5] M. Gielisse, M.T. Dröge, G.R. Kuik. Risicoanalyse aardgastransportleidingen. N.V. Nederlandse Gasunie. DEI 2008.R.0939. 2008.