

Externe veiligheid buisleidingen

Westvaartpark Alphen aan de Rijn



Rapportnummer: WND539-0002-CAR-v2

Opdrachtgever: Plegt-Vos

Contactpersoon: De heer B. Hanjoel

Onderzoek: Externe veiligheid buisleidingen
Westvaartpark Alphen aan de Rijn

Rapportnummer: WND539-0002-CAR-v2

Datum: 18 januari 2019

Uitgevoerd door: WINDMILL
Milieu | Management | Advies
Postbus 5
6267 ZG Cadier en Keer

Contactpersoon: ing. B.H.P. Deckers-Simon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Buisleidingen.....	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Wettelijk kader.....	5
2.3	Inventarisatie lokale buisleidingen	5
2.4	Plaatsgebonden risico	7
2.5	Berekening hoogte groepsrisico.....	7
3	Samenvatting en conclusie	12

Bijlagen

- I Rapportage CAROLA, huidige situatie
- II Rapportage CAROLA, toekomstige situatie

Inleiding

Gebleken is dat het plangebied binnen het invloedsgebied van enkele hogedruk aardgasleidingen ligt. Onderzocht is of de buisleidingen een belemmering vormen voor het plangebied. Tevens is bepaald welke effecten het plan (beide plandelen) heeft op de hoogte van het groepsrisico van de betreffende buisleiding. De berekeningen hebben overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA. In figuur 1.1 is de globale ligging van het plangebied en de buisleidingen weergegeven.



Figuur 1.1: 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).

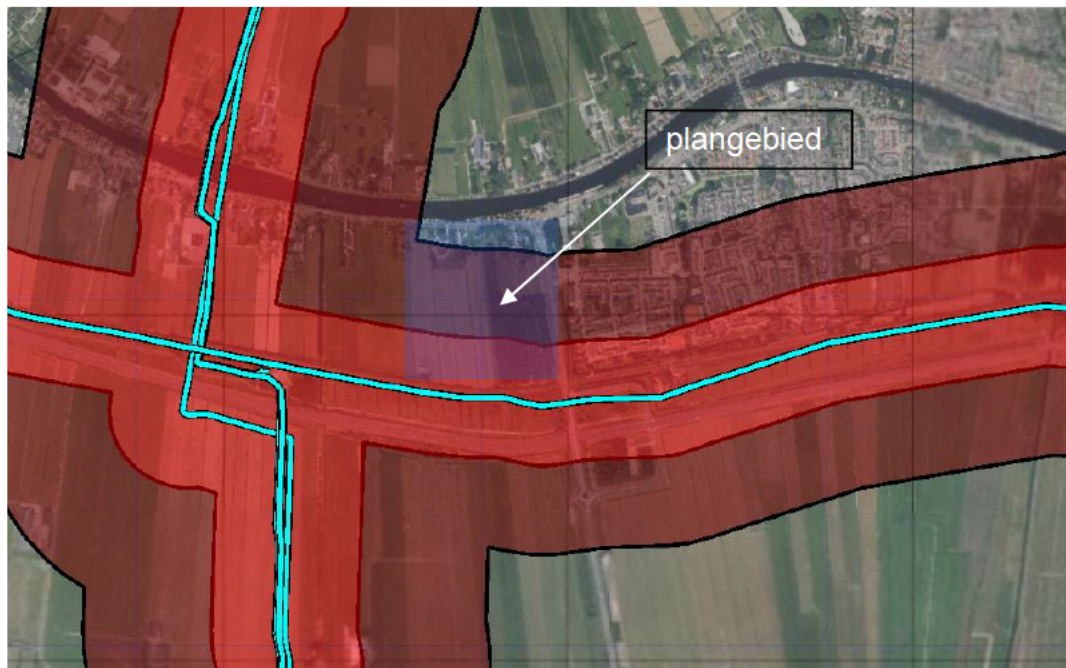
Het begrip risico wordt in beeld gebracht door middel van twee begrippen: het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het PR is de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats langs een buisleiding verblijft, komt te overlijden als gevolg van een incident met 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 Alphen aan de Rijn zijn de actuele leidingdata binnen het inventarisatiegebied rondom het plan 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 figuur 2.1 zijn de daadwerkelijke invloedsgebieden, zoals bepaald met het programma CAROLA, weergegeven.



Figuur 2.1: Uitsnede CAROLA invloedsgebied buisleidingen

In de uitgevoerde quickscan externe veiligheid (rapport WND539-0002-EV-v2, d.d. 10 januari 2019) is de afstand tussen de buisleidingen en het plangebied (en daarmee de ligging van de 1% letaliteitsafstand) indicatief bepaald. In figuur 2.1. zijn de invloedsgebieden opgenomen zoals bepaald met het programma CAROLA. Uit het programma CAROLA blijkt dat beide plandelen van het plangebied zijn gelegen binnen de 1%-letaliteitsafstand voor externe veiligheid van de buisleiding A-515-deel-1. Daarnaast ligt het zuidwestelijk deel van het plandeel Synchroon binnen de 1% letaliteitsafstand van buisleiding A-803-deel-1. De 1% letaliteitsafstanden van de overige aardgastransportleidingen in de omgeving reiken niet tot over de grens van het plangebied.

Op grond van de ligging van het plan ten opzichte van de buisleidingen A-515-deel-1 en A-803-deel-1 is de invloed van het plan op de hoogte van het groepsrisico voor deze buisleidingen bepaald.

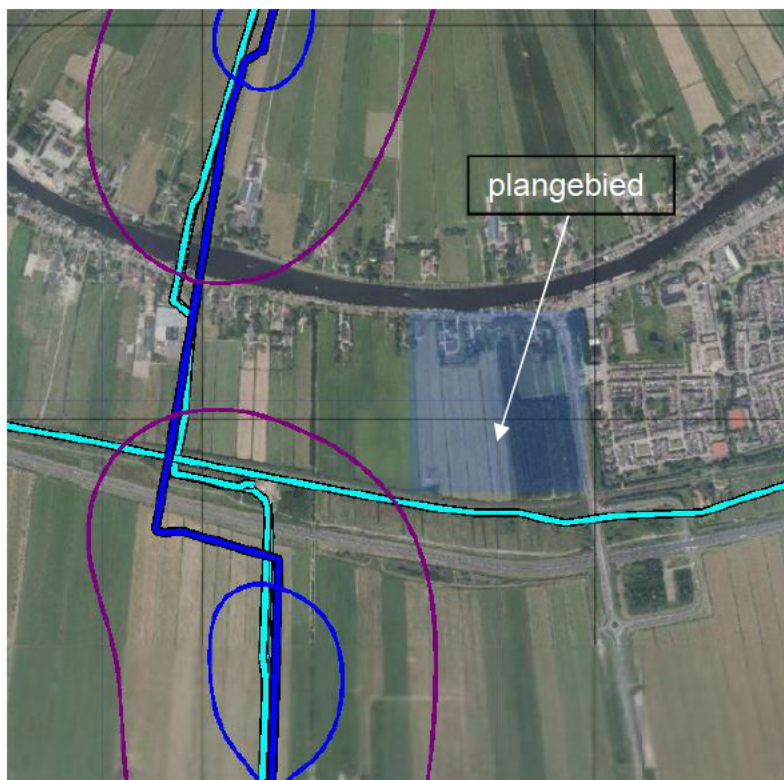
Hogedrukaardgasleiding A515 ligt echter voor een deel op het maaiveld met grondbedekking er over heen. Vanwege deze ligging zijn de risico's anders dan bij ondergronds gelegen hogedrukaardgasleidingen. Door de ligging op maaiveld zal het gas bij een calamiteit niet alleen in verticale richting uit de leiding stromen, maar ook in horizontale richting. Hierdoor en vanwege de hoge druk in de leiding van 66 bar zullen de effecten van een calamiteit in een groter gebied merkbaar zijn.

De risico's als gevolg van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleiding A-803-deel-1 zijn kwantitatief bepaald met het rekenprogramma CAROLA. Voor buisleiding A515 wordt verwezen naar een eerder uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse voor deze buisleiding¹ (hierna QRA A-515).

¹ Kwantitatieve Risicoanalyse Gastransportleiding A515, rapportnummer GCS.74106766, d.d. 17 juni 2015 opgesteld door DNV-GL.

2.4 Plaatsgebonden risico

Uit de berekening met behulp van het programma CAROLA blijkt dat voor buisleiding A- en A-803-deel-1 geen plaatsgebonden 10^{-6} -risicocontour ter hoogte van het plangebied wordt berekend.



Figuur 2.2: Uitsnede CAROLA plaatsgebonden risico voor leiding A-803-deel-1

Uit de QRA A-515 blijkt dat ter hoogte van het plangebied geen sprake is van een $PR10^{-6}$ -risicocontour voor buisleiding A-515.

2.5 Berekening hoogte groepsrisico

Omdat het plangebied Westvaartpark is gelegen binnen de 1% letaliteitsafstand van de genoemde buisleidingen, is met behulp van het programma CAROLA de hoogte van het groepsrisico inzichtelijk gemaakt. De berekeningen zijn voor zowel de huidige situatie gemaakt als voor de toekomstige situatie.

Het plandeel "Konkreet" is niet gelegen binnen het invloedsgebied van buisleiding A-803-deel-1. Omdat het plandeel "Konkreet" onderdeel uitmaakt van het Westvaartpark, is voor de volledigheid wel de berekening van de hoogte van het groepsrisico voor deze buisleiding opgenomen. De realisatie van het plandeel "Konkreet" heeft derhalve geen invloed op de hoogte van het groepsrisico voor buisleiding A-803-deel-1.

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.

In de huidige situatie is het beoogde plangebied niet bebouwd. In de berekening zijn dan ook geen personen gemodelleerd.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat in de toekomstige situatie maximaal 300 woningen worden gerealiseerd binnen het plandeel "Synchroon".

In figuur 2.3 is de plankaart van het plangebied "Synchroon" d.d. 4 mei 2018 (VO) weergegeven. Binnen het plangebied zijn ook gronden voor 'groen' en 'bos' voorzien. Bij de berekeningen zijn de woningen geprojecteerd ter plaatse van de gronden die bestemd worden voor 'wonen' (geel).



Figuur 2.3: Plankaart plangebied "Synchroon" d.d. 4 mei 2018 (VO)

De Verkaveling voor het plandeel "Konkreet" is weergegeven in figuur 2.4. Binnen dit plandeel worden 40 grondgebonden woningen en circa 30 appartementen gerealiseerd.

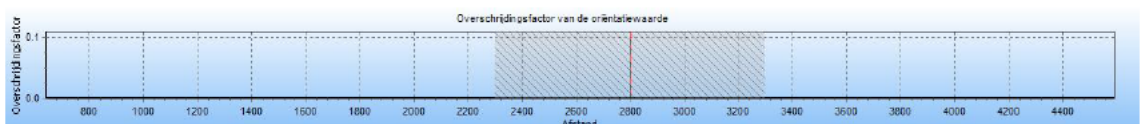


Figuur 2.4: Verkaveling plandeel "Konkreet" d.d. 1 november mei 2018

Voor de bestemming wonen is uitgegaan een kental van 2,4 personen per woning en een aanwezigheidspercentage van 50% in de dagperiode en 100% in de nachtperiode. Als gevolg van het planvoornemen, neemt de personendichtheid in de toekomstige situatie toe met 444 personen in de dagperiode en 888 personen in de nachtperiode.

Berekening groepsrisico buisleiding A-803-deel-1

In figuur 2.5 is de groepsrisico-screening voor buisleiding A-803-deel-1 opgenomen voor de huidige situatie. De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé ter hoogte van het plangebied is gelijk aan 0,00 en correspondeert met die kilometer leiding die is gevisualiseerd in figuur 2.6.



Figuur 2.5: Groepsrisico screening A-803-deel-1, voor planrealisatie



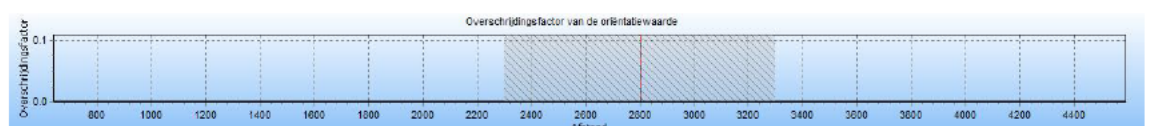
Figuur 2.6: Kilometer leiding ter hoogte van het plangebied (in groen weergegeven), voor planrealisatie

Onderstaand is de fN-curve weergegeven voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-803-deel-1 ter hoogte van het plan weergegeven. De volledige CAROLA rapportage, waarin de maatgevende kilometer leiding is weergegeven, is opgenomen in bijlage I.



Figuur 2.7: fN-curve buisleiding A-803-deel-1, voor planrealisatie

In figuur 2.8 is de groepsrisico-screening voor buisleiding A-803-deel-1 opgenomen na planrealisatie.



Figuur 2.8: Groepsrisico screening A-803-deel-1, na planrealisatie

Uit de berekeningen blijkt dat de maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé na planrealisatie eveneens gelijk is aan 0,00.

De fN-curve laat eveneens geen groepsrisico zien na planrealisatie.



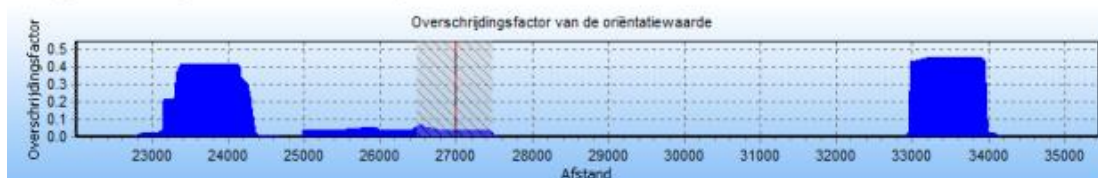
Figuur 2.9: fN-curve buisleiding A-803-deel-1, na planrealisatie

De volledige CAROLA rapportage, waarin de maatgevende kilometer leiding is weergegeven voor de toekomstige situatie, is opgenomen in bijlage II.

Hoogte groepsrisico buisleiding A-515

Door de half-half-ligging ligt de 100% letaliteitsgrens op 405 meter en de 1% letaliteitsgrens op 600 meter.

De hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-515 is reeds berekend in QRA A-515 in 2015. Met behulp van het programma Pipesafe is de hoogte van het groepsrisico bepaald. Bij deze berekening is reeds rekening gehouden met de ontwikkeling van het Westvaartpark. In figuur 2.9 is de groepsrisico-screening weergegeven voor buisleiding A515 nabij het Westvaartpark.



Figuur 2.9: Groepsrisico screening A-515 (bron: QRA A-515)

De maximale overschrijdingsfactor, rekening houdend met de ontwikkeling van het Westvaartpark, bedraagt 0,04. Deze overschrijdingsfactor wordt gevonden bij 78 slachtoffers en een frequentie van $6,47 \times 10^{-6}$ per jaar. Zonder realisatie van het Westvaartpark bedroeg de overschrijdingsfactor 0,001, bij 39 slachtoffers en een frequentie van $8,03 \times 10^{-9}$ per jaar.

De fN-curve is weergegeven in figuur 2.10.



Figuur 2.10: Groepsrisico screening A-515, na planrealisatie (bron: QRA A-515)

3 Samenvatting en conclusie

In opdracht van Plegt-Vos is door Windmill Milieu en Management een inventarisatie uitgevoerd van de externe veiligheidsrisico's ten behoeve van het plan Westvaartpark te Alphen aan de Rijn. Het plangebied bestaat uit een plandeel "Synchroon" en een plandeel "Konkreet". Binnen het plandeel "Synchroon" worden maximaal 300 woningen gerealiseerd; binnen het plandeel "Konkreet" 40 grondgebonden woningen en circa 30 appartementen.

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

Zowel de huidige als de toekomstige situatie is berekend. Uit de berekening volgt dat ter plaatse van het plangebied geen plaatsgebonden risicocontour van de buisleidingen A-515-deel-1 en A-803-deel-1 wordt berekend. Het plangebied ligt (deels) binnen de 1% letaliteitsafstand voor externe veiligheid van deze buisleidingen, zodat de invloed van het plan op de hoogte van het groepsrisico voor deze buisleidingen is bepaald.

Uit de berekening van de hoogte van het groepsrisico (met CAROLA danwel Pipesafe) zowel vóór als ná planrealisatie blijkt dat de planrealisatie leidt tot een toename van de hoogte van het groepsrisico voor buisleiding A-515-deel-1, ter hoogte van het plangebied. Voor deze buisleiding geldt dat de oriëntatiewaarde en de $0,1 \times$ oriëntatiewaarde van de hoogte van het groepsrisico zowel vóór als ná planrealisatie niet wordt overschreden. Voor buisleiding A-803-deel-1 wordt zowel voor als na planrealisatie geen groepsrisico berekend.

Het transport van gevaarlijke stoffen door de buisleidingen vormt derhalve geen belemmering voor de planrealisatie.

In artikel 12 lid 3 van het Besluit externe veiligheid buisleidingen juncto artikel 8 van de Regeling externe veiligheid buisleidingen is opgenomen wanneer sprake is van het verantwoorden van het groepsrisico. In onderhavige situatie is sprake van een uitgebreide verantwoordingsplicht. Voor een verantwoording van het groepsrisico moet door het bevoegd gezag advies worden gevraagd bij de regionale brandweer/Veiligheidsregio.

WINDMILL

MILIEU | MANAGEMENT | ADVIES



I. BIJLAGE

Rapportage CAROLA, huidige situatie

Kwantitatieve Risicoanalyse Westvaartpark Alphen aan de Rijn

Door:
Bianca Deckers

Samenvatting

Actuele situatie

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	5
2 Invoergegevens	7
2.1 Interessegebied	7
2.2 Relevante leidingen.....	7
2.3 Populatie.....	14
3 Plaatsgebonden risico.....	16
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	16
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	17
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	17
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	18
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	18
3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	19
3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	19
4 Groepsrisico screening	21
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	21
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	22
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	22
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	23
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	24
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	25
4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	26
5 FN curves.....	28
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00	28
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 800.00 en stationing 1800.00	28
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00	29

5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1390.00 en stationing 2390.00.....	29
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 640.00 en stationing 1640.00	29
5.6 Figuur 5.6 FN curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1350.00 en stationing 2350.00.....	30
5.7 Figuur 5.7 FN curve voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00	30
6 Referenties.....	31

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, buurtbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	
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 06-12-2018.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\WND\539\UitwOpdr\1_Werk\Externe Veiligheid\1_projectinformatie\Carola\Westvaarkpark Plandeel Konkreet.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 06-12-2018.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Valkenburg. 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.

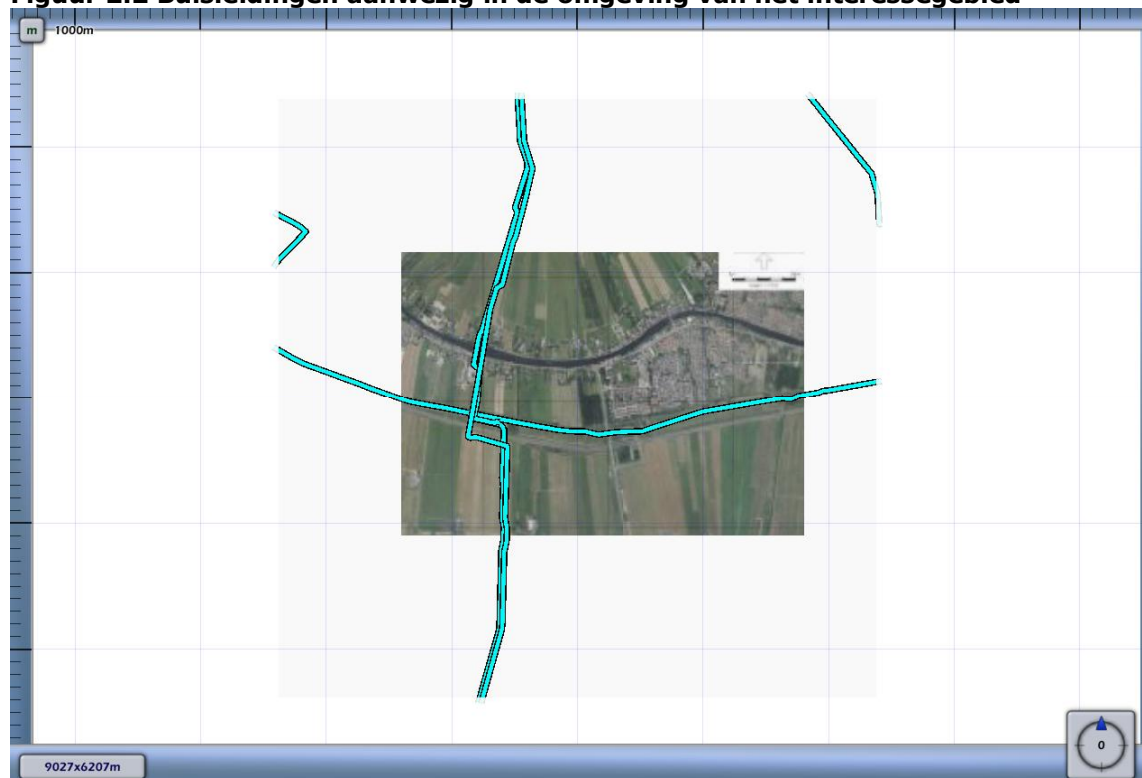
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse	5596_leiding-A-515-01-	168.30	66.20	06-12-2018

Gasunie	deel-1			
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- A-515-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- A-518-deel-1	762.00	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- A-553-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- A-554-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- A-803-deel-1	1219.00	79.90	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding- W-517-01- deel-1	323.80	40.00	06-12-2018

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
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	0.000	48.810
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	48.810	57.310
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	57.310	196.250
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	196.250	203.250
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	203.250	342.650
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	342.650	346.350
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande	346.350	416.850

	restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	416.850	424.650
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	424.650	604.550
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	604.550	607.260
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	607.260	609.280
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	609.280	614.710
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	614.710	752.630
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	752.630	756.140
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere	756.140	772.390

	begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	772.390	782.000
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	782.000	906.040
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	906.040	913.030
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	913.030	1221.050
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	1221.050	1229.010
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	1229.010	1470.860
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	1470.860	1470.910
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	2414.590	2414.770
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties	2414.770	2594.220

	striktere begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2594.220	2601.250
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2601.250	2912.910
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2912.910	2916.800
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2916.800	2949.180
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2949.180	2964.460
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2964.460	3607.270
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	3607.270	3616.280
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van	3616.280	3956.290

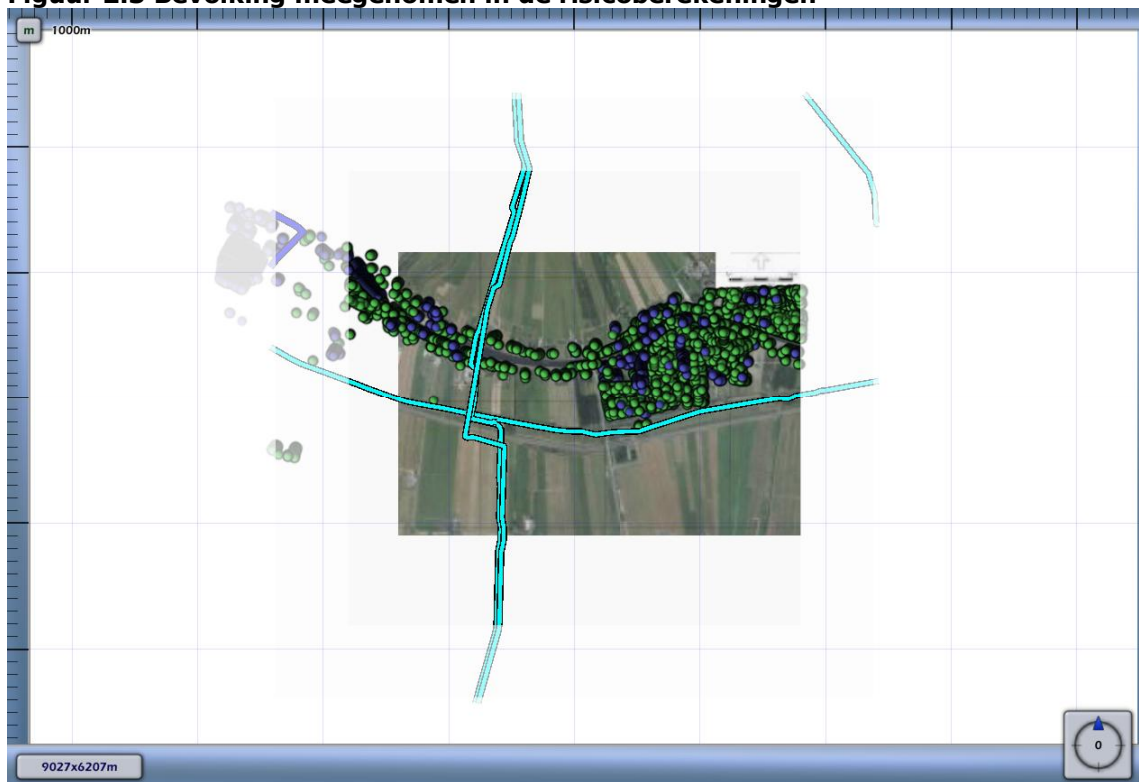
	werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	3956.290	3961.280
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	3961.280	4125.810
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	4125.810	4127.810
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	4127.810	4606.460
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	4606.460	4610.870
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	4610.870	4656.570
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	4656.570	4666.960
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	4666.960	4927.360
5596_leiding-	strikttere	4927.360	4932.660

A-515-deel-1	begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	4932.660	4988.160
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4988.160	4988.290

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
-------	------	--------	-----------	--------------	---------------------

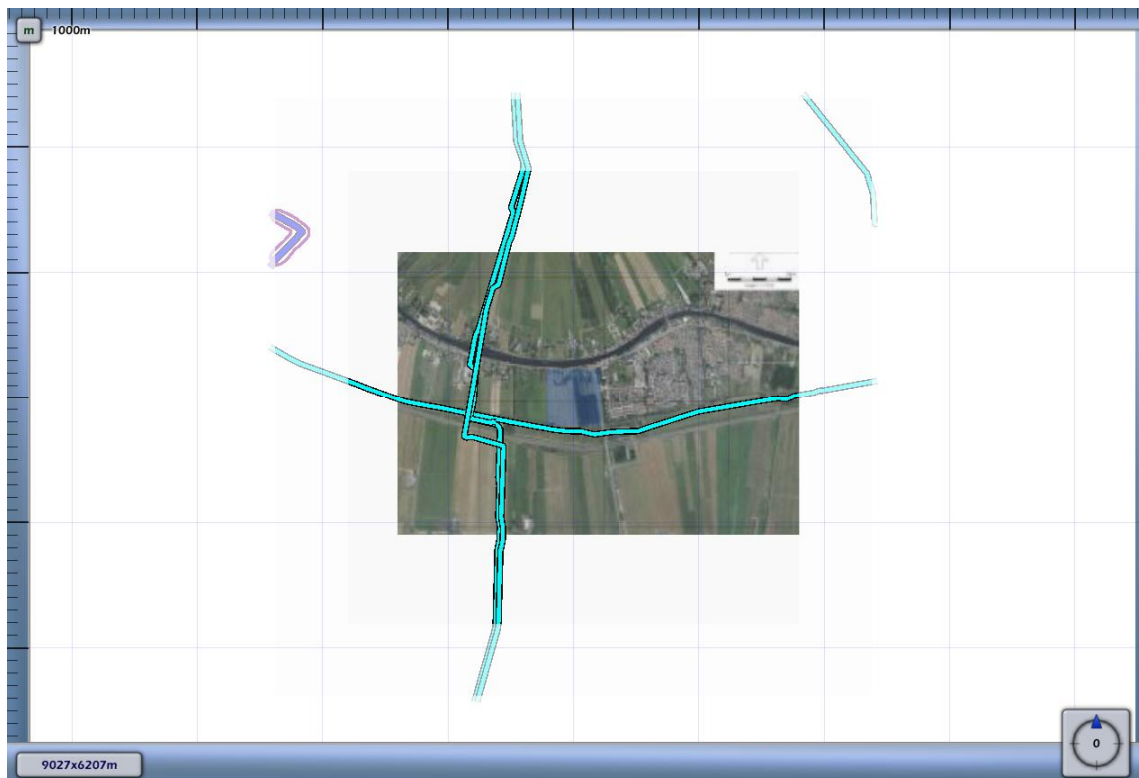
Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
populatieservice\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	2268	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
populatieservice\hotel-dag0-nacht100.txt	Wonen	19	10/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100
populatieservice\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	2021	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
populatieservice\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	7142	
populatieservice\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	1051	

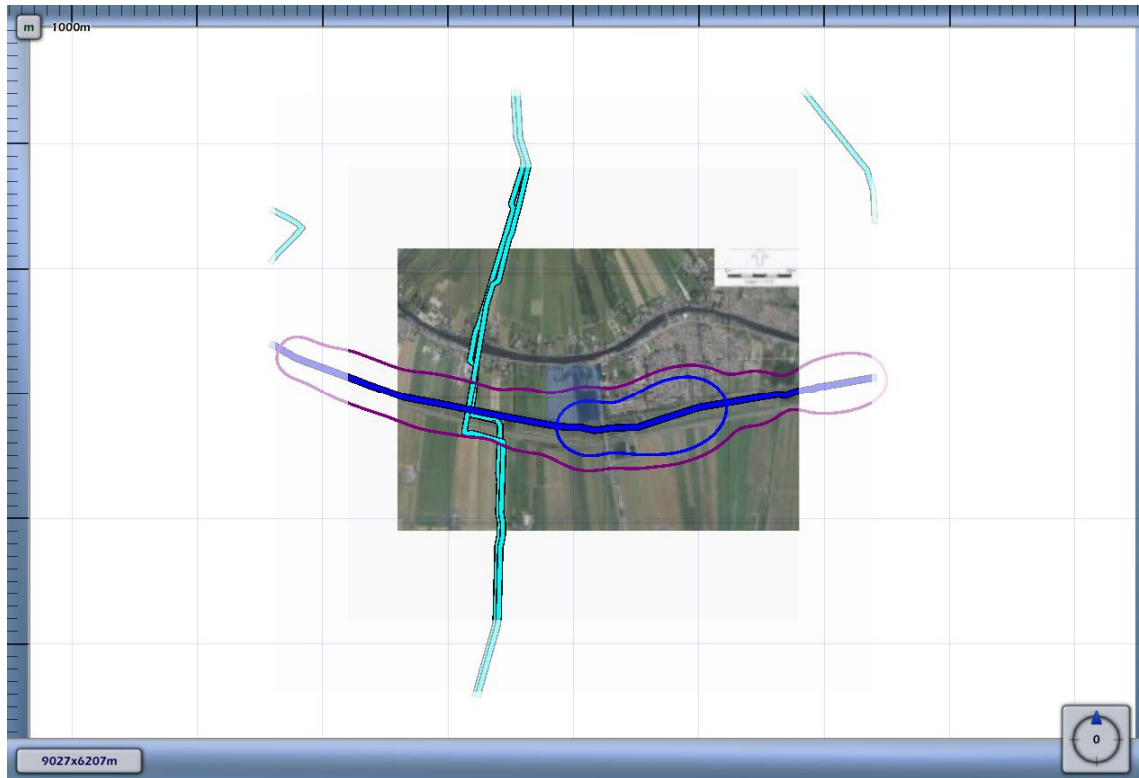
3 Plaatsgebonden risico

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 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



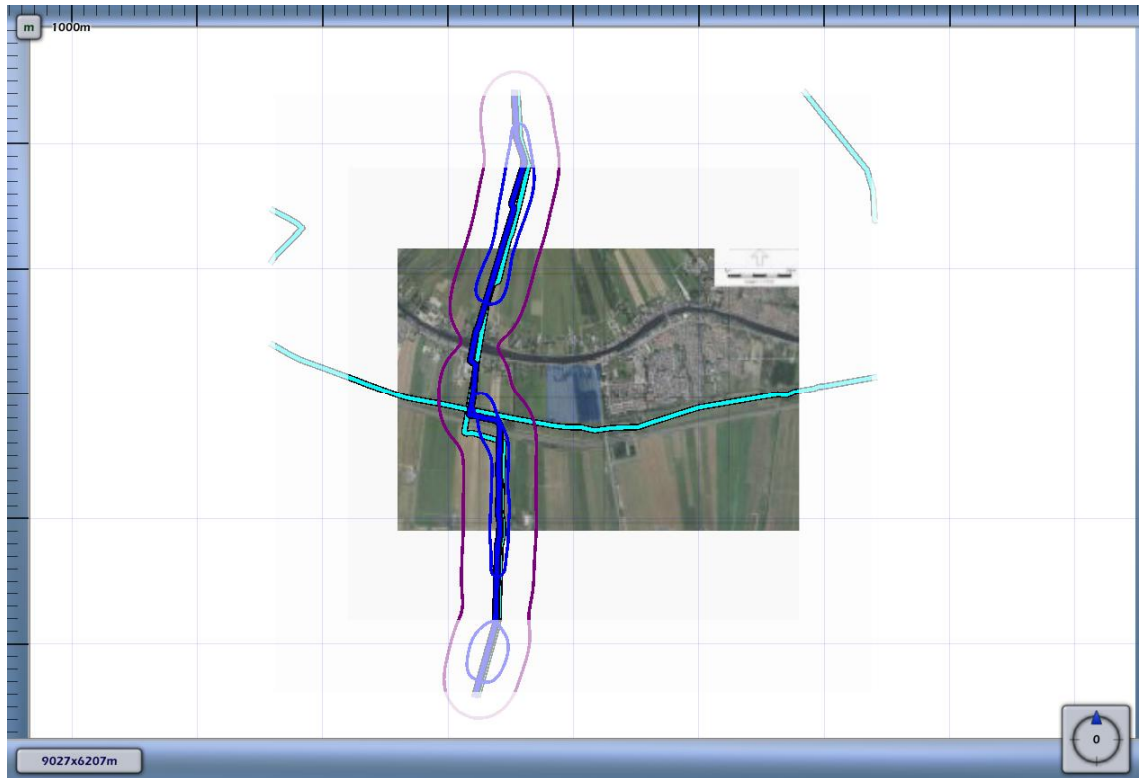
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



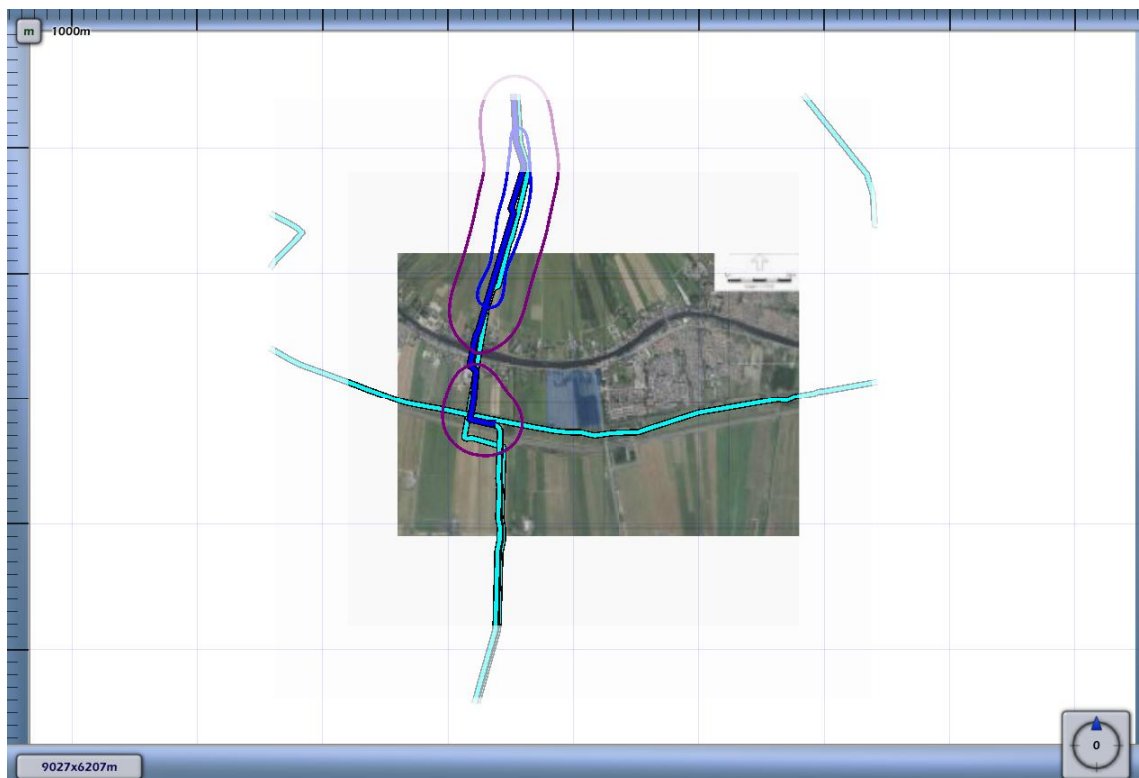
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



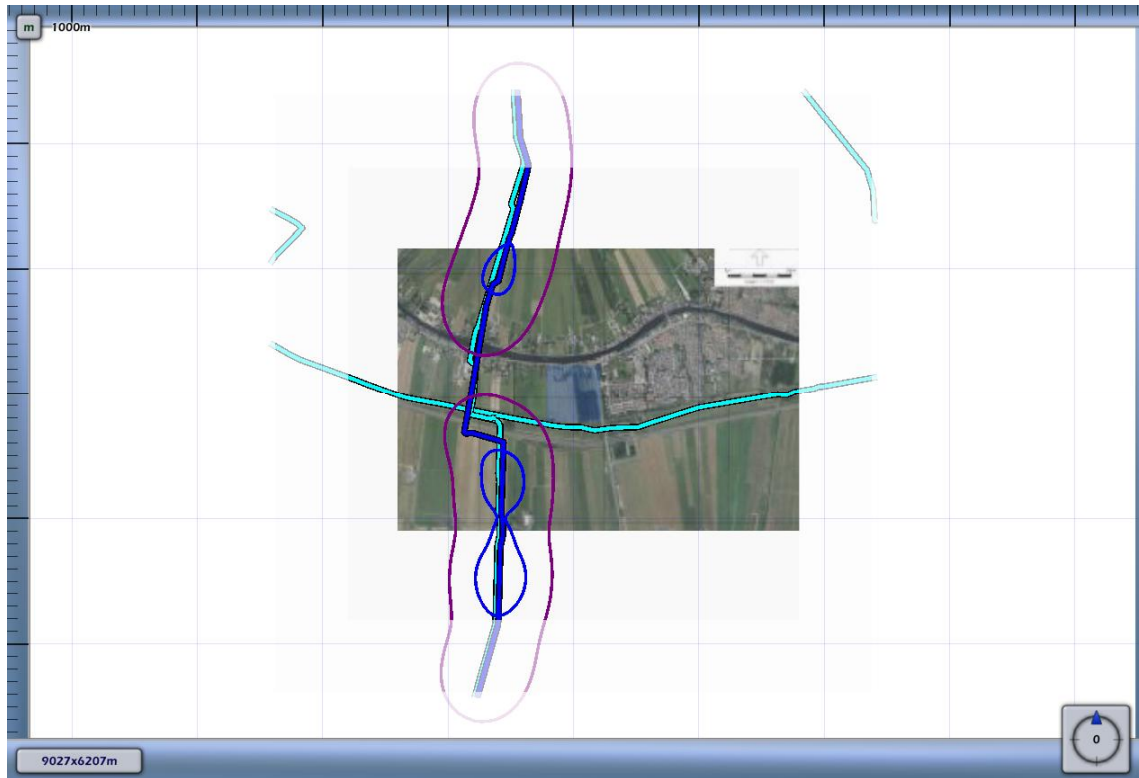
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



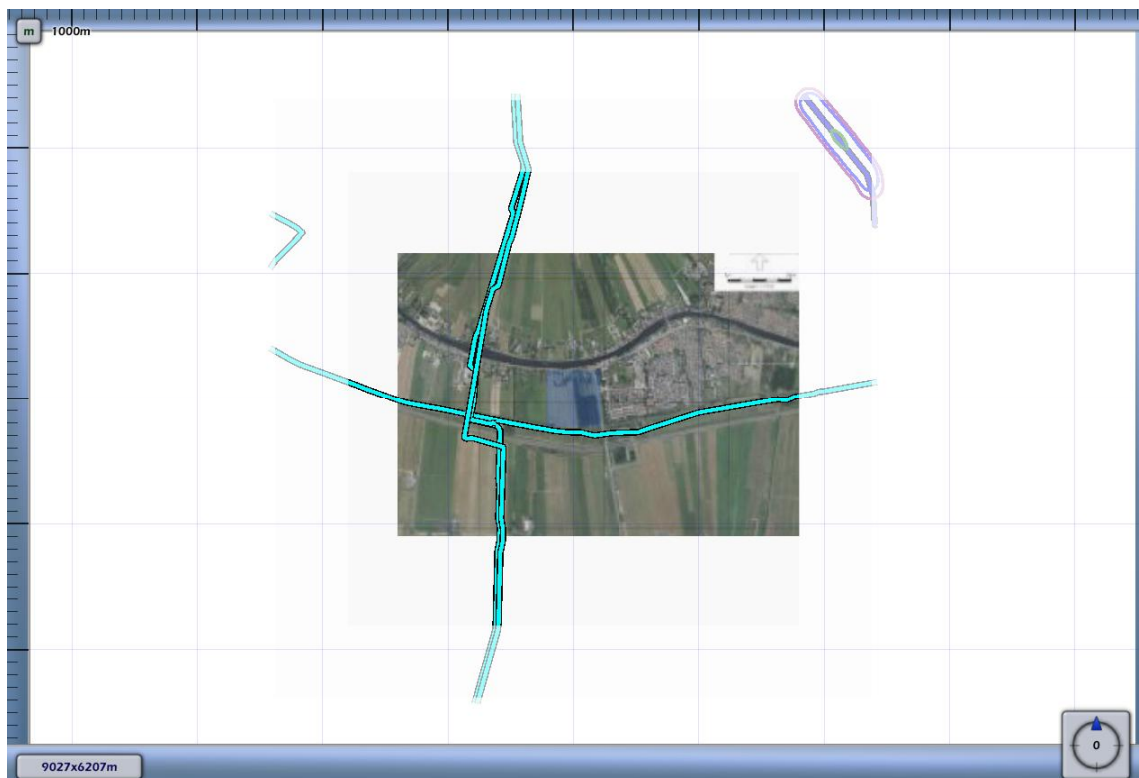
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



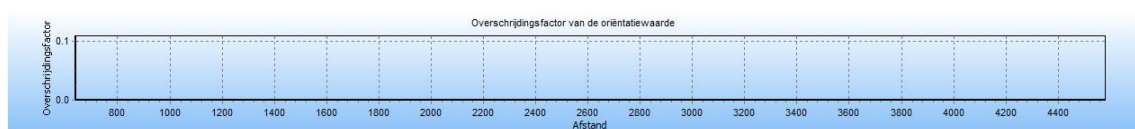
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

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.

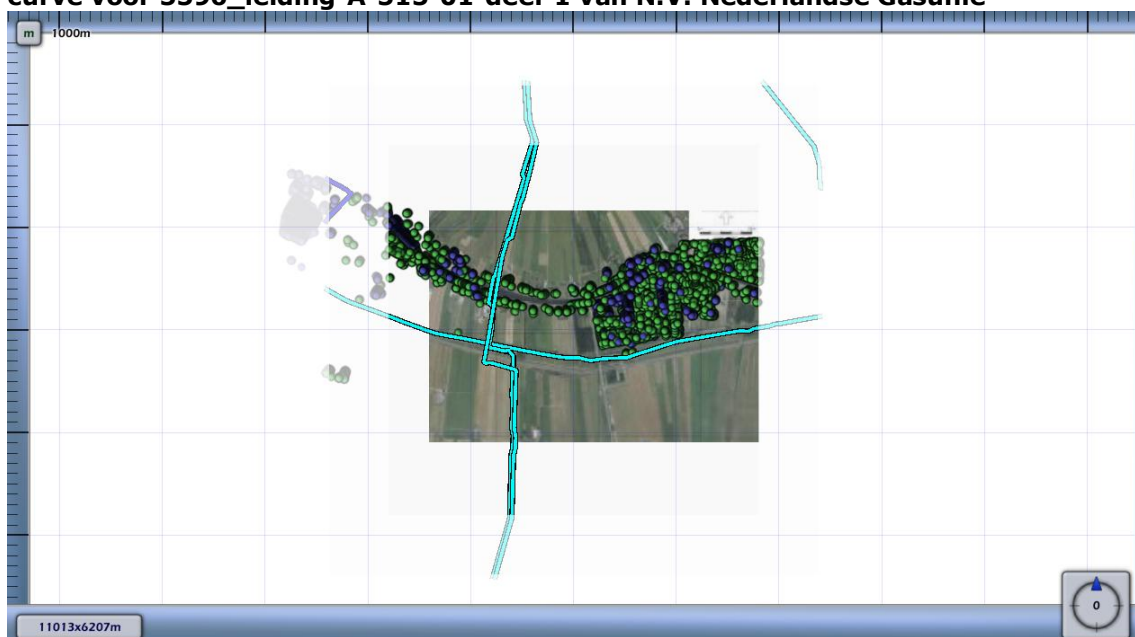
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



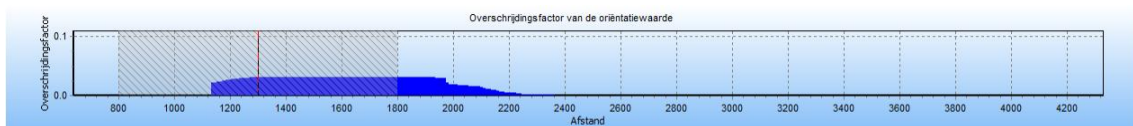
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



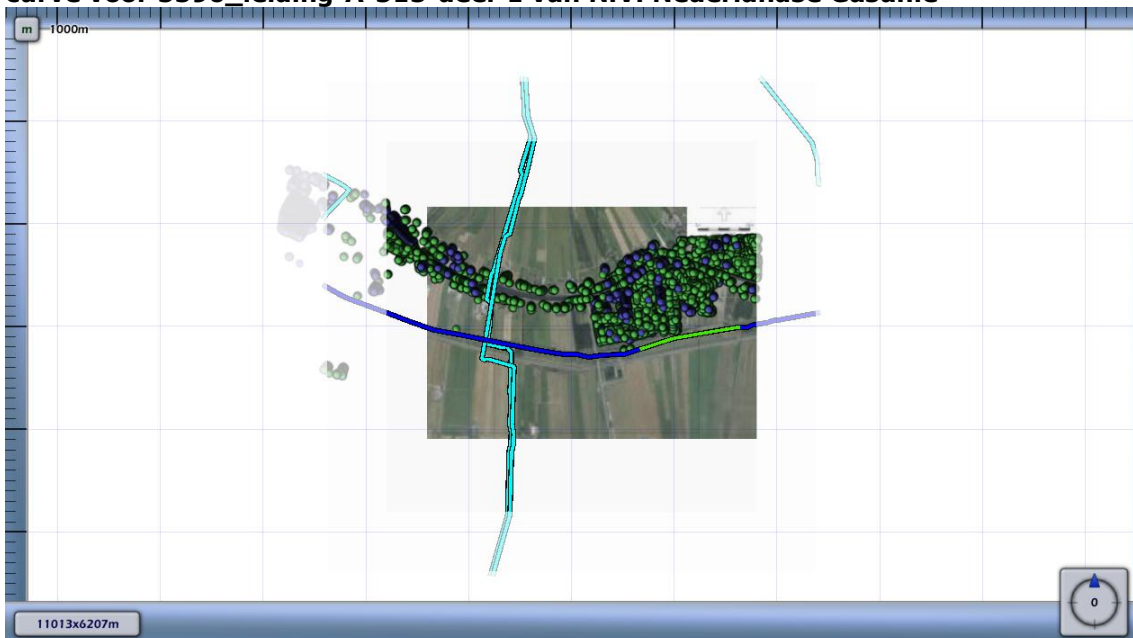
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



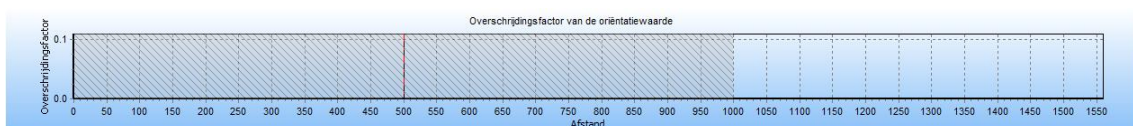
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 55 slachtoffers en een frequentie van 1.00E-007.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.030 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 800.00 en stationing 1800.00. 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 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



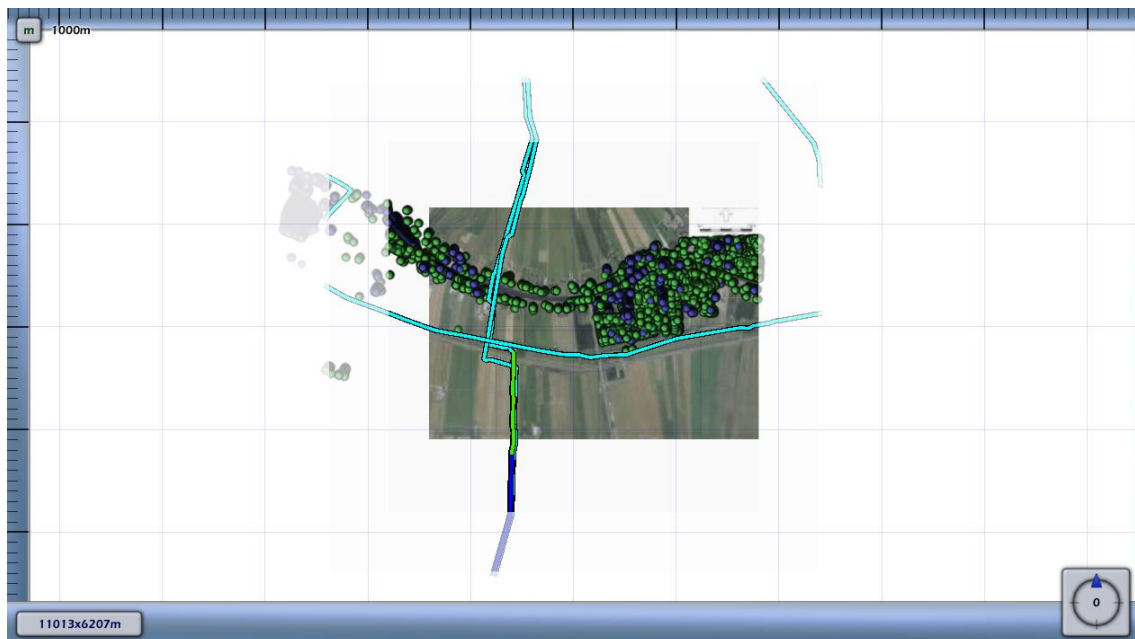
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



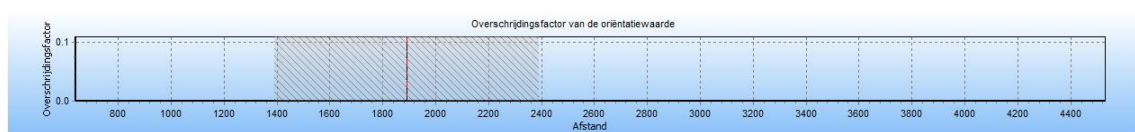
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 1000.00. 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 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



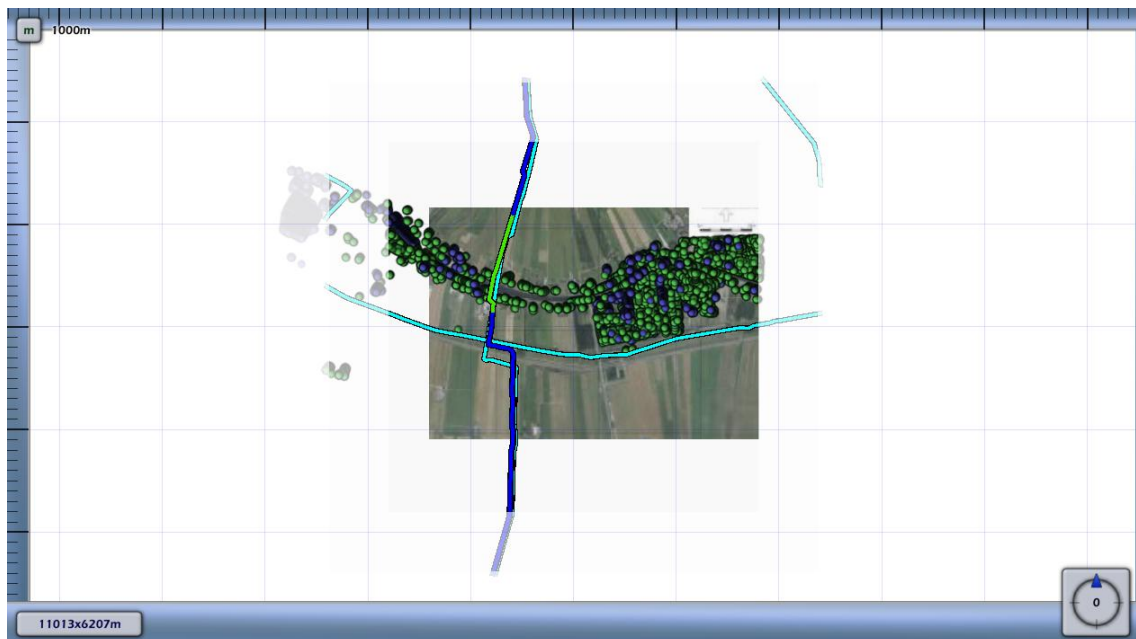
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



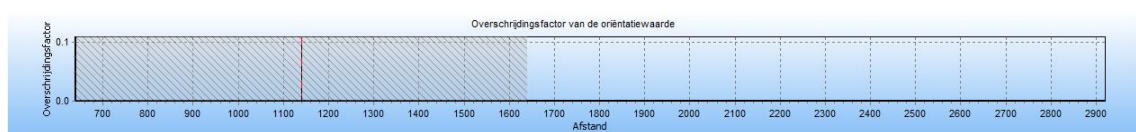
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $3.04E-009$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $3.041E-005$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1390.00 en stationing 2390.00. 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 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



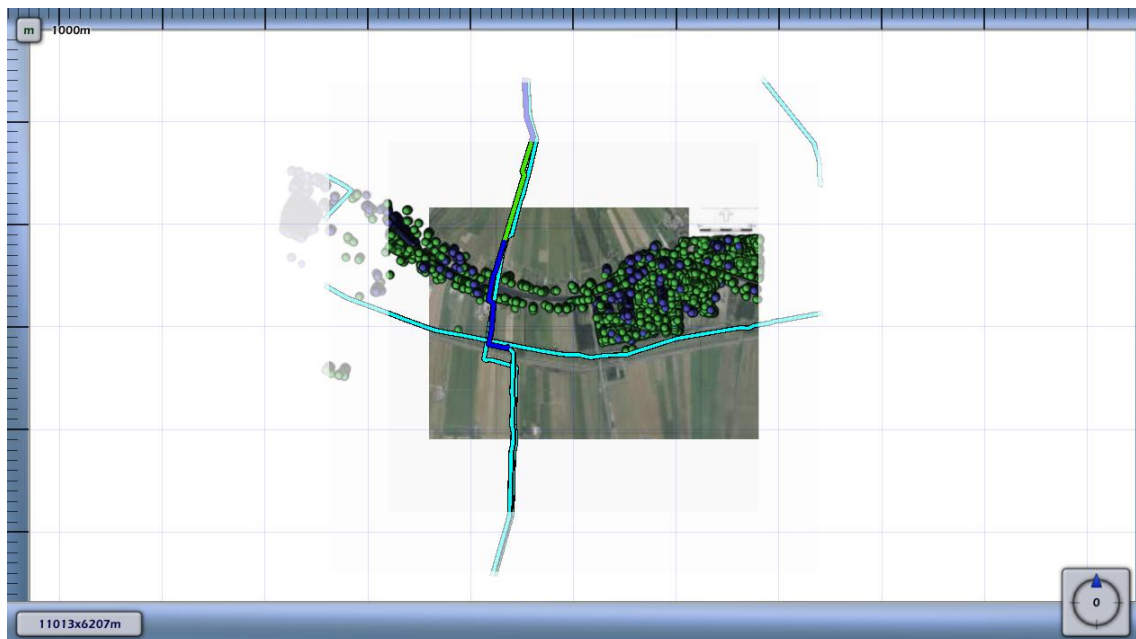
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



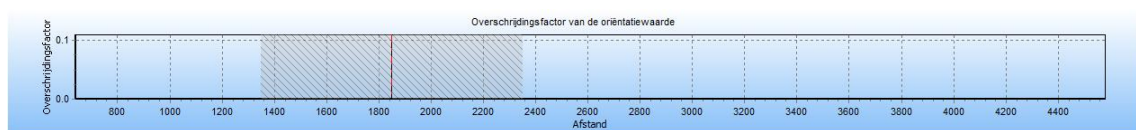
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 640.00 en stationing 1640.00. 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 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



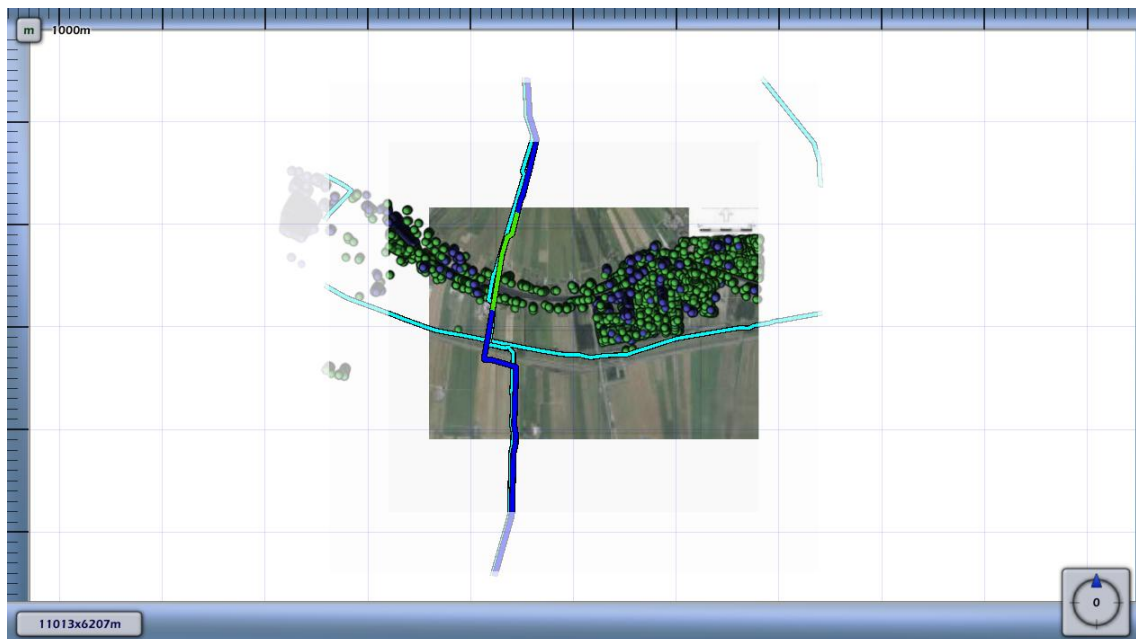
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



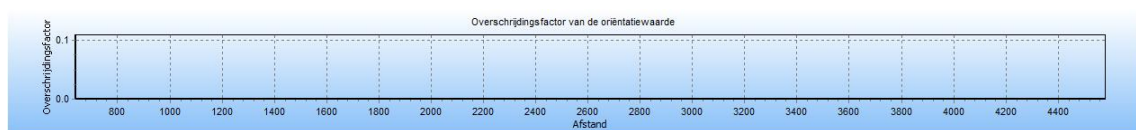
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 29 slachtoffers en een frequentie van $1.01E-009$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $8.480E-005$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1350.00 en stationing 2350.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.6

Figuur 4.6 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



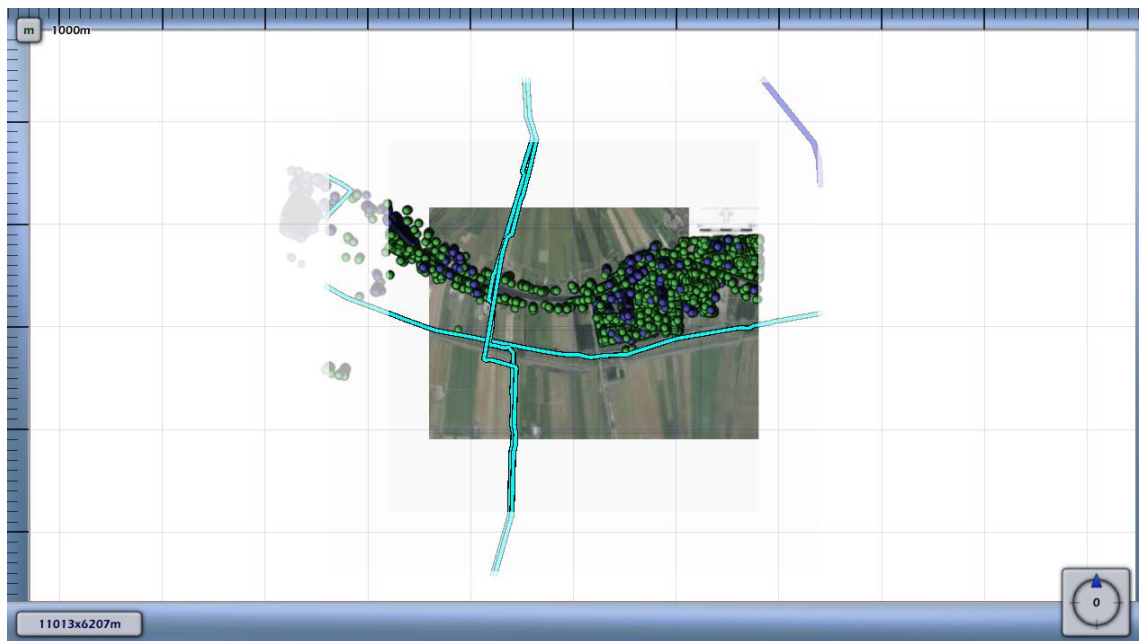
4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 4.7

Figuur 4.7 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-W-517-01-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 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 800.00 en stationing 1800.00



5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



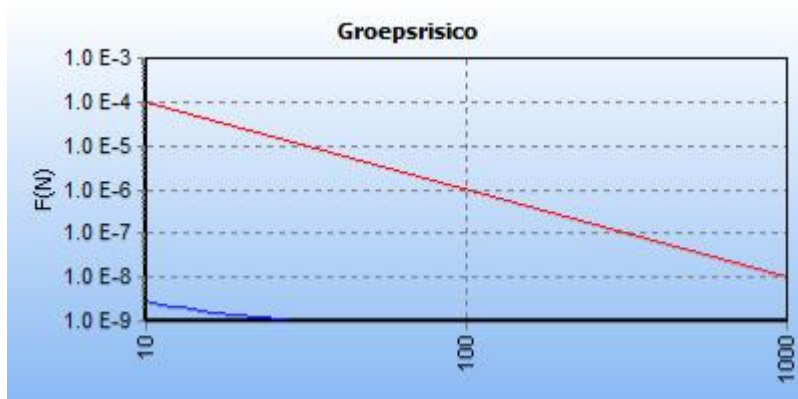
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1390.00 en stationing 2390.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 640.00 en stationing 1640.00



5.6 Figuur 5.6 FN curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1350.00 en stationing 2350.00



5.7 Figuur 5.7 FN curve voor 5596_leiding-W-517-01-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.

II. BIJLAGE

Rapportage CAROLA, toekomstige situatie

Kwantitatieve Risicoanalyse Westvaartpark Alphen aan de Rijn

Door:
Bianca Deckers

Samenvatting

Toekomstige situatie

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	5
2 Invoergegevens	7
2.1 Interessegebied	7
2.2 Relevante leidingen.....	7
2.3 Populatie.....	14
3 Plaatsgebonden risico.....	17
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	17
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	18
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	19
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	20
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	21
3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	22
3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	23
4 Groepsrisico screening	24
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	24
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	25
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	25
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	26
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	27
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	28
4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	29
5 FN curves.....	31
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00	31
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1410.00 en stationing 2410.00.....	31
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00.....	32

5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1390.00 en stationing 2390.00.....	32
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 640.00 en stationing 1640.00	32
5.6 Figuur 5.6 FN curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1350.00 en stationing 2350.00.....	33
5.7 Figuur 5.7 FN curve voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00	33
6 Referenties.....	34

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, buurtbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	
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 06-12-2018.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\WND\539\UitwOpdr\1_Werk\Externe Veiligheid\1_projectinformatie\Carola\Westvaarkpark Plandeel Konkreet.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 06-12-2018.

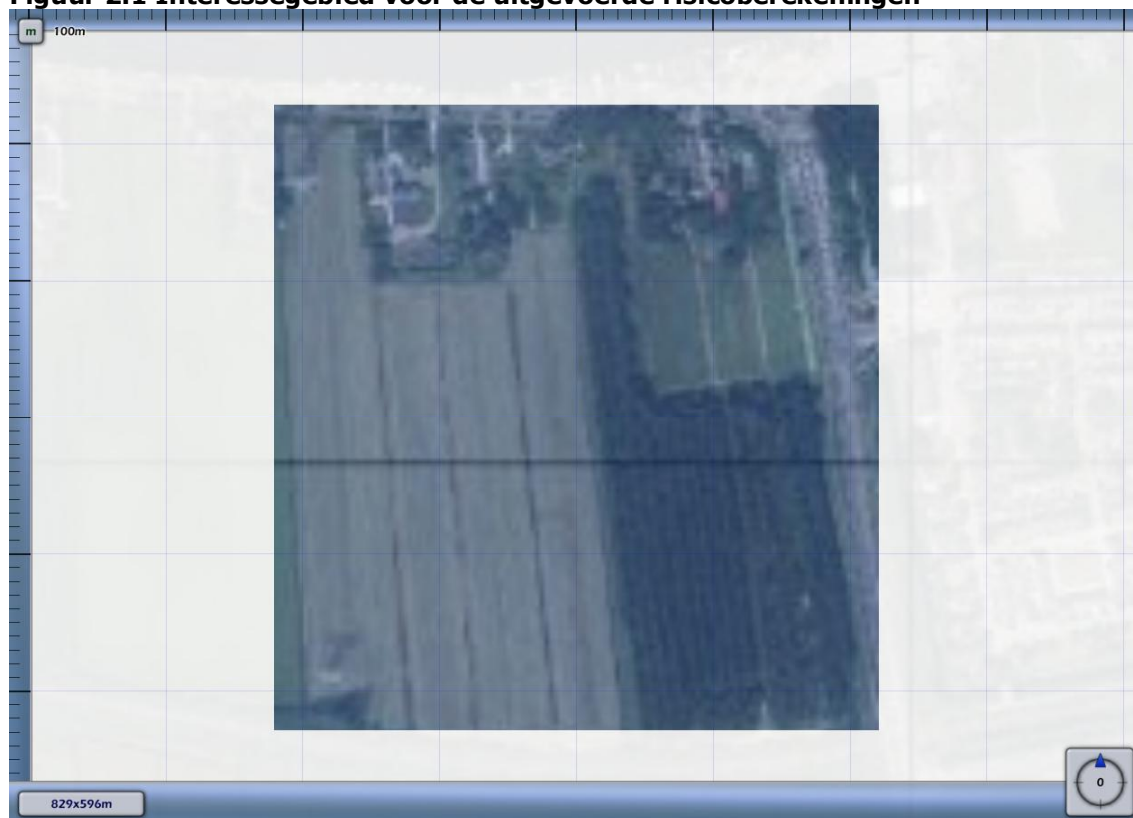
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Valkenburg. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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.

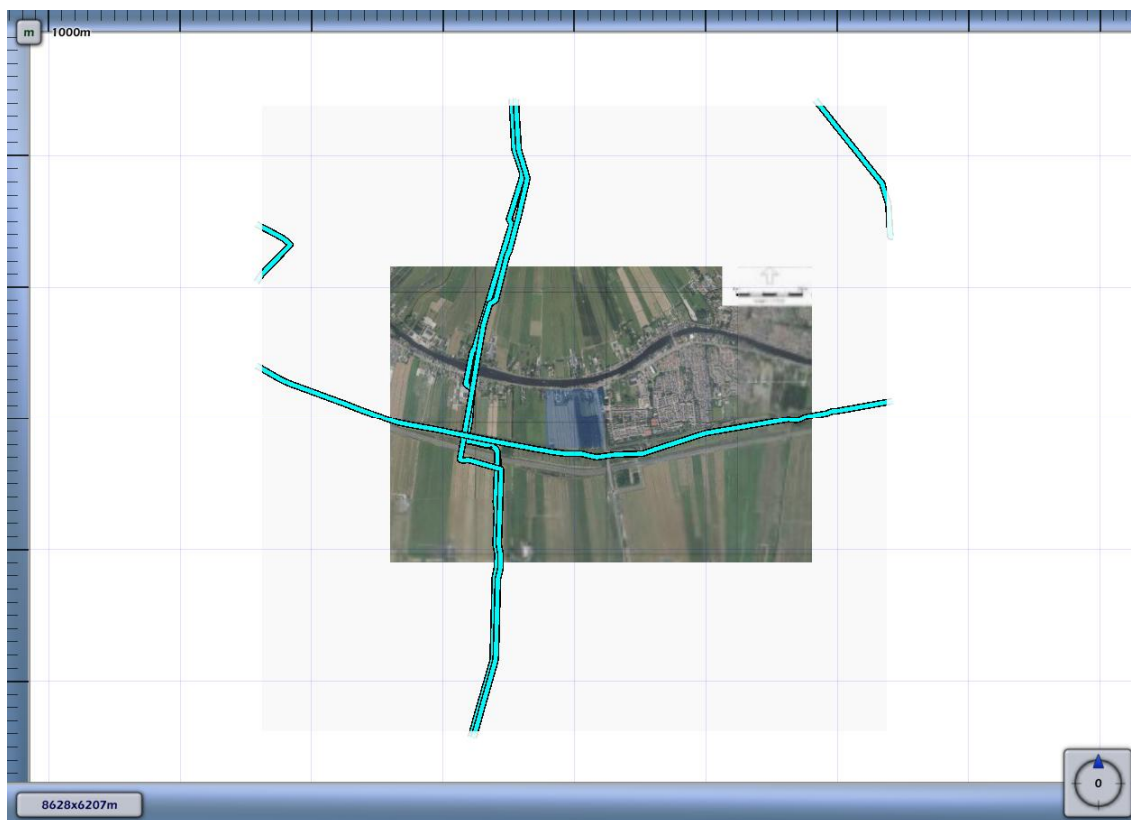
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V.	5596_leiding-	168.30	66.20	06-12-2018

Nederlandse Gasunie	A-515-01-deel-1			
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-A-515-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-A-518-deel-1	762.00	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-A-553-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-A-554-deel-1	914.40	66.20	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-A-803-deel-1	1219.00	79.90	06-12-2018
N.V. Nederlandse Gasunie	5596_leiding-W-517-01-deel-1	323.80	40.00	06-12-2018

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
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	0.000	48.810
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	48.810	57.310
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties	57.310	196.250

	strikttere begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	196.250	203.250
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	203.250	342.650
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	342.650	346.350
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	346.350	416.850
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	416.850	424.650
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	424.650	604.550
5596_leiding- A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	604.550	607.260
5596_leiding- A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van	607.260	609.280

	werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	609.280	614.710
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	614.710	752.630
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	752.630	756.140
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	756.140	772.390
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	772.390	782.000
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	782.000	906.040
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	906.040	913.030
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	913.030	1221.050
5596_leiding-	strikttere	1221.050	1229.010

A-515-deel-1	begeleiding van werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	1229.010	1470.860
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	1470.860	1470.910
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2414.590	2414.770
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2414.770	2594.220
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2594.220	2601.250
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2601.250	2912.910
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2912.910	2916.800
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	2916.800	2949.180

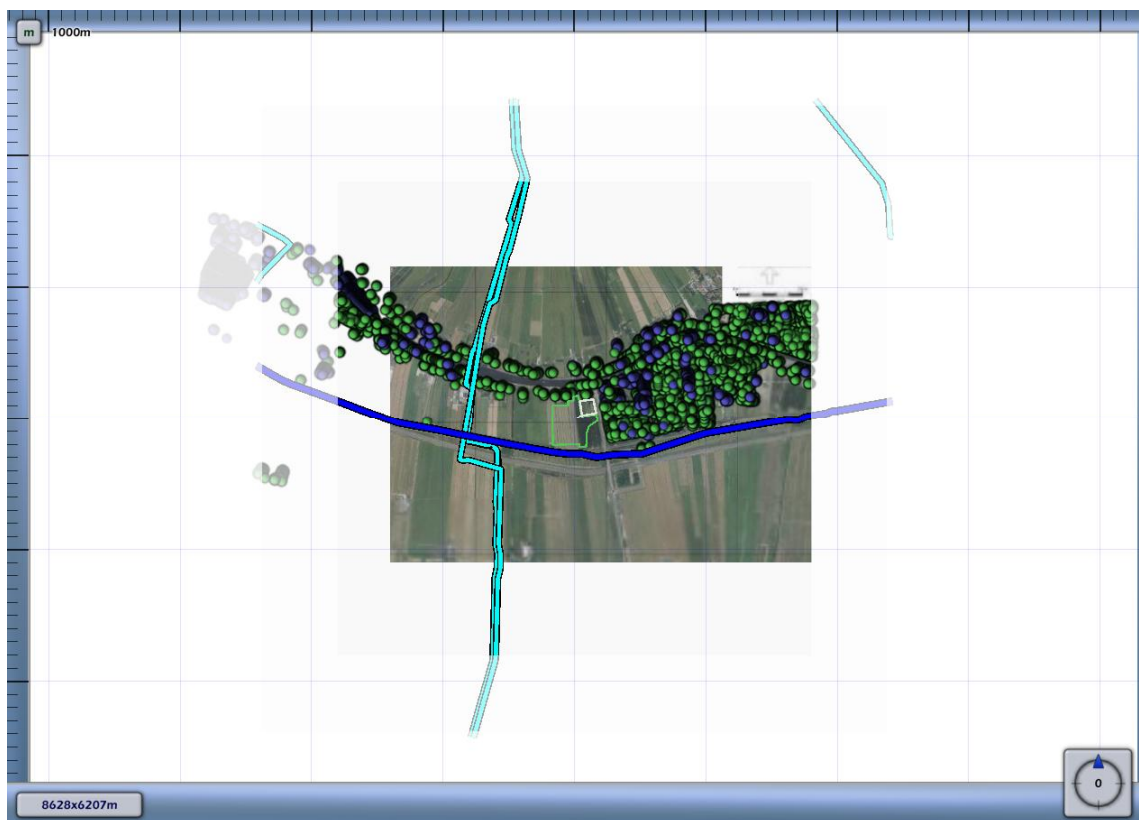
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	2949.180	2964.460
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	2964.460	3607.270
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	3607.270	3616.280
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	3616.280	3956.290
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	3956.290	3961.280
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	3961.280	4125.810
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van werkzaamheden	4125.810	4127.810
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties strikttere begeleiding van werkzaamheden	4127.810	4606.460
5596_leiding-A-515-deel-1	strikttere begeleiding van	4606.460	4610.870

	werkzaamheden		
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	4610.870	4656.570
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4656.570	4666.960
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	4666.960	4927.360
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4927.360	4932.660
5596_leiding-A-515-deel-1	overeenkomst voor het afzien van het gebruik van de grond met vergaande restricties striktere begeleiding van werkzaamheden	4932.660	4988.160
5596_leiding-A-515-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	4988.160	4988.290

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
Plangebied toekomstig - wonen Synchron	Wonen	720.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Plangebied toekomstig - wonen Konkreet	Wonen	168.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	

Populatiebestanden

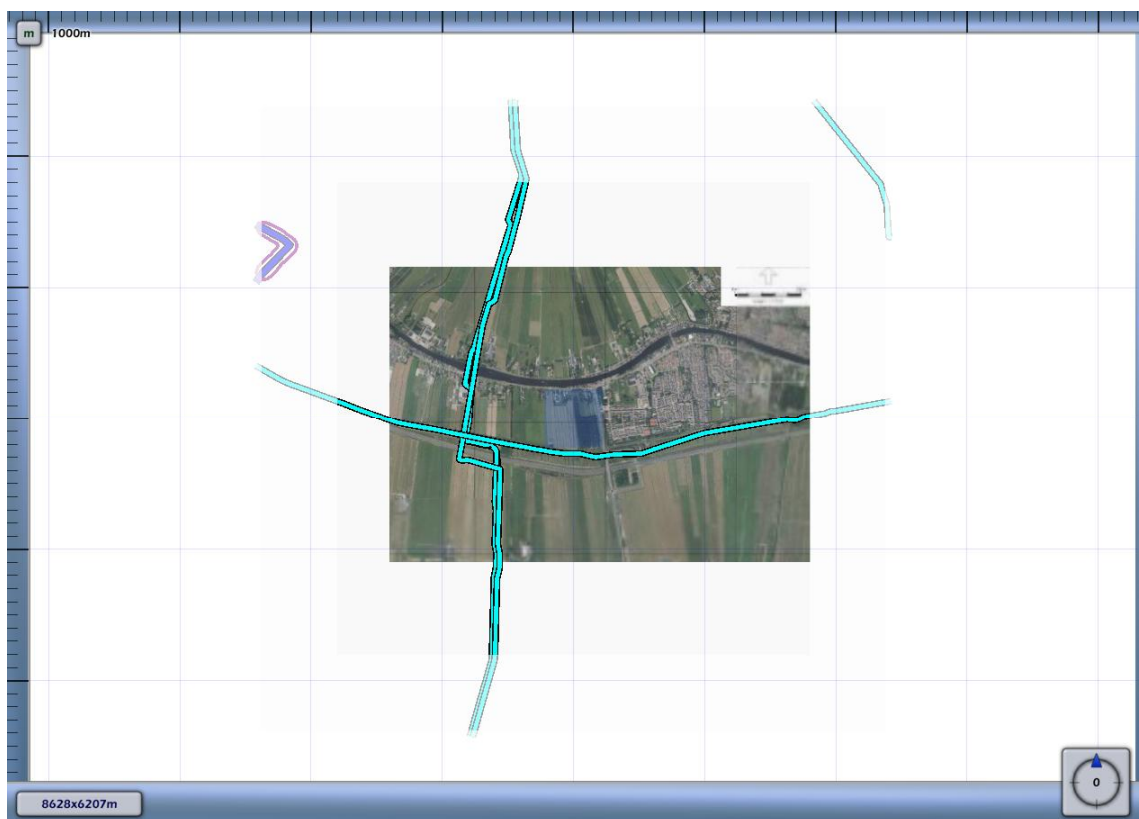
Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
populatieservice\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	2268	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100

populatieservice\hotel-dag0-nacht100.txt	Wonen	19	10/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100
populatieservice\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	2021	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
populatieservice\wonend_vakantiehuis-dag50- nacht100.txt	Wonen	7142	
populatieservice\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel- dag100-nacht0.txt	Werken	1051	

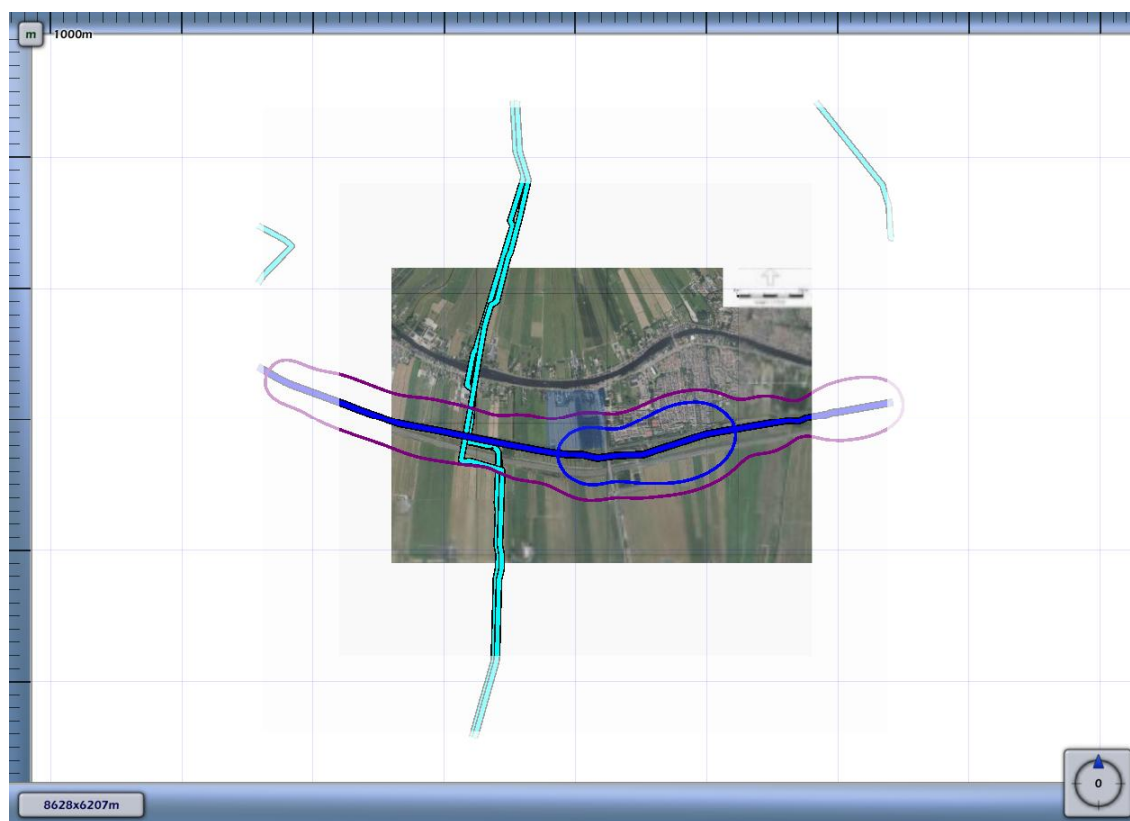
3 Plaatsgebonden risico

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.

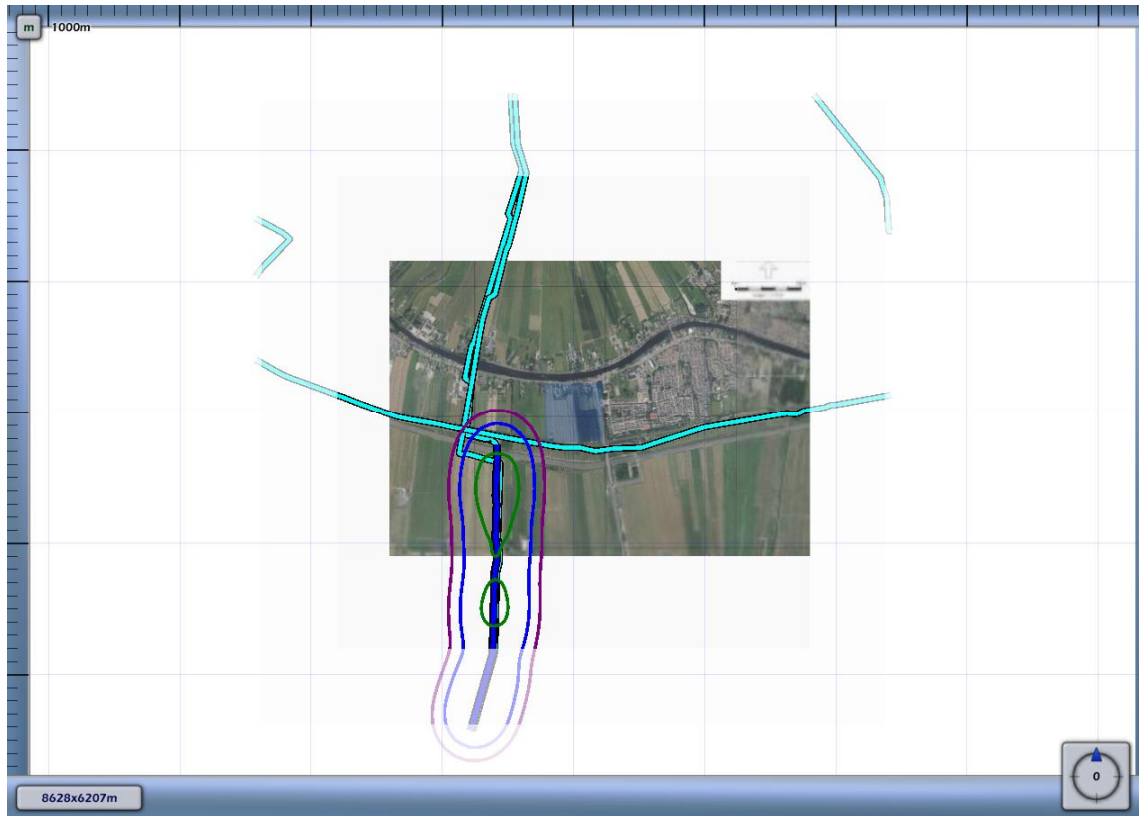
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



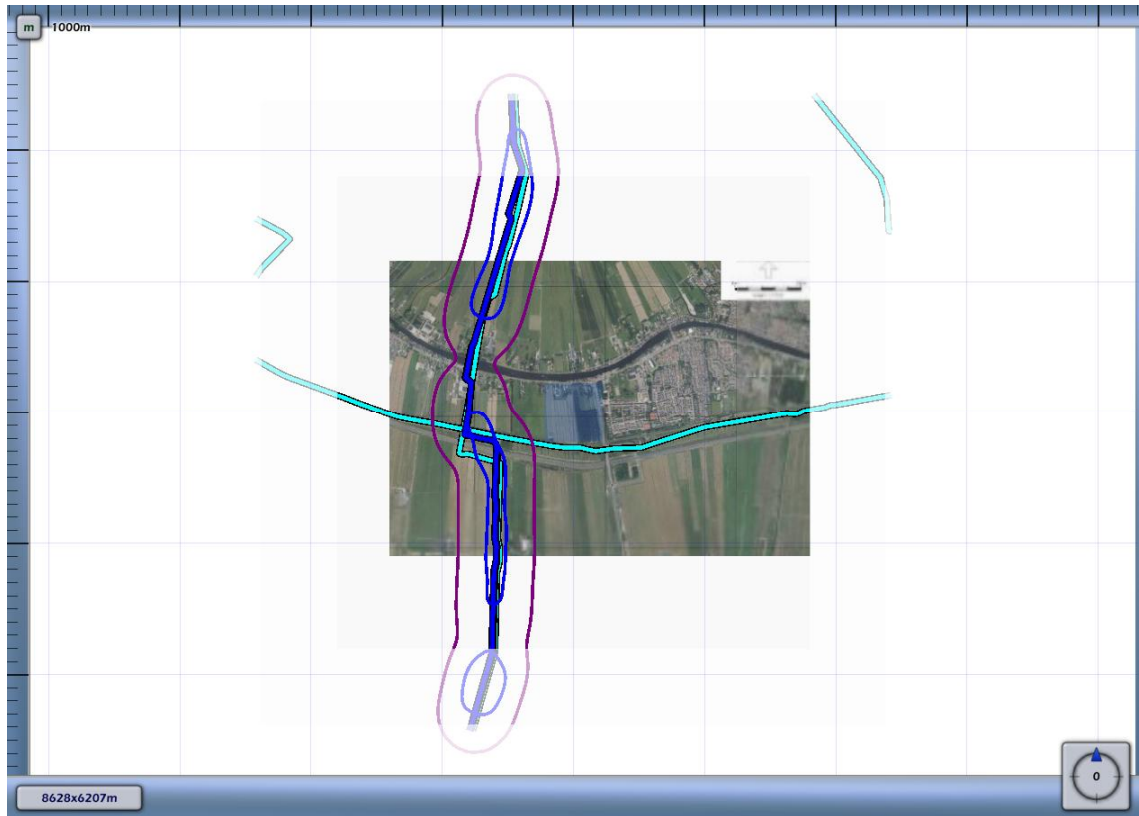
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



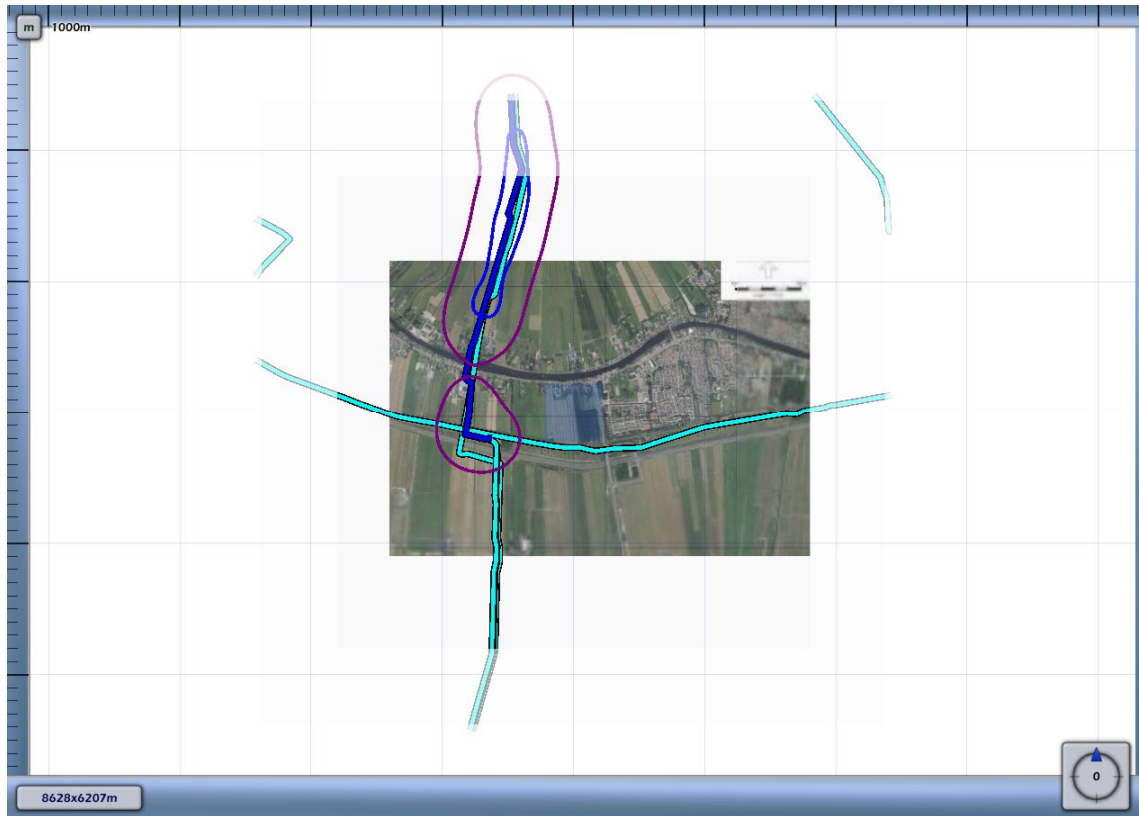
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



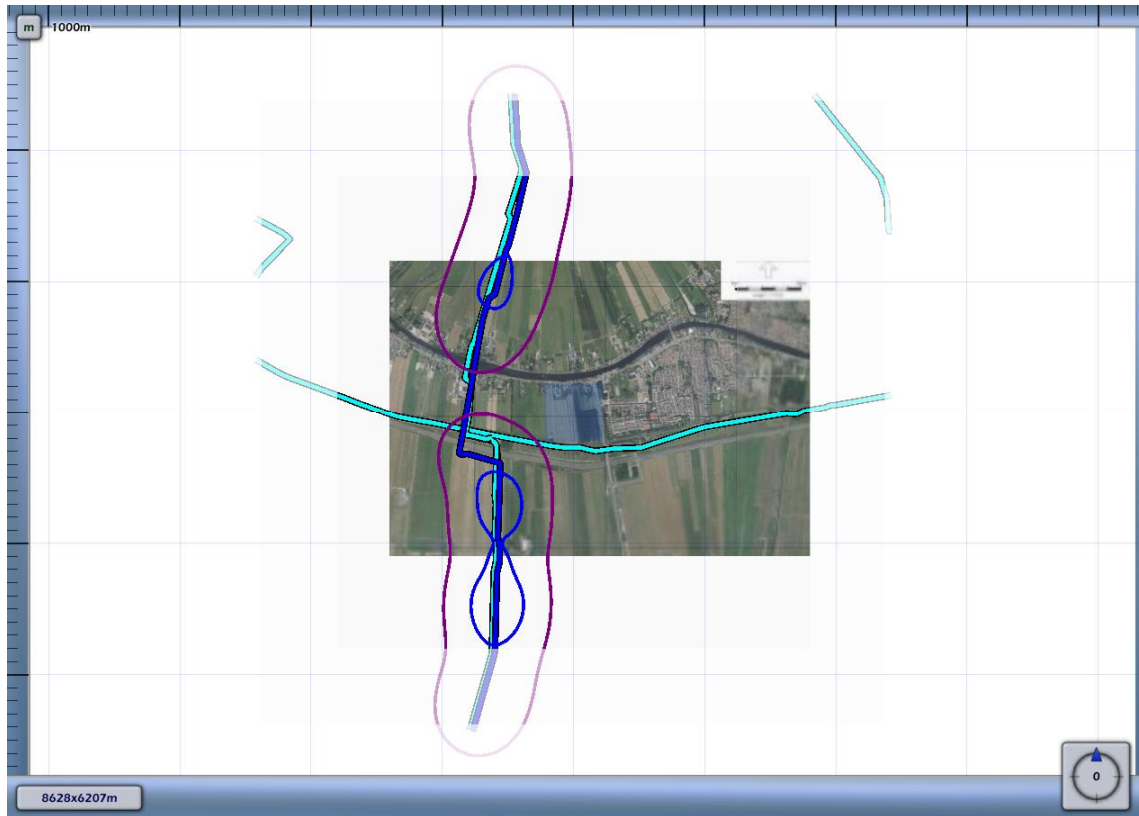
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



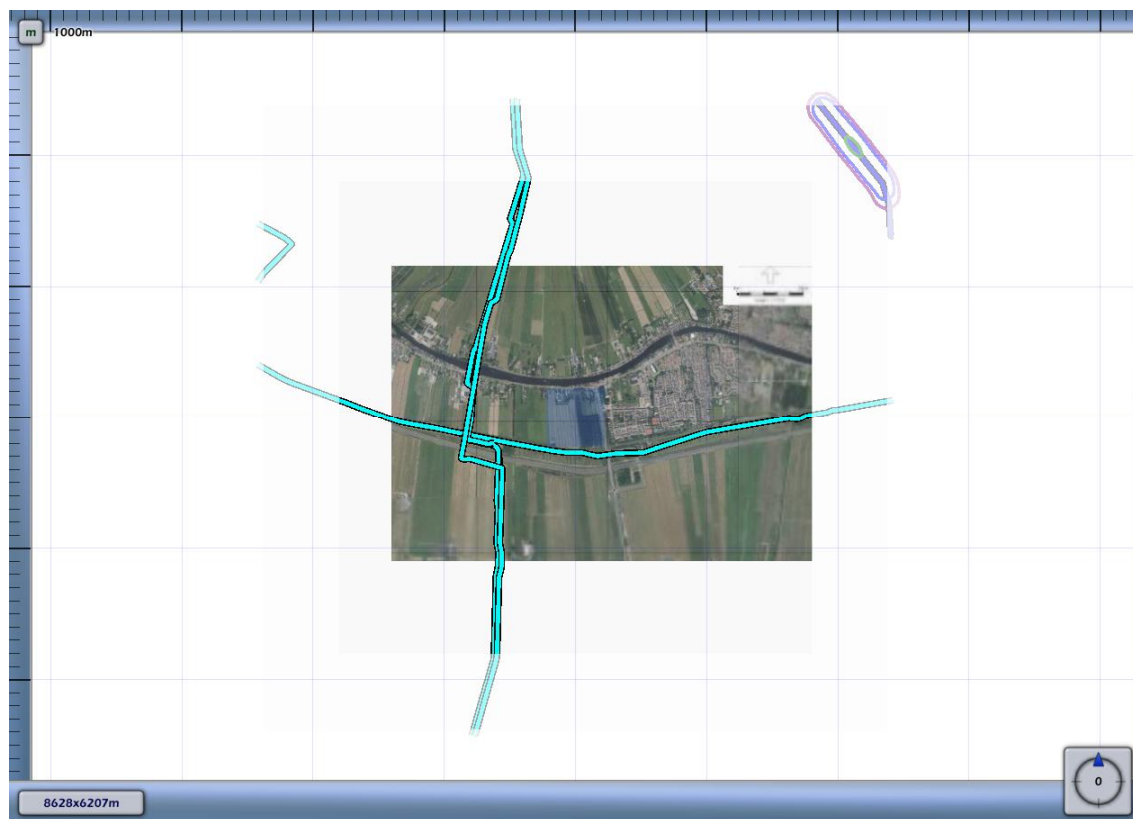
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



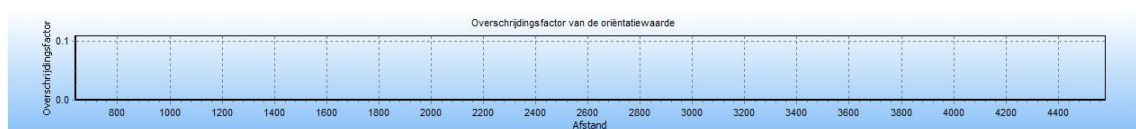
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

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.

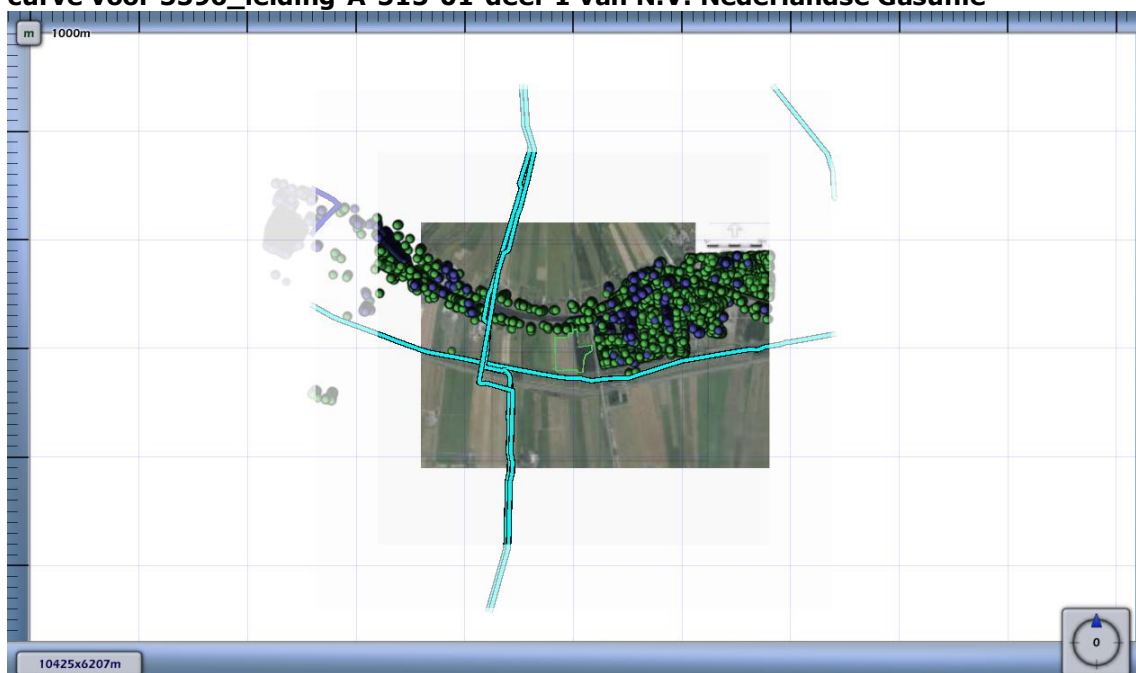
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



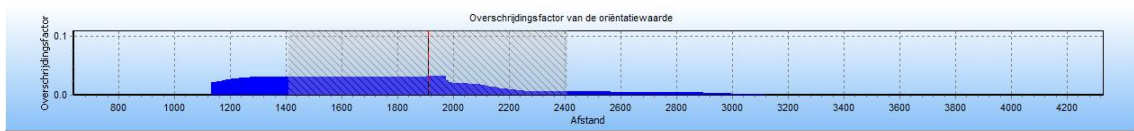
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



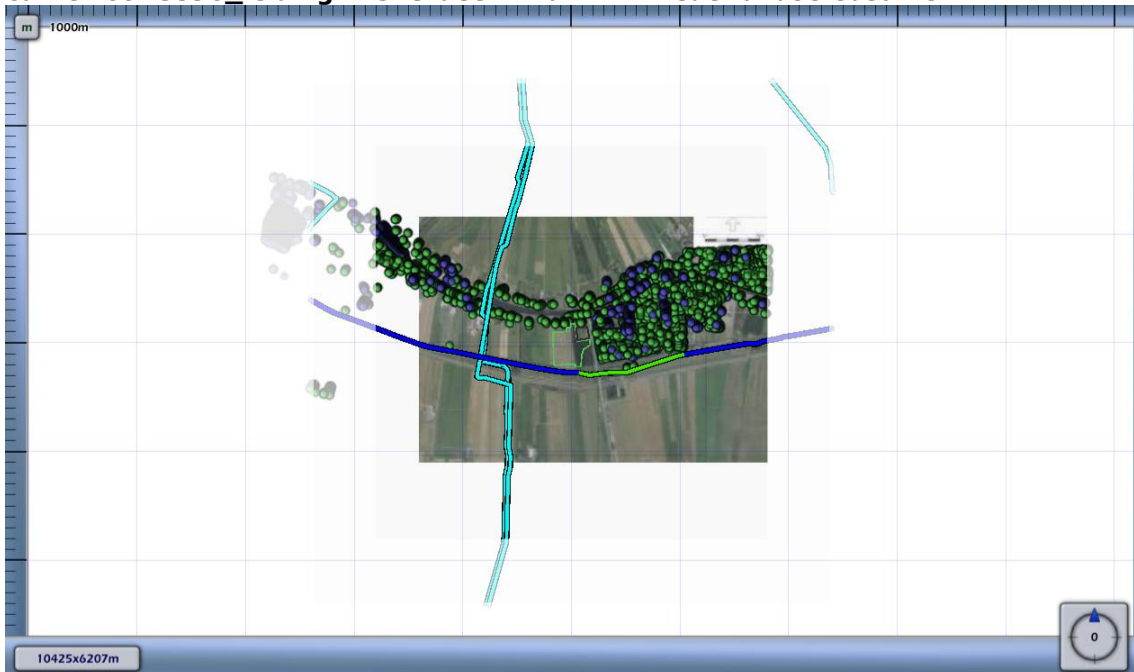
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



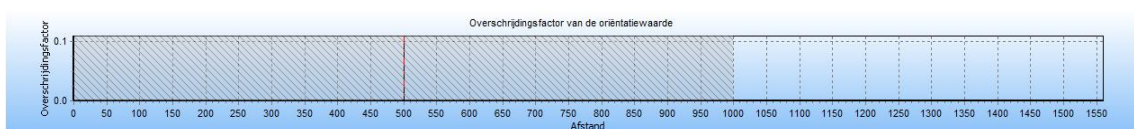
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 43 slachtoffers en een frequentie van $1.74E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.032 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1410.00 en stationing 2410.00. 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 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



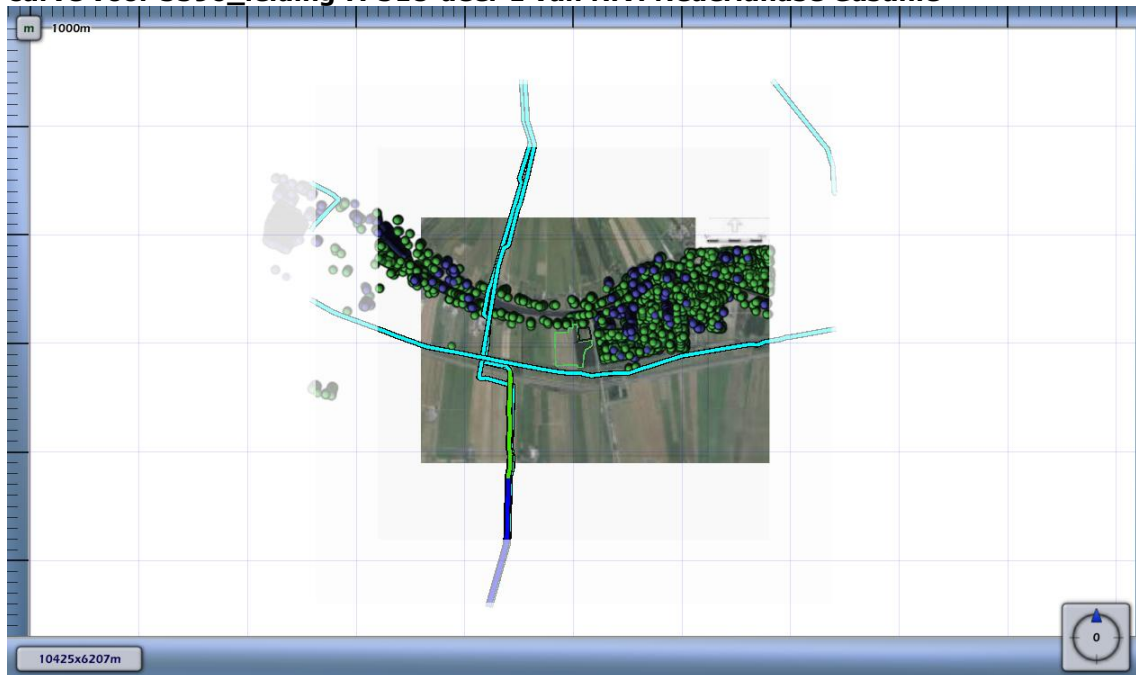
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



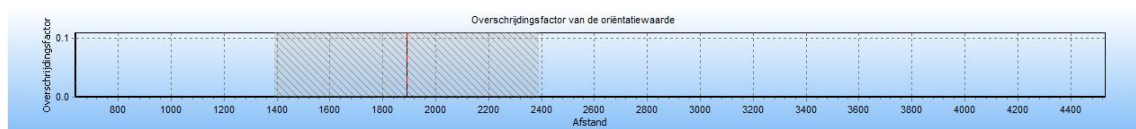
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0.00E+000$.

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 1000.00. 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 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



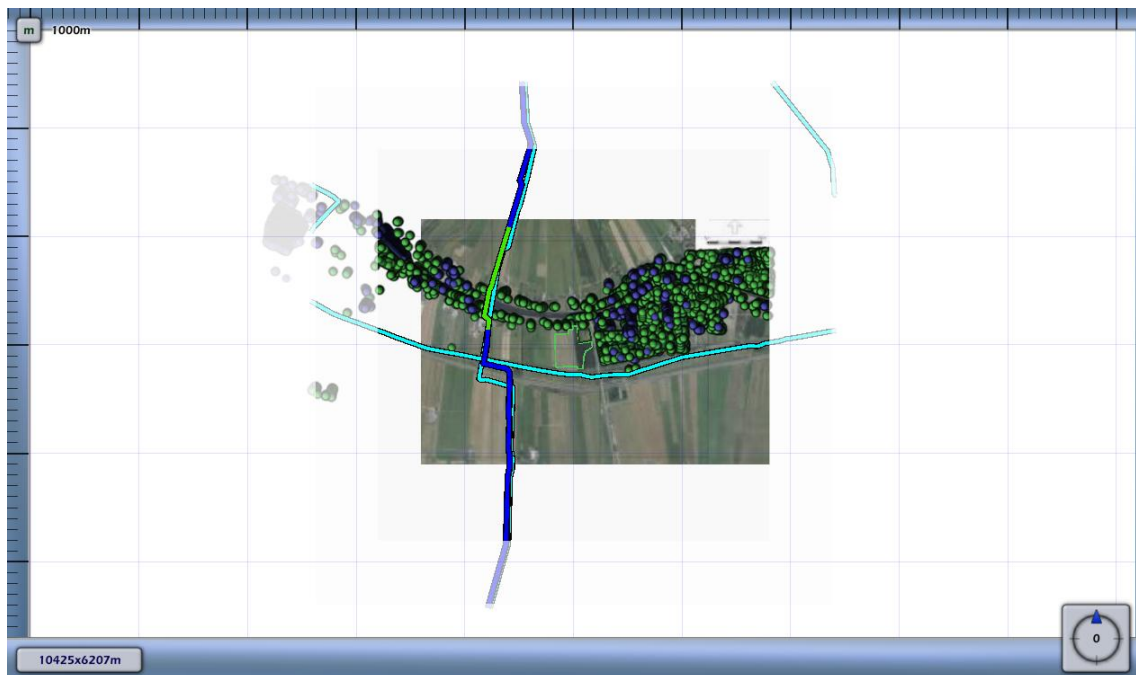
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



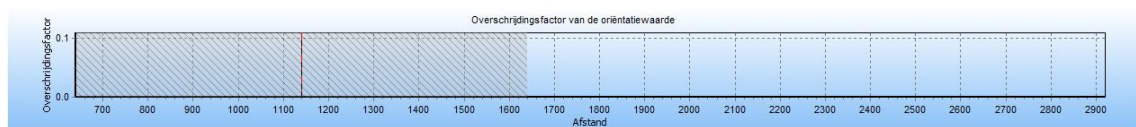
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $3.04E-009$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $3.041E-005$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1390.00 en stationing 2390.00. 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 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



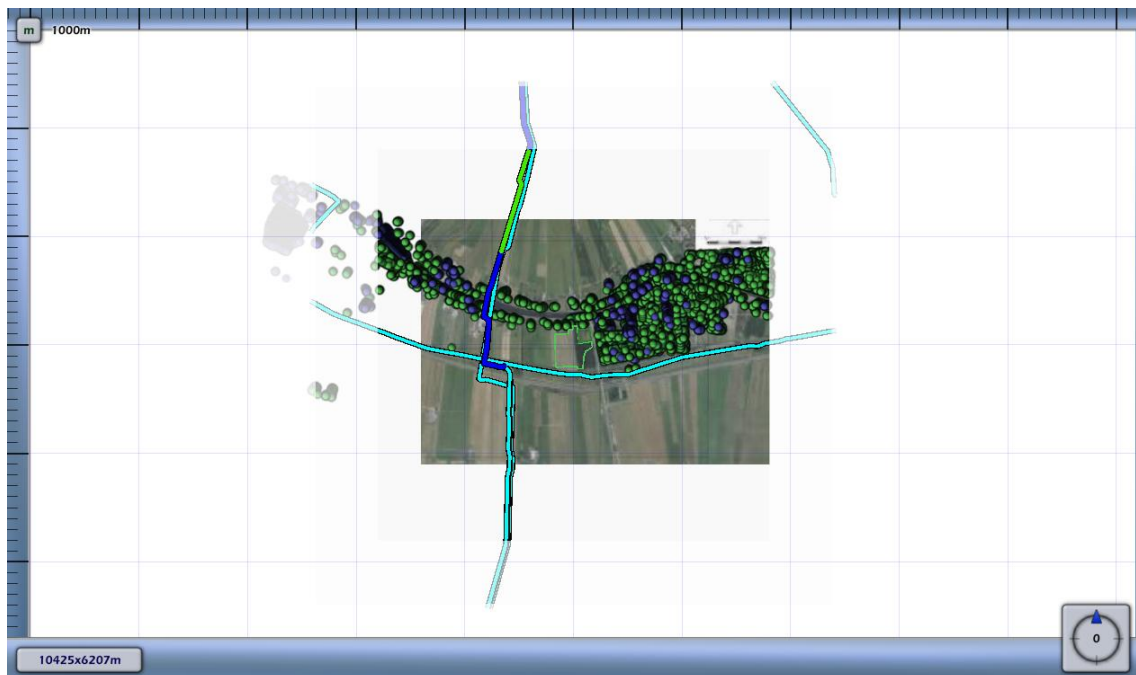
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



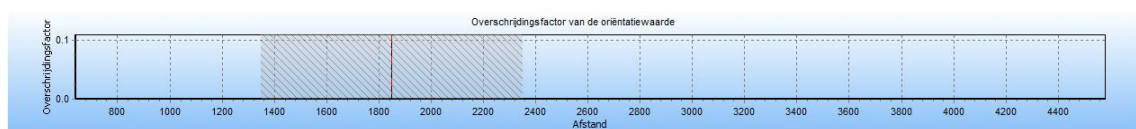
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 640.00 en stationing 1640.00. 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 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



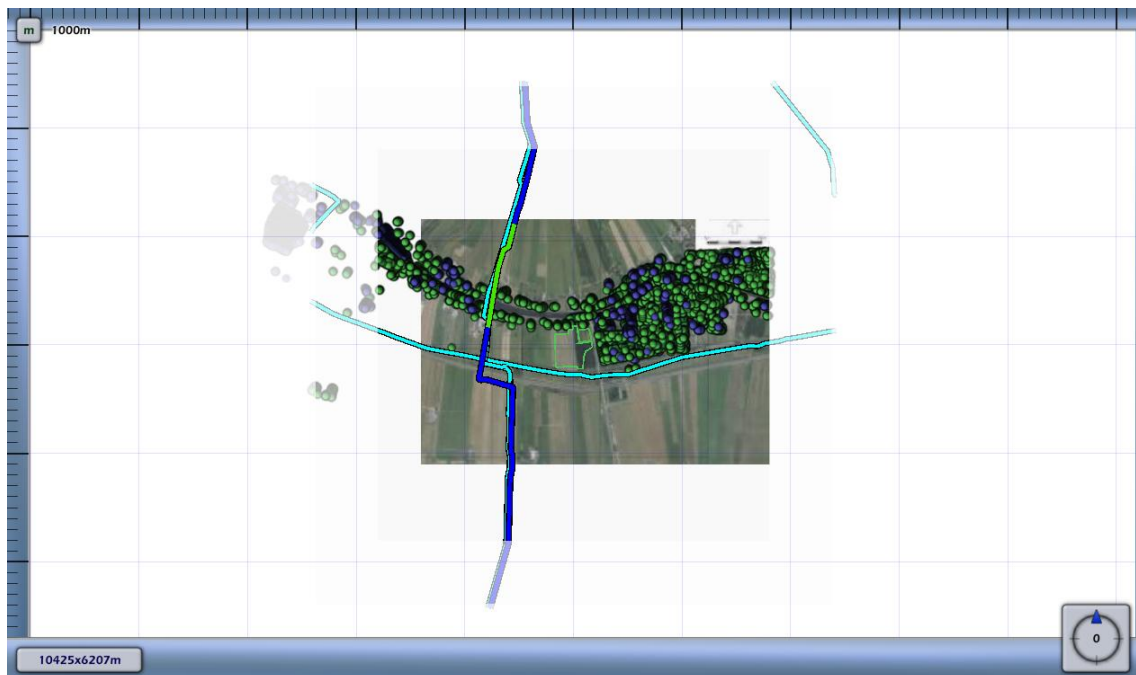
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



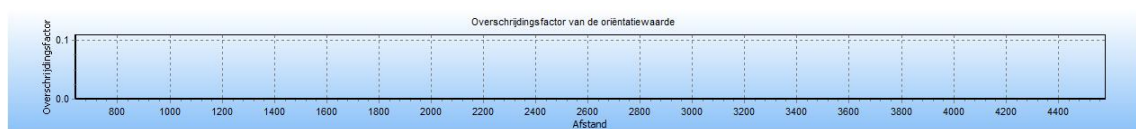
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 29 slachtoffers en een frequentie van $1.01E-009$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $8.480E-005$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1350.00 en stationing 2350.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.6

Figuur 4.6 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



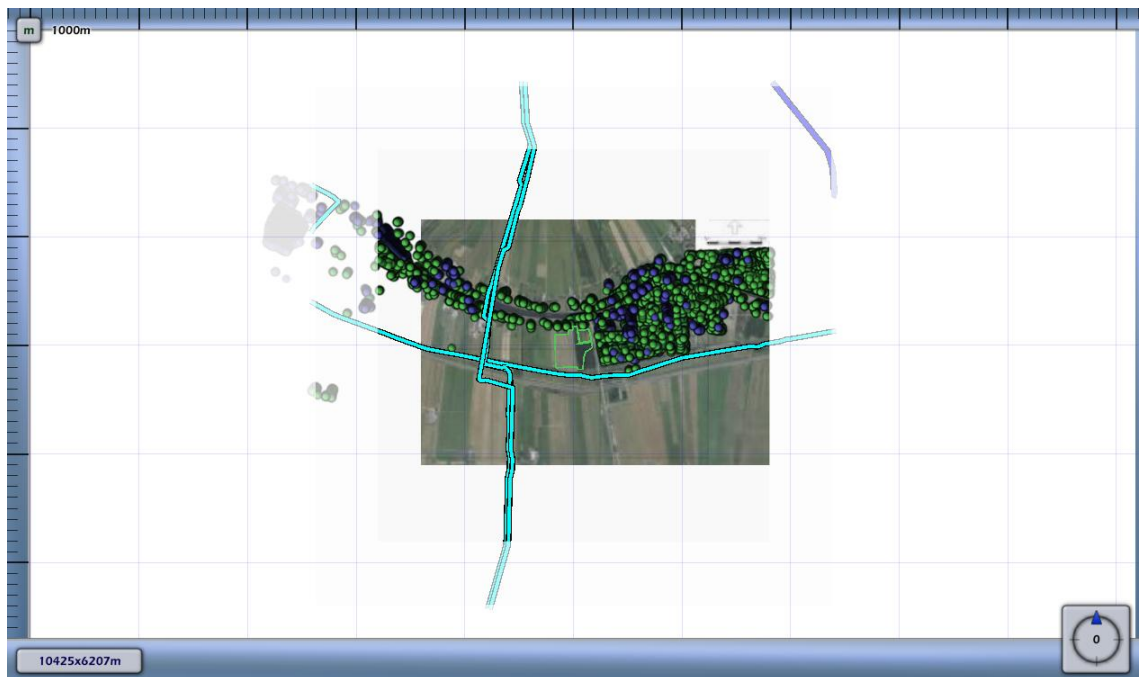
4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor 5596_leiding-W-517-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 4.7

Figuur 4.7 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 5596_leiding-W-517-01-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 5596_leiding-A-515-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 5596_leiding-A-515-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1410.00 en stationing 2410.00



5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 5596_leiding-A-518-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



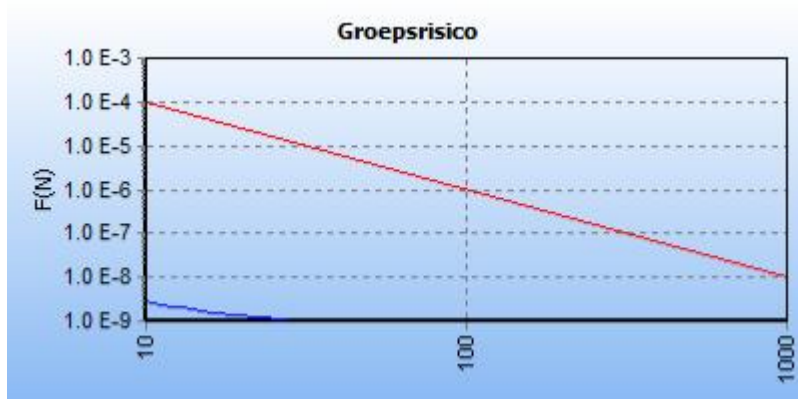
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 5596_leiding-A-553-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1390.00 en stationing 2390.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 5596_leiding-A-554-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 640.00 en stationing 1640.00



5.6 Figuur 5.6 FN curve voor 5596_leiding-A-803-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1350.00 en stationing 2350.00



5.7 Figuur 5.7 FN curve voor 5596_leiding-W-517-01-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.