



EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

ESDONKSTRAAT TE EERDE

Opdrachtgever:

BRO

Projectnr:

BRO090

Datum:

10 februari 2021

EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

ESDONKSTRAAT TE EERDE

Opdrachtgever:	BRO
Projectnr:	BRO090
Rapportnr:	20210210-BRO090-RAP-CAR 1.0
Status:	Definitief
Datum:	10 februari 2021

Opsteller:
PC

Verificatie:
BDEC

Validatie:
BDEC

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



© 2021 Kragten
Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd 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	4
2	BUISLEIDINGEN	5
2.1	Inleiding	5
2.2	Wettelijk kader	5
2.3	Inventarisatie lokale buisleidingen	5
2.4	Plaatsgebonden risico	6
2.5	Berekening hoogte groepsrisico	6
2.5.1	Berekening groepsrisico buisleiding A-521-deel1	7
2.5.1.1	Huidige situatie	7
2.5.1.2	Toekomstige situatie	8
3	CONCLUSIE	10

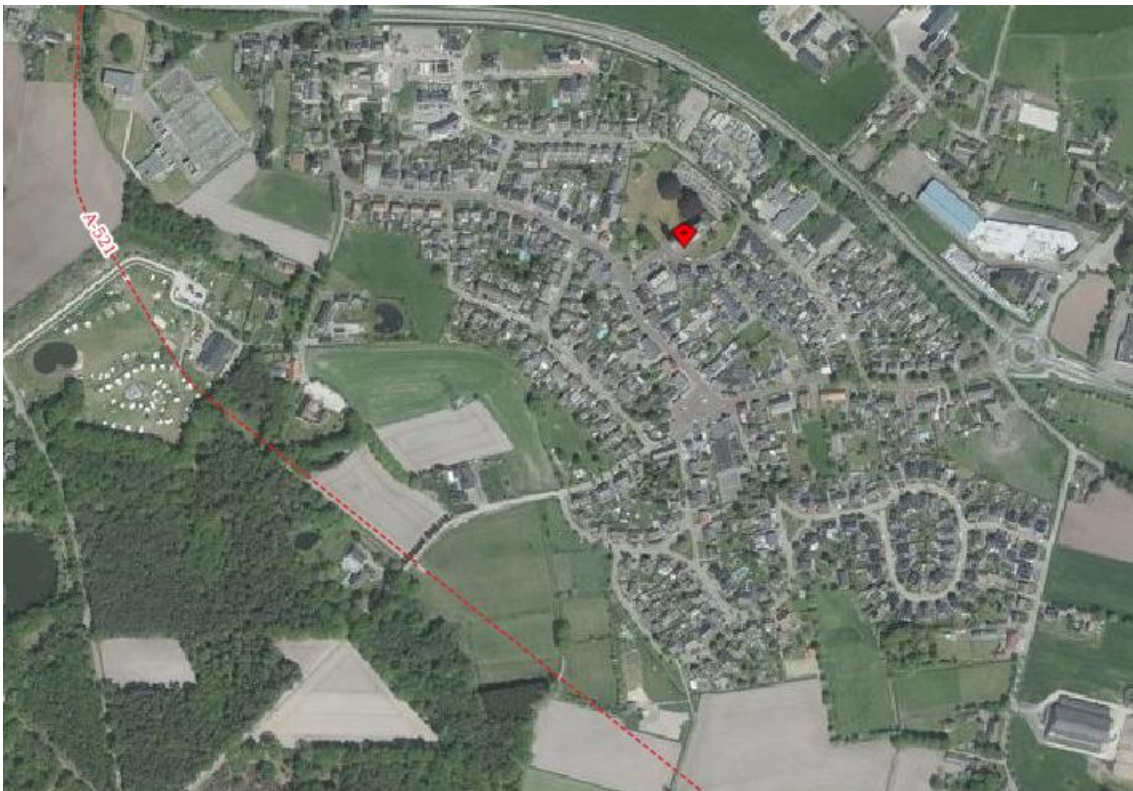
BIJLAGEN

B1	REKENRESULTATEN CAROLA – HUIDIGE SITUATIE
B2	REKENRESULTATEN CAROLA – TOEKOMSTIGE SITUATIE

1 INLEIDING

In opdracht van BRO is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen ten behoeve van een nieuwbouwproject aan de Esdonkstraat te Eerde, gemeente Meierijstad. De plannen omvatten de transformatie van de bestaande Antonius Abtkerk en het realiseren van nieuwbouw ten behoeve van een basisschool met kinderopvang en woningen. Het planvoornemen past niet binnen de vigerende bestemming, waardoor een ruimtelijke procedure doorlopen dient te worden.

Het plangebied is gelegen binnen het invloedsgebied van een hogedruk aardgasleiding. Onderzocht is of de buisleidingen een belemmering vormen voor het plangebied. Tevens is bepaald welke effecten het plan heeft op de hoogte van het groepsrisico van de betreffende buisleidingen. De berekeningen hebben overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA. In afbeelding 1 is de globale ligging van het plangebied en de buisleiding weergegeven.



Afbeelding 1 Globale ligging plangebied (rode prikker) ten opzichte van leidingen (bron: Signaleringskaart)

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 risico-afstanden 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).

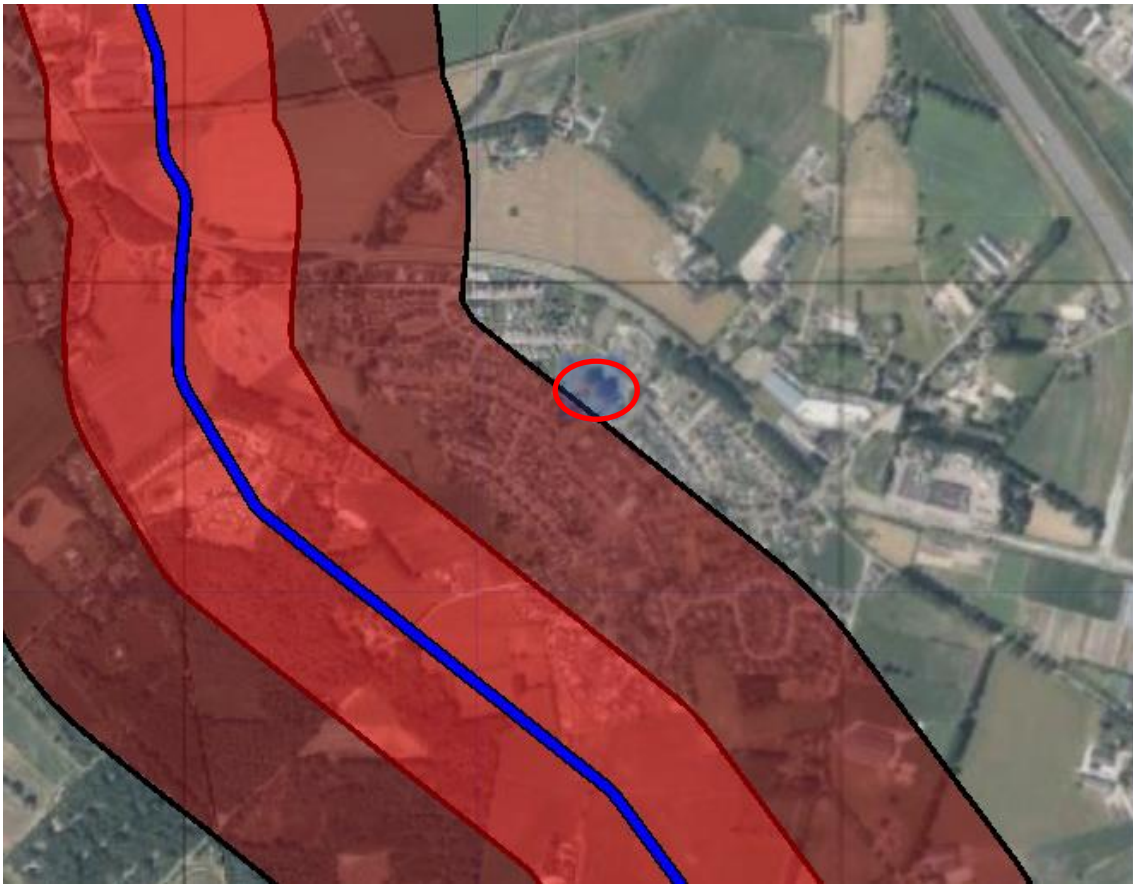
Het begrip risico wordt in beeld gebracht door middel van twee begrippen: het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het PR is de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats langs een buisleiding verblijft, komt te overlijden als gevolg van een incident met 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 Meierijstad zijn de 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 afbeelding 2 is het daadwerkelijke invloedsgebied, zoals bepaald met het programma CAROLA, weergegeven.



Afbeelding 2 Uitsnede CAROLA invloedsgebied buisleiding

Het plangebied is deels binnen de 1% letaliteitsafstand voor externe veiligheid van buisleiding A-521-deel-1 gelegen zodat de invloed van het plan op de hoogte van het groepsrisico voor deze buisleiding dient te worden bepaald.

2.4 Plaatsgebonden risico

Uit de berekening met behulp van het programma CAROLA blijkt dat voor de genoemde buisleiding geen 10^{-6} -risicocontour wordt berekend ter hoogte van het plangebied. Zie bijlage B1.

Het plangebied is derhalve niet gelegen binnen een plaatsgebonden 10^{-6} -risicocontour van een buisleiding.

2.5 Berekening hoogte groepsrisico

Omdat het plangebied deels is gelegen binnen de 1% letaliteitsafstand van de genoemde buisleiding, 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.

De populatie binnen het plangebied (huidige situatie) en de omgeving van het plangebied is gebaseerd op de populatieservice. Binnen het plangebied is een kerk aanwezig. Overeenkomstig de populatieservice zijn hier in de huidige situatie ca. 136 personen aanwezig.

Voor de toekomstige situatie is uitgegaan van informatie van de initiatiefnemer. Op grond van deze informatie wordt van de navolgende personen aantallen uitgegaan.

Tabel 1 Uitgangspunten personen aantallen

Functie	Personenaantallen	Gebruikstijden
Basisschool	125 kinderen + 10 personeel	8.30u – 15.15u
Peuterspeelzaal	16 kinderen + 3 personeel	8.30u – 15.15u
Kinderdagverblijf	24 kinderen + 5 personeel	7.30u – 19.00u
Kapel	50 personen	3x per week, 1 uur
25 woningen	2,4 pers./woning	n.v.t.

Binnen het plangebied worden in eerste instantie 8 appartementen gerealiseerd. Binnen het plan wordt de mogelijkheid gecreëerd om woningen om te zetten naar klaslokalen en vice versa. Indien de kapel niet meer gebruikt zou worden, kunnen ook hier nog appartementen gerealiseerd worden. De genoemde 25 woningen is echter het maximale aantal woningen dat (toekomstig) gerealiseerd zal worden binnen het plan.

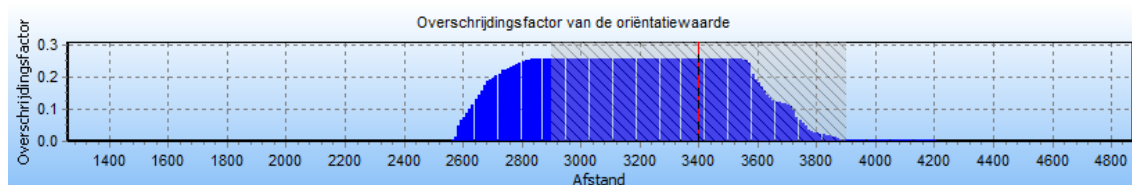
Voor de woningen is overeenkomstig de Handleiding risicoberekeningen buisleidingen uitgegaan van het kentel voor wonen van 2,4 personen/woning. Hierbij is gerekend met een aanwezigheid van 50% in de dagperiode en 100% in de nachtperiode.

De planvorming leidt tot een toename van aanwezigheid van 127 personen in de dagsituatie en 60 personen in de nachtsituatie.

2.5.1 Berekening groepsrisico buisleiding A-521-deel1

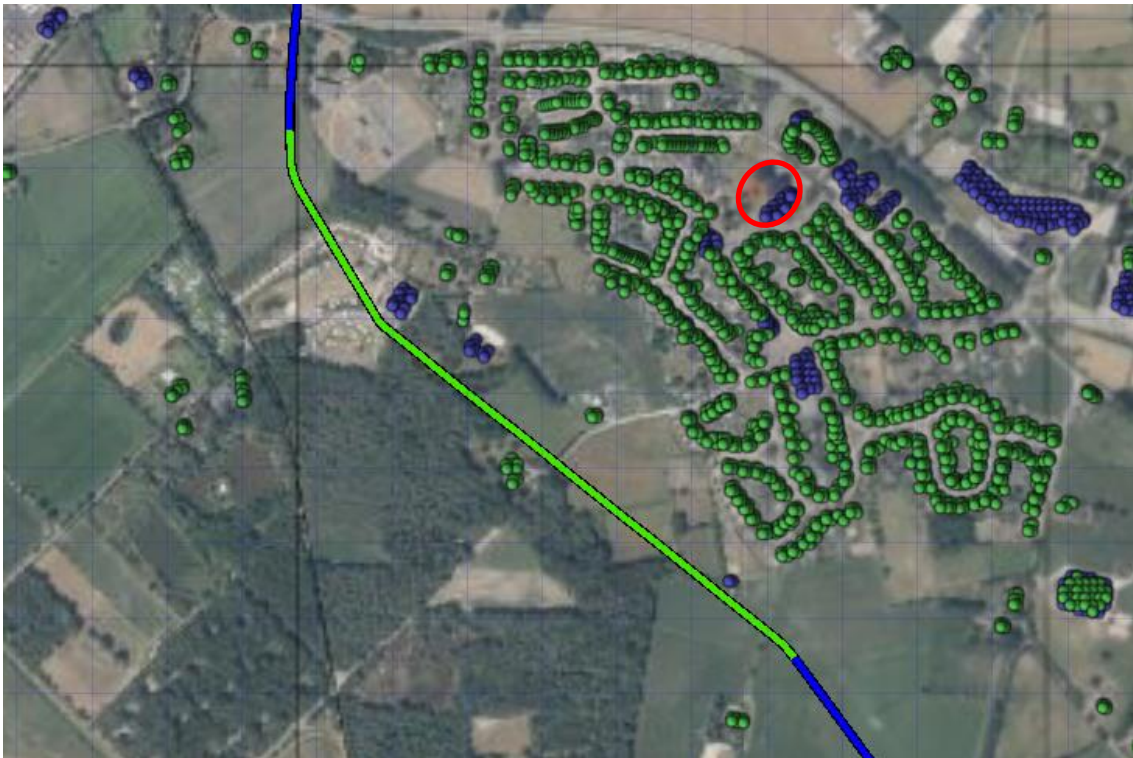
2.5.1.1 Huidige situatie

In afbeelding 3 is de groepsrisicoscreening voor buisleiding A-521-deel1 opgenomen in de huidige situatie. De maximale overschrijdingsfactor ter hoogte van het plangebied in de huidige situatie is gelijk aan 0,253623 en correspondeert met die kilometer leiding die is gevisualiseerd in afbeelding 4.



Afbeelding 3 Groepsrisico screening A-521-deel1 huidige situatie ter hoogte van het plangebied

De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer wordt gevonden bij 122 slachtoffers en een frequentie van $1,7E-07$.



Afbeelding 4 Kilometer leiding ter hoogte van plangebied (in groen weergegeven) vóór planrealisatie

In afbeelding 5 is de fN-curve voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-521-deel-1 van het traject ter hoogte van het plangebied in de huidige situatie weergegeven.



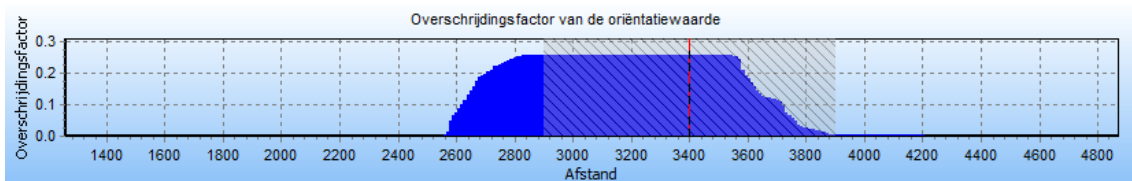
Afbeelding 5 fN-curve buisleiding A-521-deel-1, huidige situatie

Uit de bovenstaande fN-curve blijkt dat de hoogte van het groepsrisico in de huidige situatie de oriëntatiewaarde niet overschrijdt. Wel is de hoogte van het groepsrisico hoger dan 0,1 maal de oriëntatiewaarde.

2.5.1.2 Toekomstige situatie

Voor de toekomstige situatie is uitgegaan van de personen aantallen, zoals omschreven in hoofdstuk 2.5

In afbeelding 6 is de groepsrisicoscreening voor buisleiding A-521-deel-1 opgenomen voor deze toekomstige situatie. De maximale overschrijdingsfactor ter hoogte van het plangebied is eveneens gelijk aan 0,253623.



Afbeelding 6 Groepsrisico screening A-521-deel-1, toekomstige situatie

De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer wordt ook in de toekomstige situatie gevonden bij 122 slachtoffers en een frequentie van $1,7E-07$.

In afbeelding 7 is de fN-curve voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding A-521-deel-1 voor de toekomstige situatie weergegeven.



Afbeelding 7 fN-curve buisleiding A-521-deel-1, toekomstige situatie

Uit de berekeningen blijkt dat de hoogte van het groepsrisico niet rekenkundig toeneemt, waardoor ook in de toekomstige situatie de oriëntatiewaarde niet overschreden wordt.

3 CONCLUSIE

In opdracht van BRO is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen ten behoeve van een nieuwbouwproject aan de Esdonkstraat te Eerde, gemeente Meierijstad. De plannen omvatten de transformatie van de bestaande Antonius Abtkerk en het realiseren van nieuwbouw ten behoeve van een basisschool met kinderopvang en woningen. Het planvoornemen past niet binnen de vigerende bestemming, waardoor een ruimtelijke procedure doorlopen dient te worden.

Onderzocht is of de buisleiding een belemmering vormt voor de planontwikkeling. Tevens is bepaald welke effecten de plannen hebben op de hoogte van het groepsrisico van de betreffende buisleiding. De berekeningen hebben overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA.

Uit de berekening volgt dat het plangebied niet is gelegen binnen een plaatsgebonden 10^{-6} -risicocontour van een buisleiding. Het plangebied ligt wel deels binnen de 1% letaliteitsafstand voor externe veiligheid van buisleiding A-521-deel-1, waardoor de invloed van het plan op de hoogte van het groepsrisico voor deze buisleiding is bepaald.

Voor de buisleiding is de hoogte van het groepsrisico zowel vóór als ná planrealisatie berekend. Uit deze berekeningen blijkt dat in de huidige situatie de oriëntatiewaarde als gevolg van buisleiding A-521-deel-1 niet wordt overschreden, maar wel hoger is dan 0,1 maal de oriëntatiewaarde. De planrealisatie leidt niet tot een rekenkundige toename van de hoogte van het groepsrisico voor de buisleiding A-521-deel-1.

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 kan volstaan kunnen worden met een beperkte verantwoording voor buisleiding A-521-deel-1. Voor een verantwoording van het groepsrisico moet door het bevoegd gezag advies worden gevraagd bij de regionale brandweer/Veiligheidsregio.

BIJLAGEN

B1 REKENRESULTATEN CAROLA – HUIDIGE SITUATIE

Kwantitatieve Risicoanalyse Esdonkstraat, Eerde

Huidige situatie

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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	10
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	12
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	13
4 Groepsrisico screening	14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	16
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	17
5 FN curves.....	19
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2370.00 en stationing 3370.00	19
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 990.00 en stationing 1990.00	19
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 340.00	20
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 440.00 en stationing 1440.00	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 - datum van aanmaak van de buisleidinggegevens		Ja Nee
2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)		
Gegevens buisleiding	Openbaar	
- naam buisleiding - diameter - druk - eventuele mitigerende maatregelen		Ja Ja Ja Ja
Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
- leiding - noordpijl en schaalindicatie		Ja 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 08-02-2021.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\BRO\090\2_Werk\Onderzoek\Externe veiligheid\1_Carola\Esdonkstraat.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 08-02-2021.

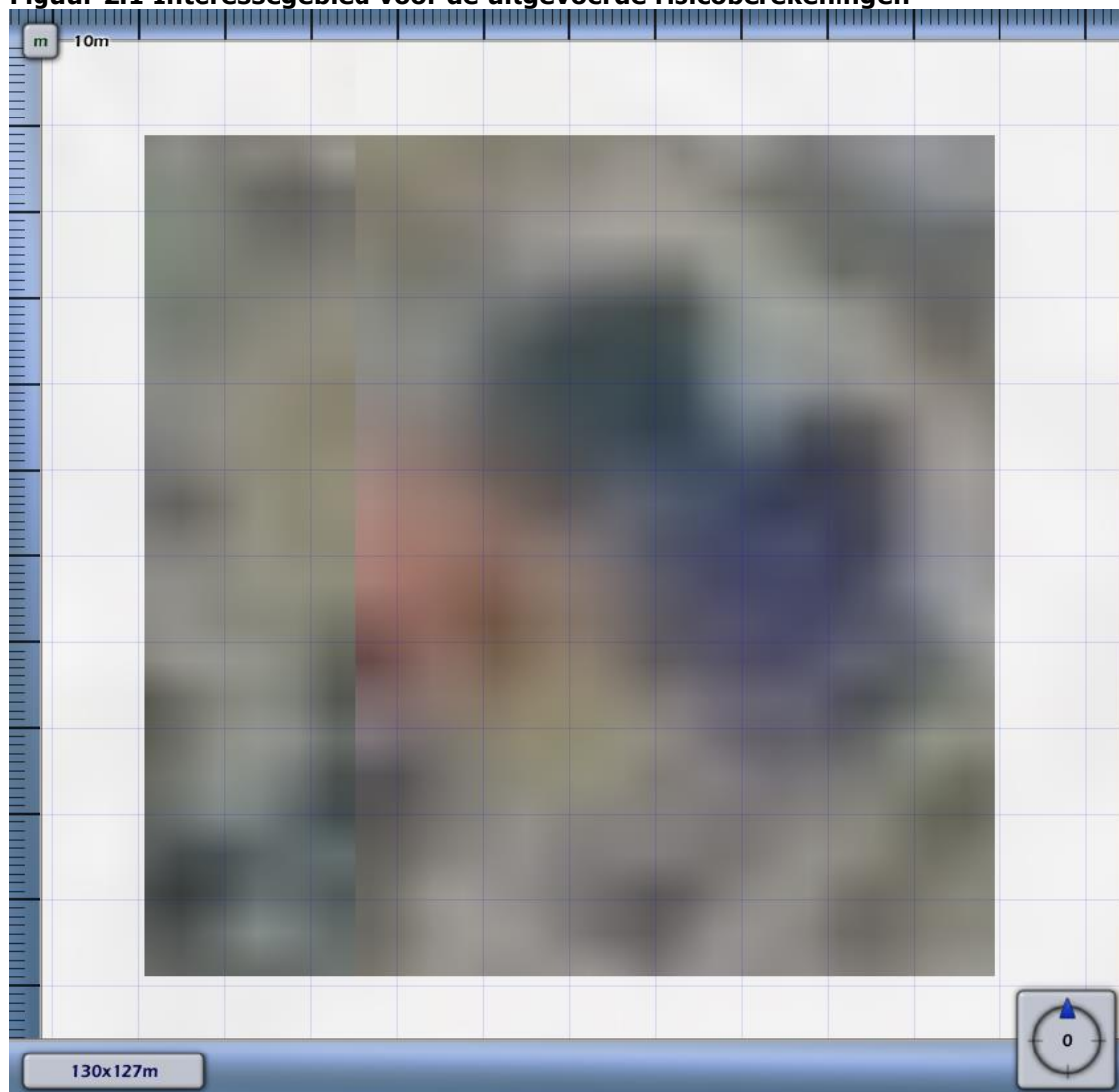
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Volkel. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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

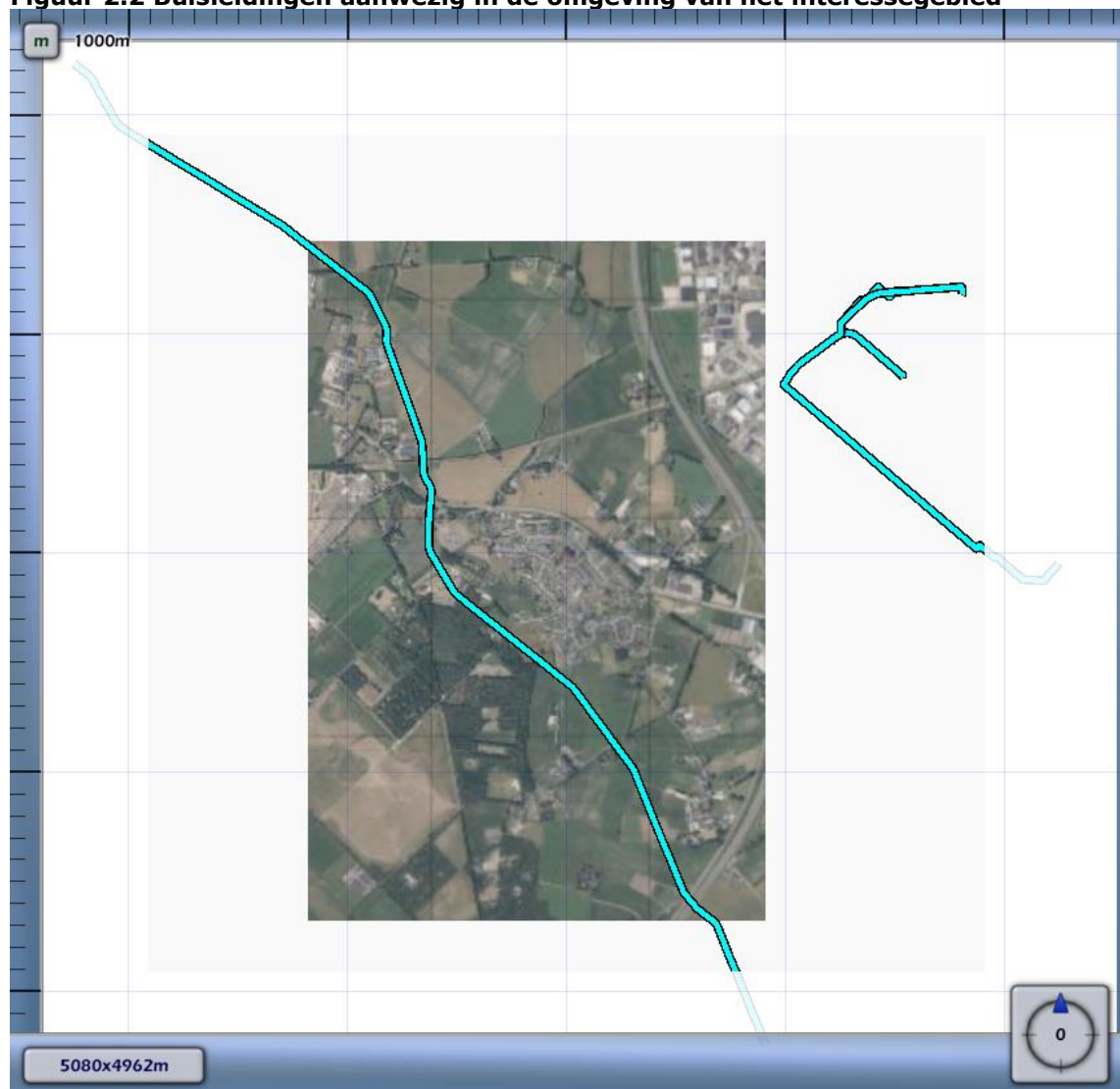
Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-A-521-deel-1	914.40	66.20	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl	219.10	40.00	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-Z-542-12-deel-1	114.30	40.00	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl	168.30	40.00	08-02-2021

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



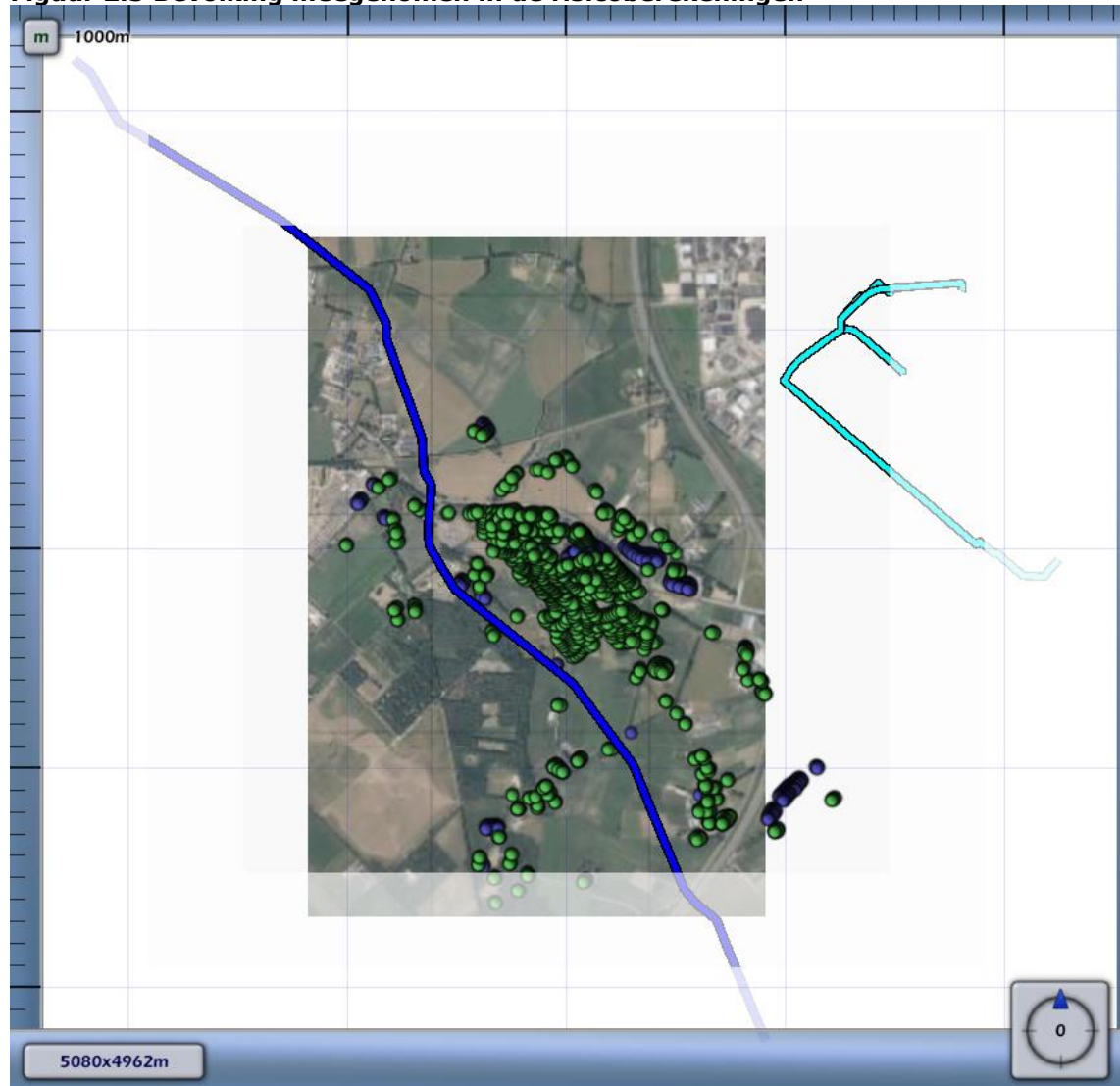
Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
---	---

Voor de in bovenstaande tabel opgenomen leidingen zijn geen risico mitigerende maatregelen verdisconteerd in de bijbehorende risicoberekeningen.

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

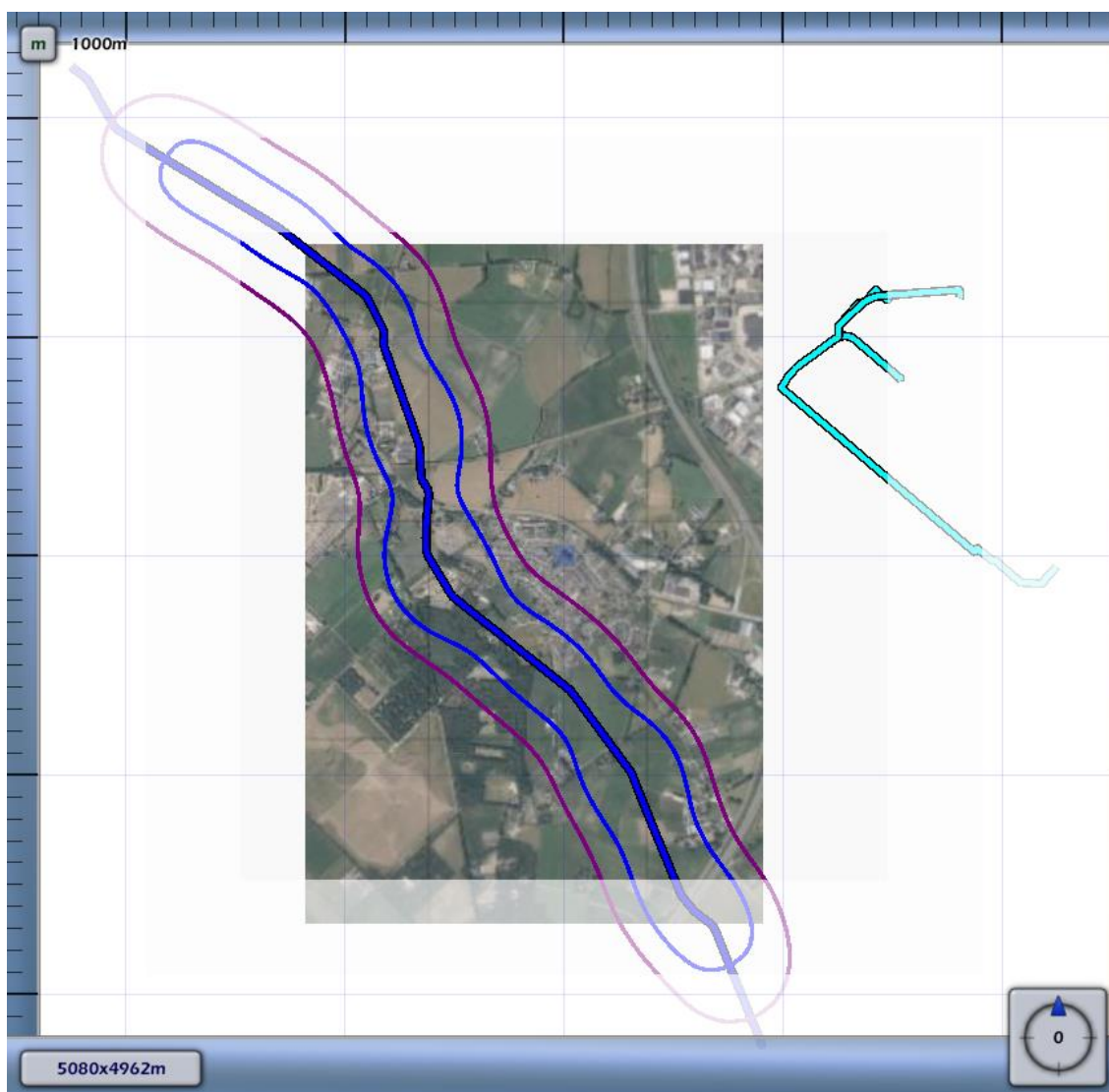
Populatiebestanden

Pad					
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt					
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\hotel-dag0-nacht100.txt					
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\industrie-dag100-nacht30.txt					
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt					
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt				Wonen	1369

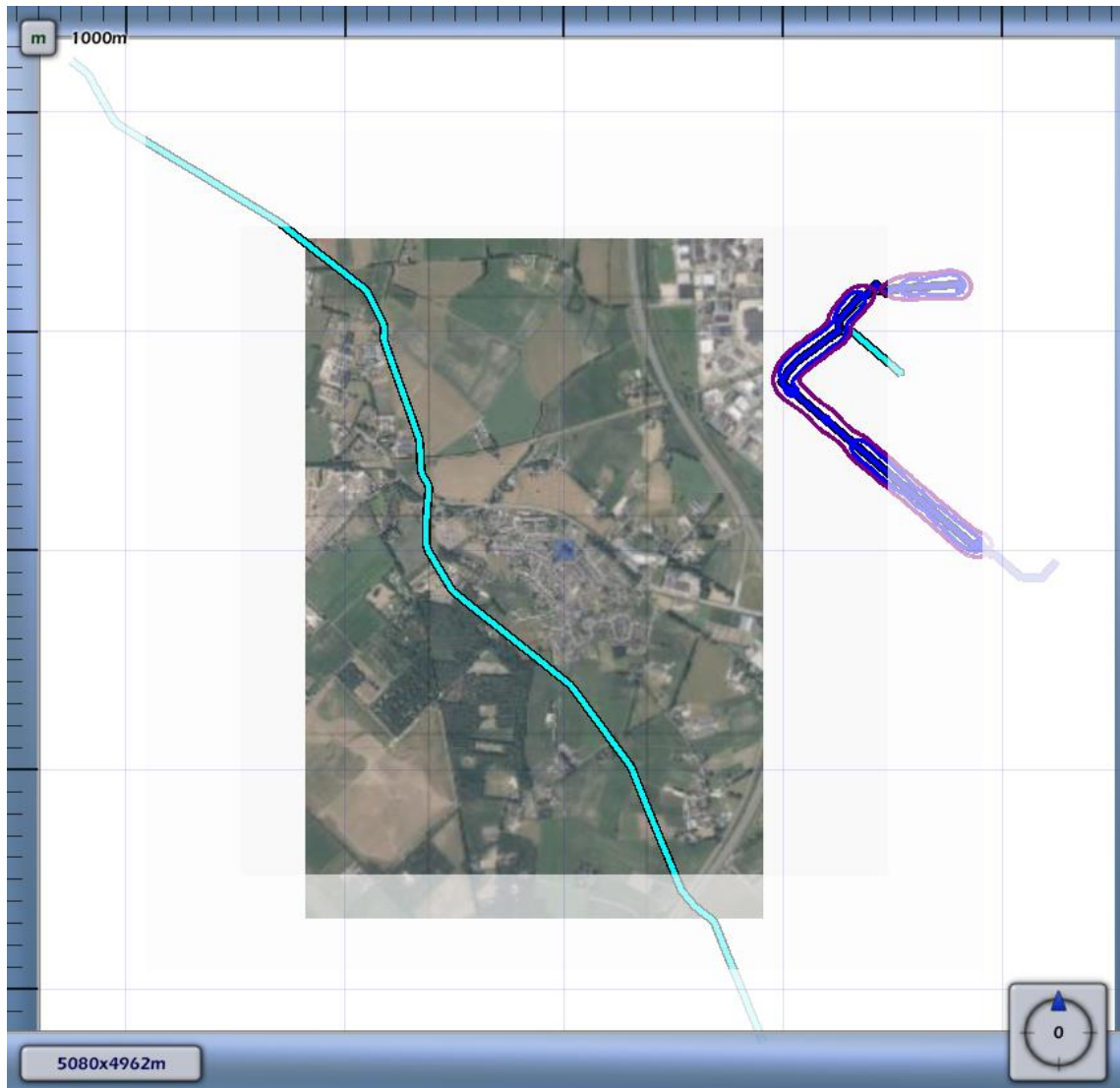
3 Plaatsgebonden risico

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.

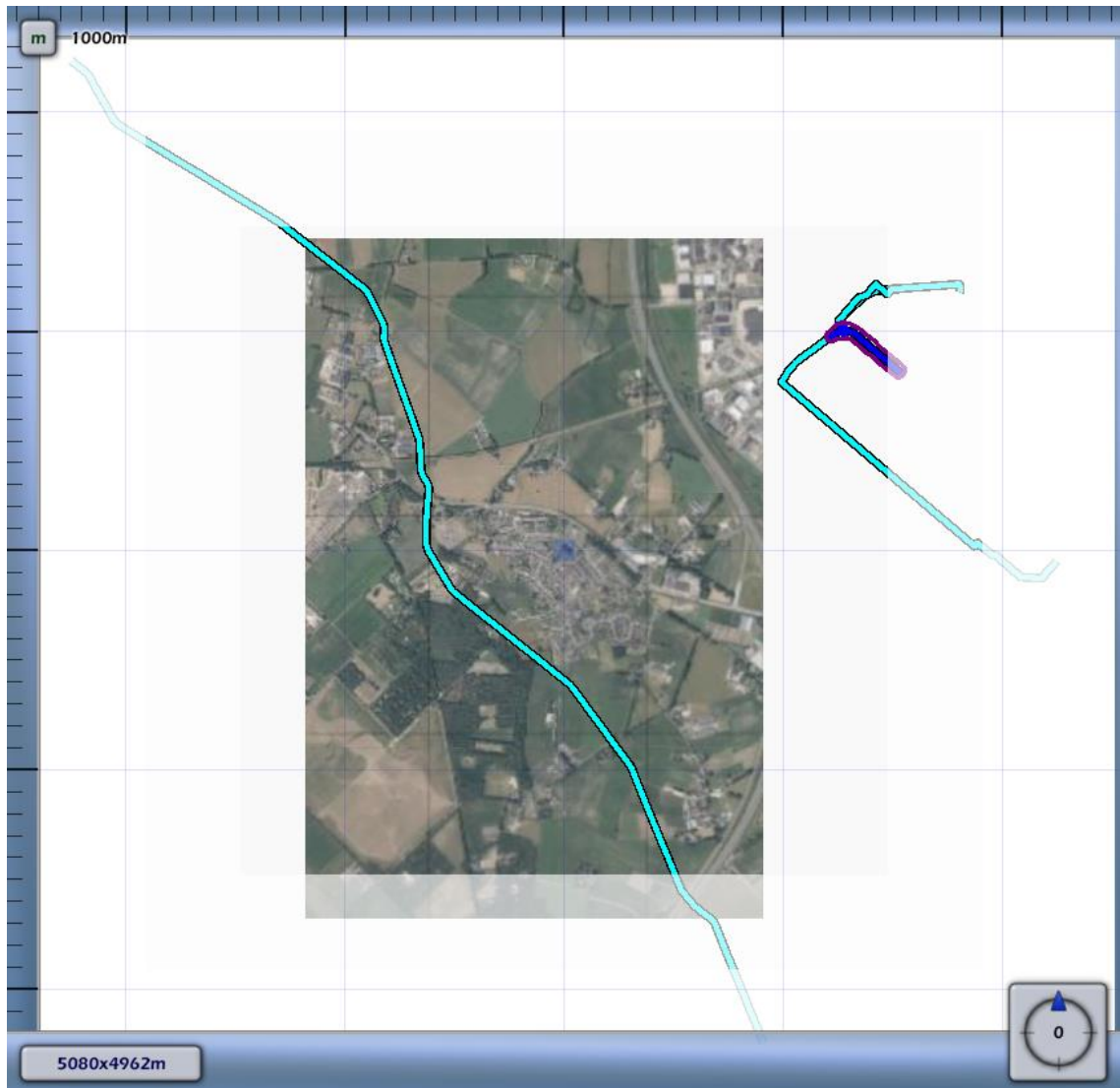
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



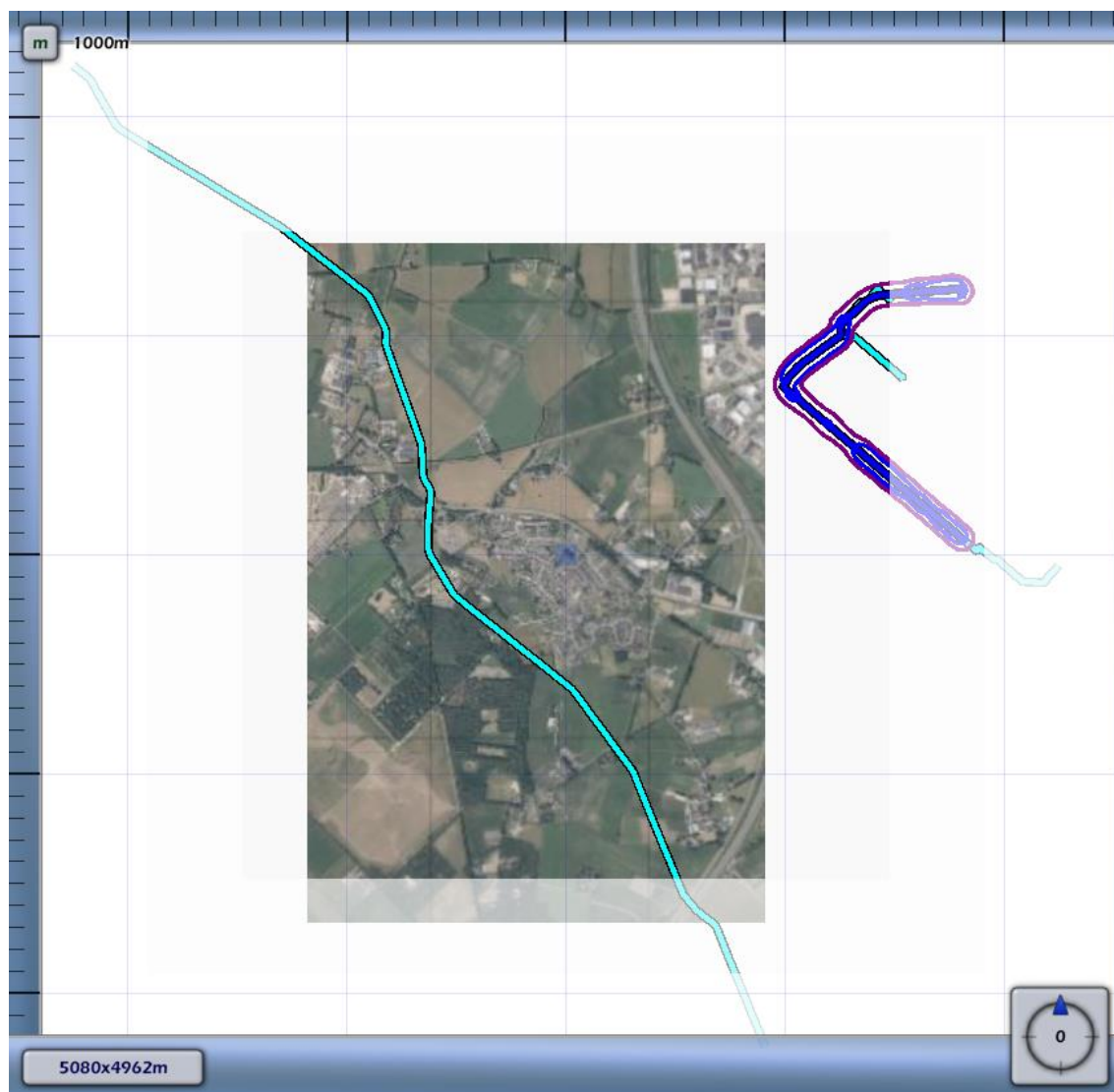
**3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl
van N.V. Nederlandse Gasunie**



3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



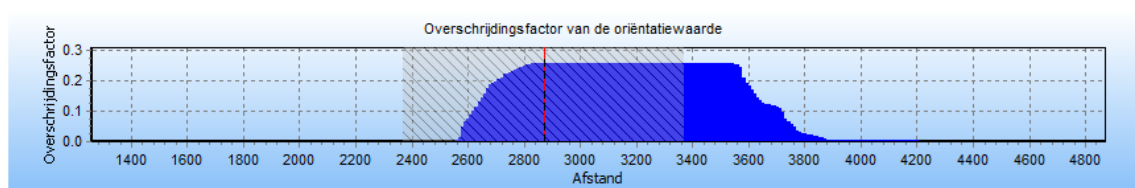
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

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.

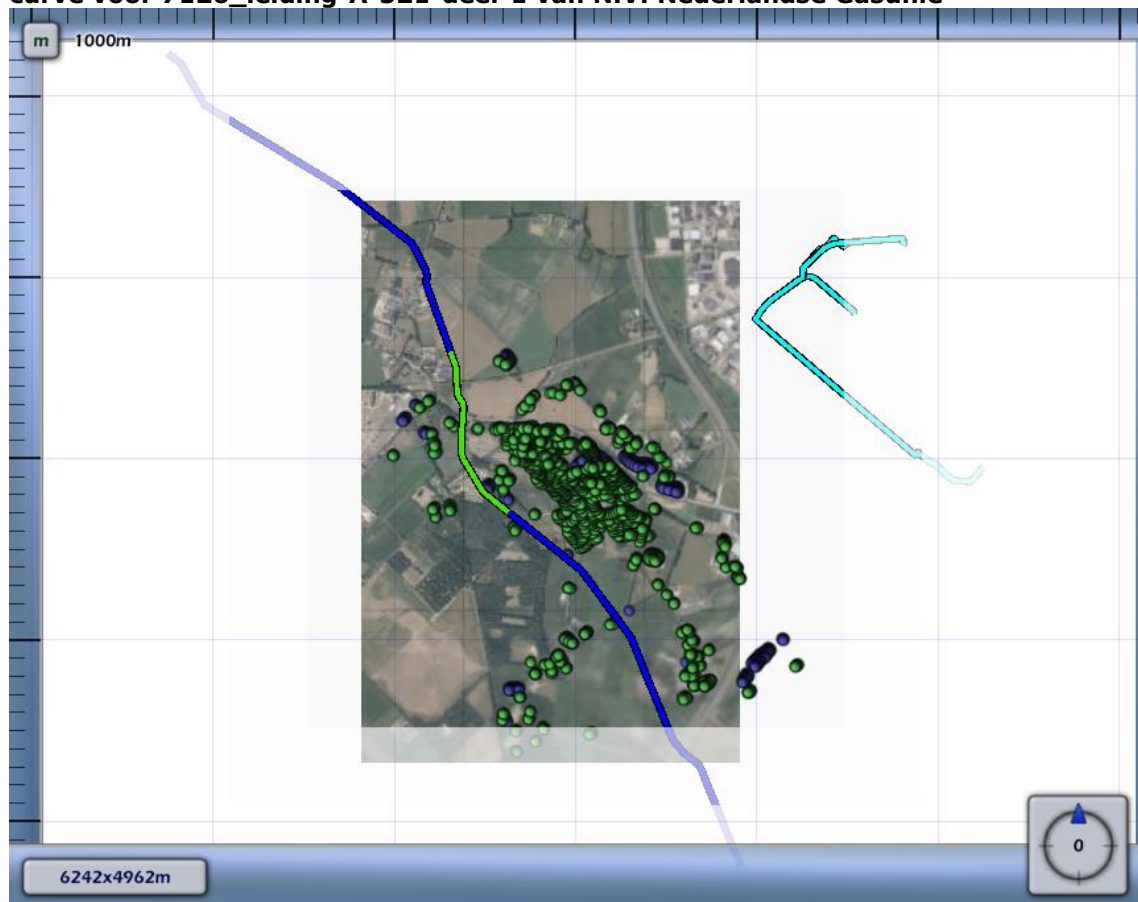
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



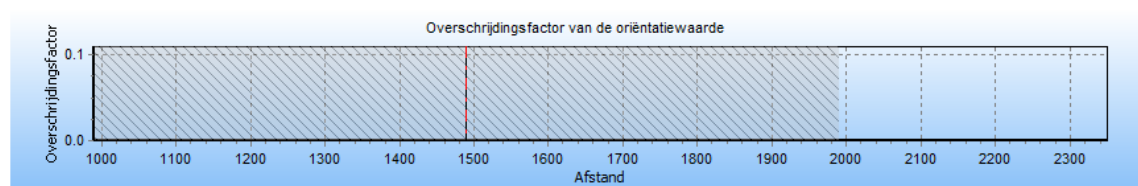
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 122 slachtoffers en een frequentie van $1.70E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.254 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2370.00 en stationing 3370.00. 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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



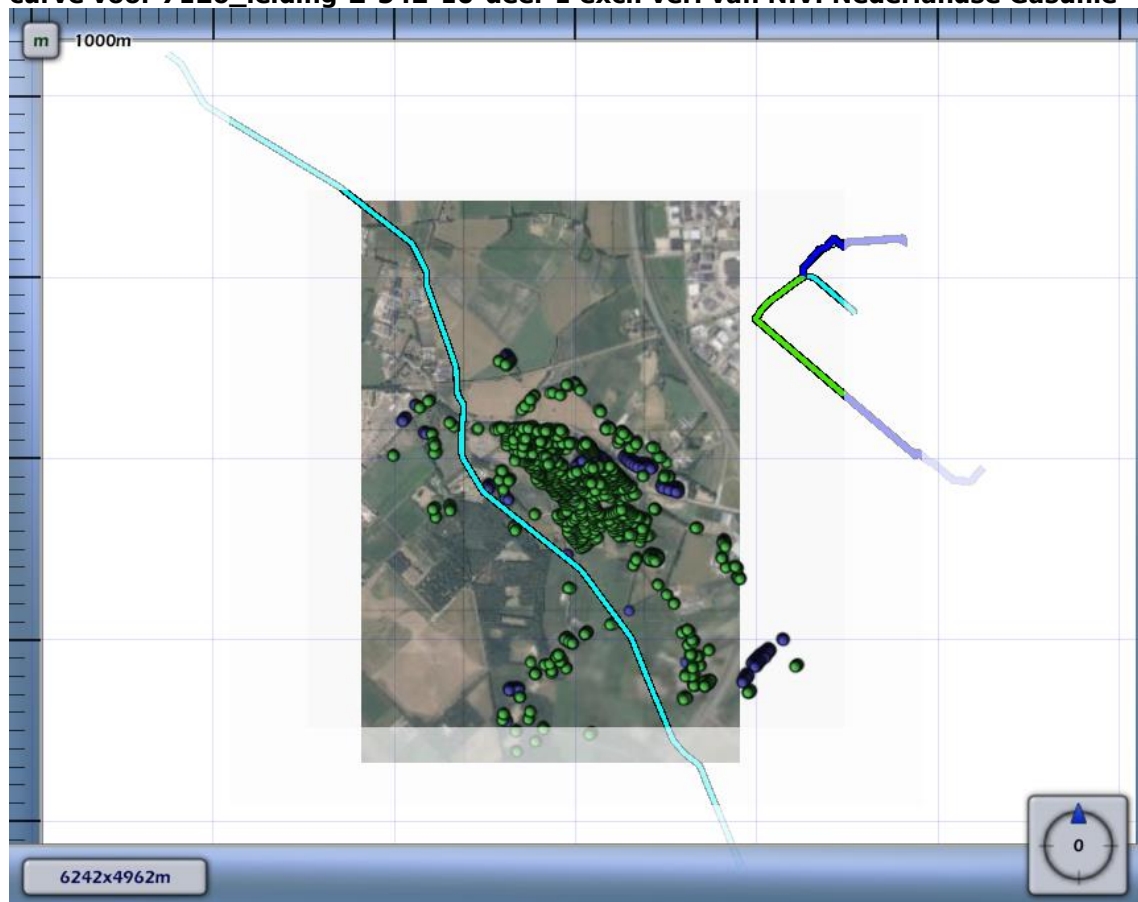
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



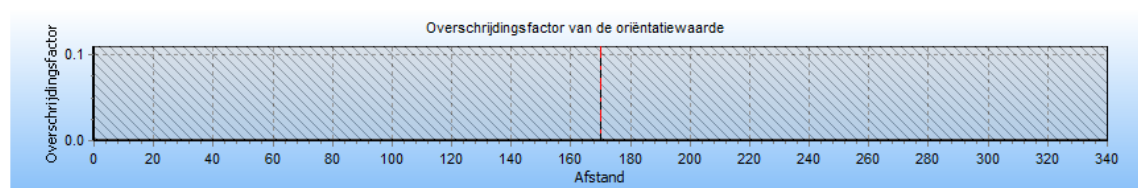
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 990.00 en stationing 1990.00. 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 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



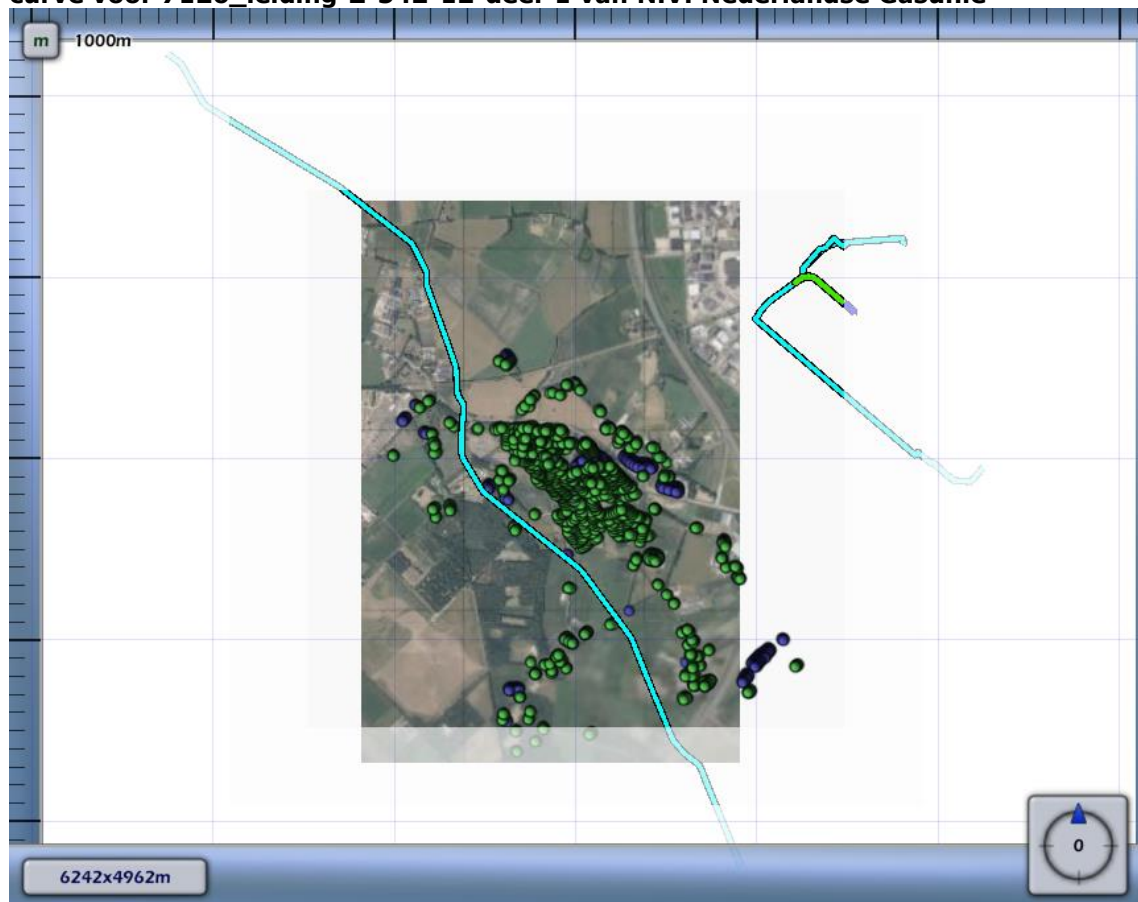
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



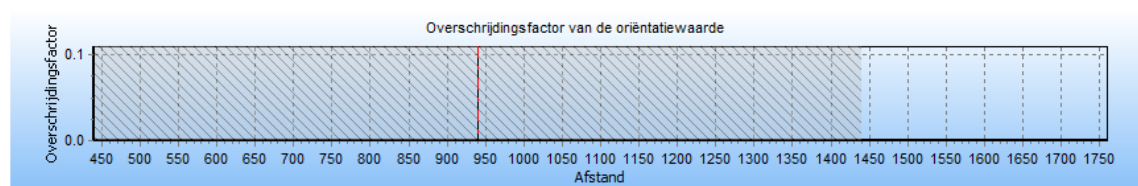
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 340.00. 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 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



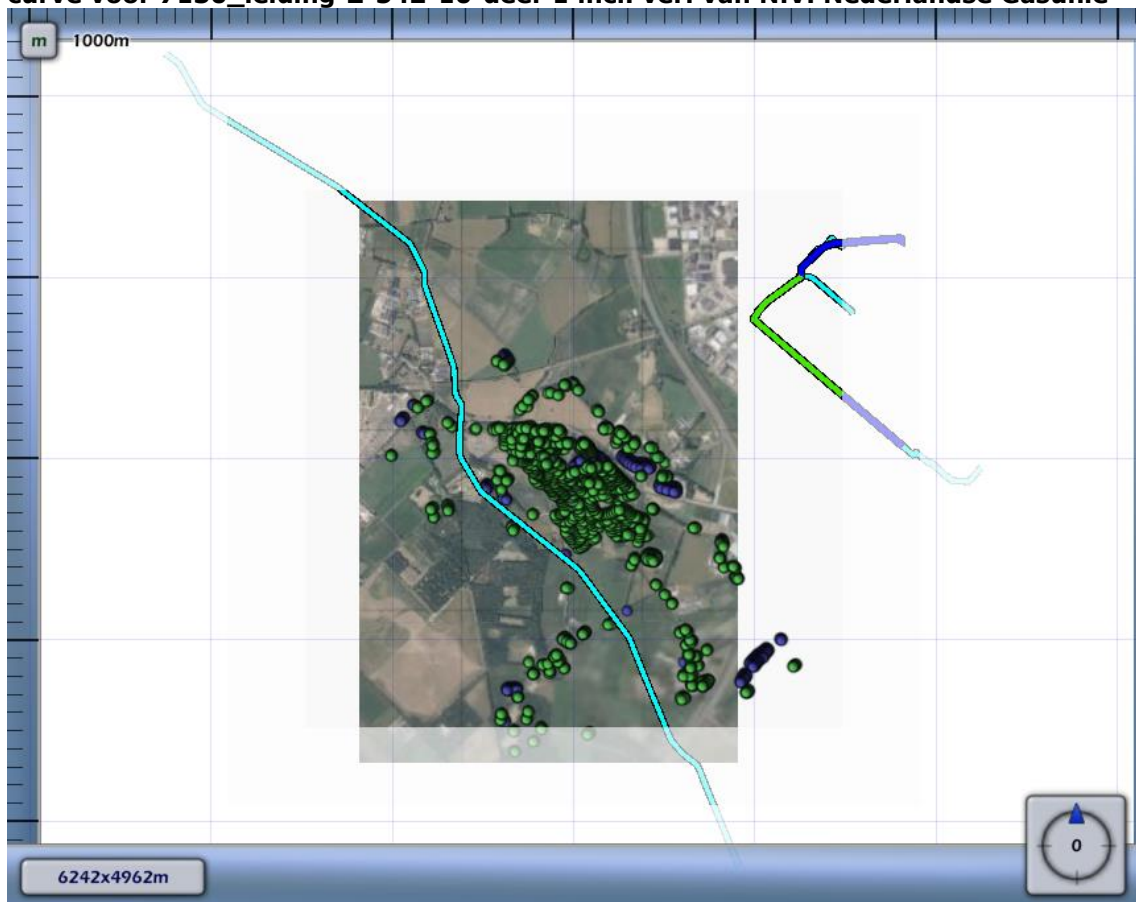
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



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 440.00 en stationing 1440.00. 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 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl 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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2370.00 en stationing 3370.00



5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 990.00 en stationing 1990.00



5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 340.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 440.00 en stationing 1440.00



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 REKENRESULTATEN CAROLA – TOEKOMSTIGE SITUATIE

Kwantitatieve Risicoanalyse Esdonkstraat, Eerde

Toekomstige situatie

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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	10
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	12
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	13
4 Groepsrisico screening	14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie	16
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie	17
5 FN curves.....	19
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2370.00 en stationing 3370.00	19
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 990.00 en stationing 1990.00	19
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 340.00	20
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 440.00 en stationing 1440.00	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, 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 08-02-2021.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\BRO\090\2_Werk\Onderzoek\Externe veiligheid\1_Carola\Esdonkstraat.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 08-02-2021.

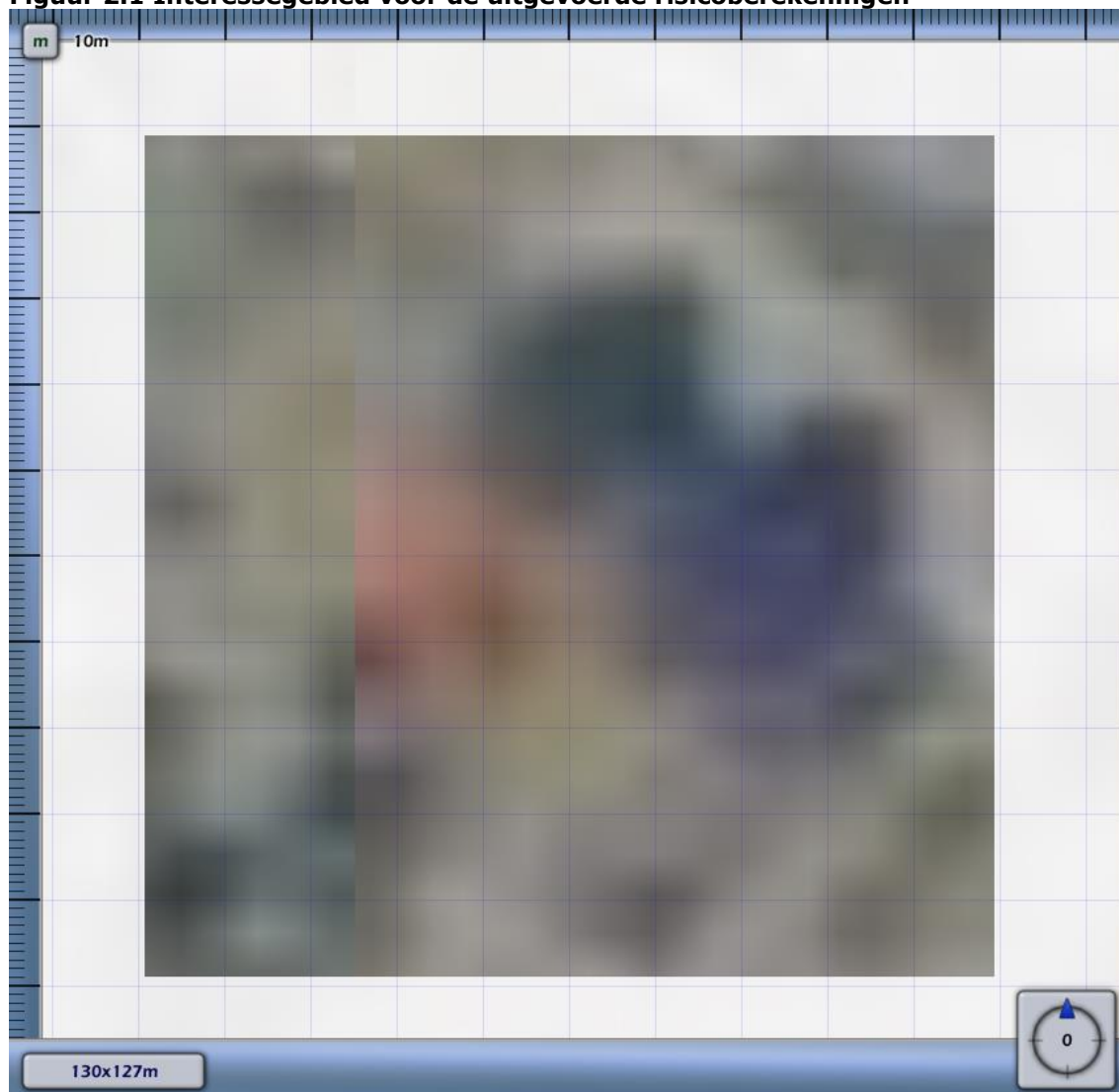
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Volkel. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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

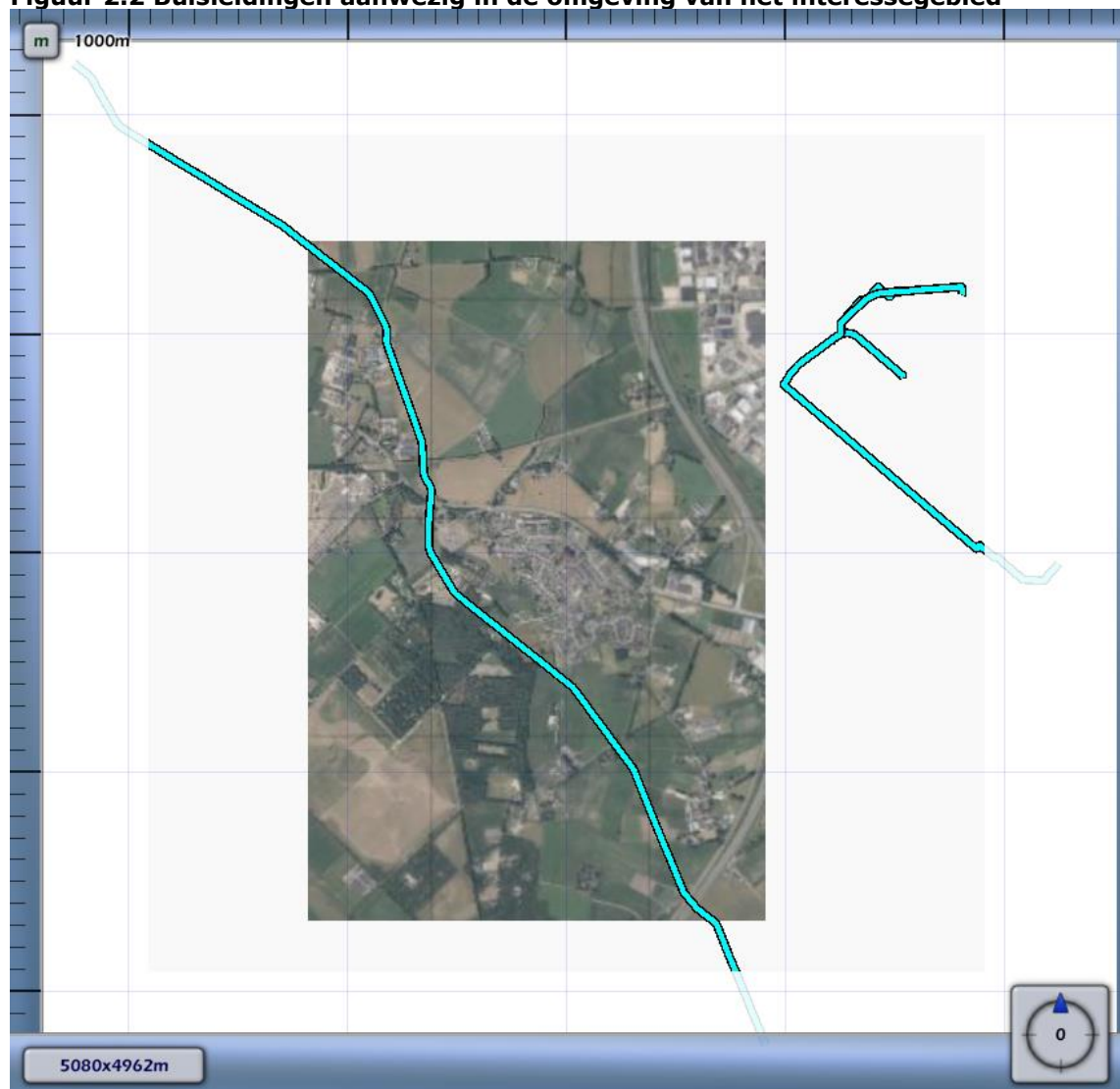
Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-A-521-deel-1	914.40	66.20	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl	219.10	40.00	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7126_leiding-Z-542-12-deel-1	114.30	40.00	08-02-2021
N.V. Nederlandse Gasunie	7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl	168.30	40.00	08-02-2021

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



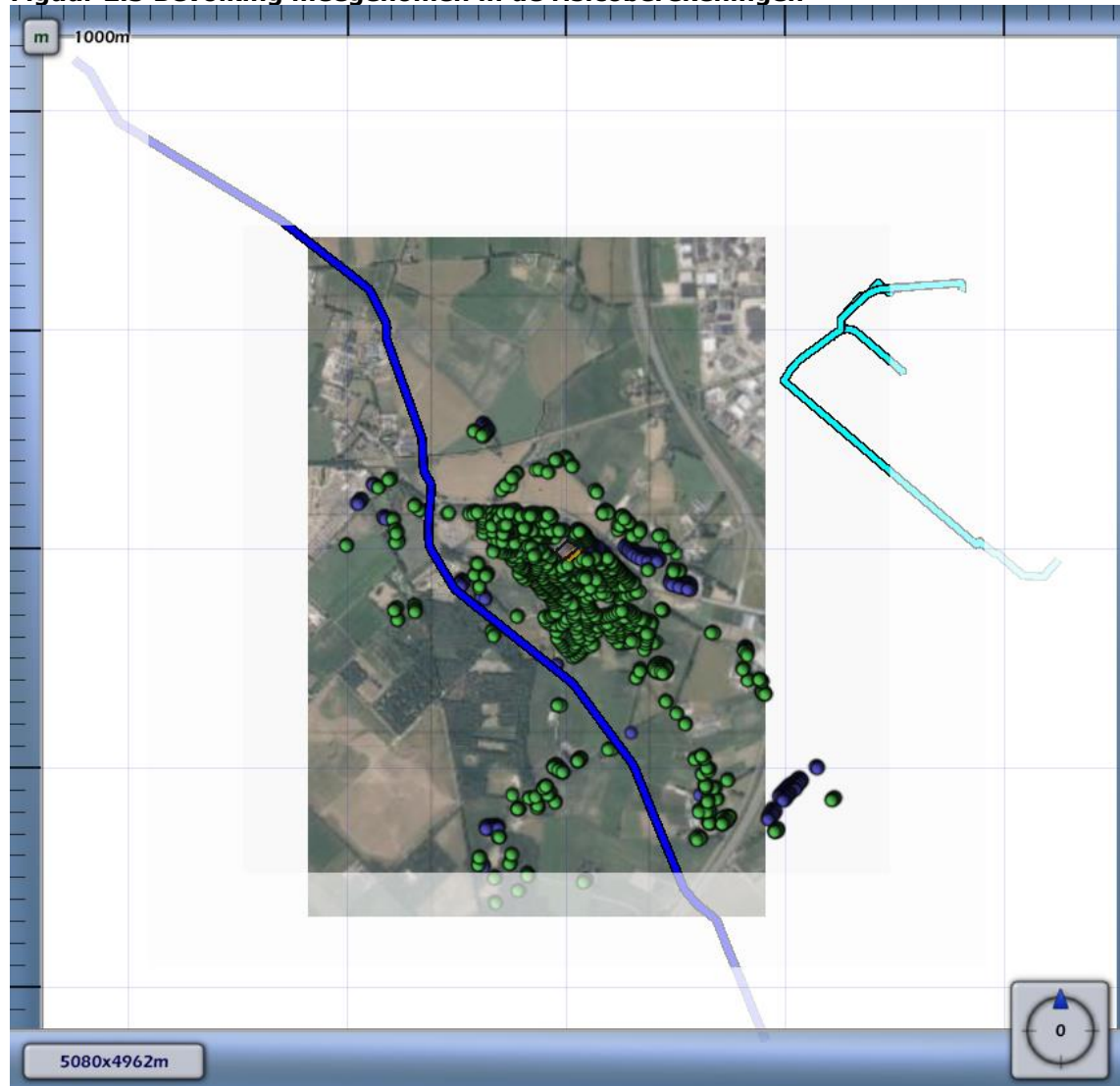
Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
---	---

Voor de in bovenstaande tabel opgenomen leidingen zijn geen risico mitigerende maatregelen verdisconteerd in de bijbehorende risicoberekeningen.

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
16 + 9 woningen	Wonen	60.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Basisschool, 125 kinderen + 10 personeel	Werken	135.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Peuterspeelzaal, 16 kinderen + 3 personeel	Werken	19.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Kinderdagverblijf, 24 kinderen + 5 personeel	Werken	29.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	100/ 10/ 7/ 1/ 100/ 100
Kerk, 50 personen	Evenement	60.0		Vervangen Bestaande Populatie	100/ 100/ 0/ 0/ 0/ 0

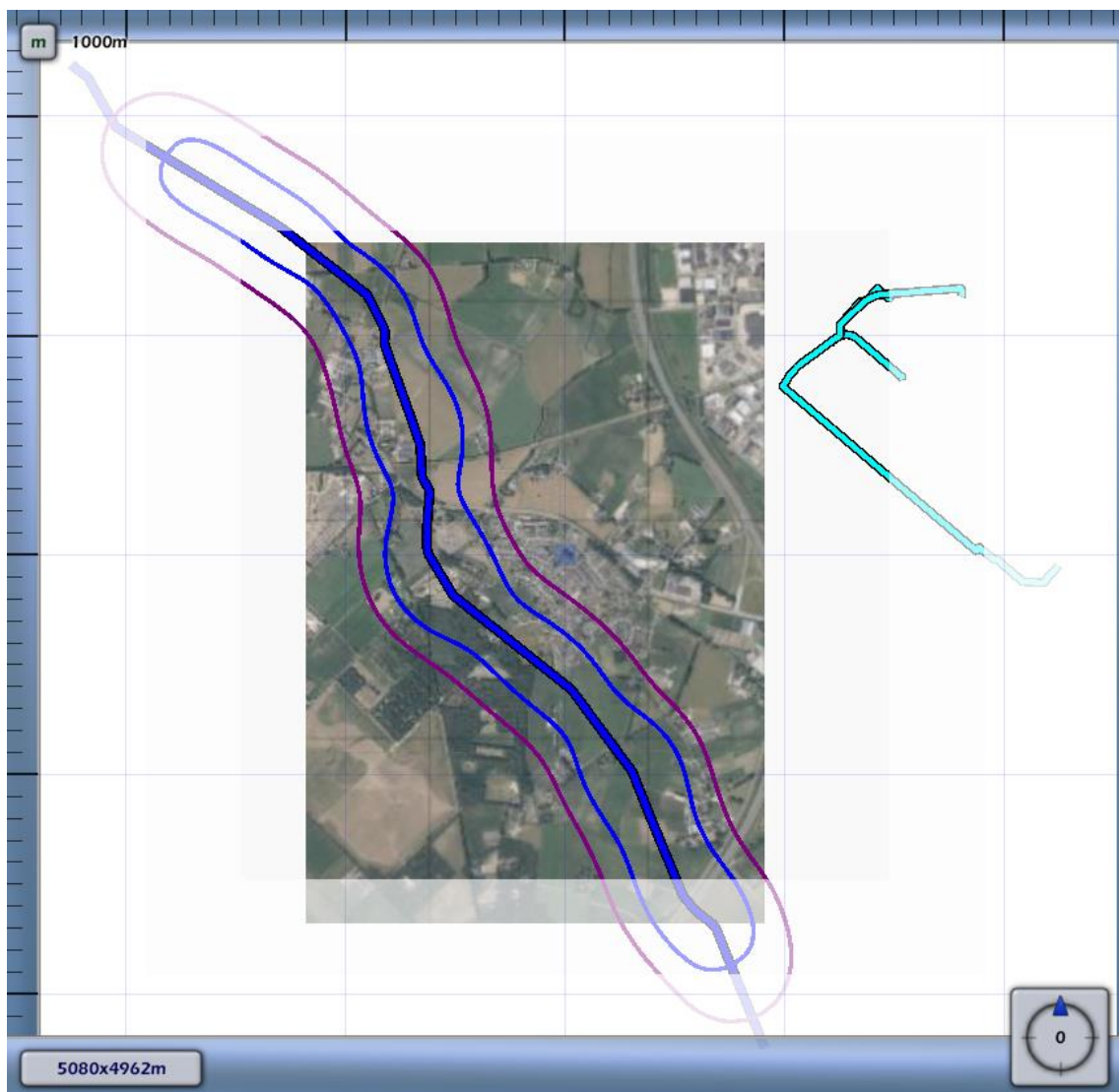
Populatiebestanden

Pad			
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt			
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\hotel-dag0-nacht100.txt			
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\industrie-dag100-nacht30.txt			
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt			
BRO090+Esdonkstraat,+Eerde_geval+1_resultaten_resultaten\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	1369	

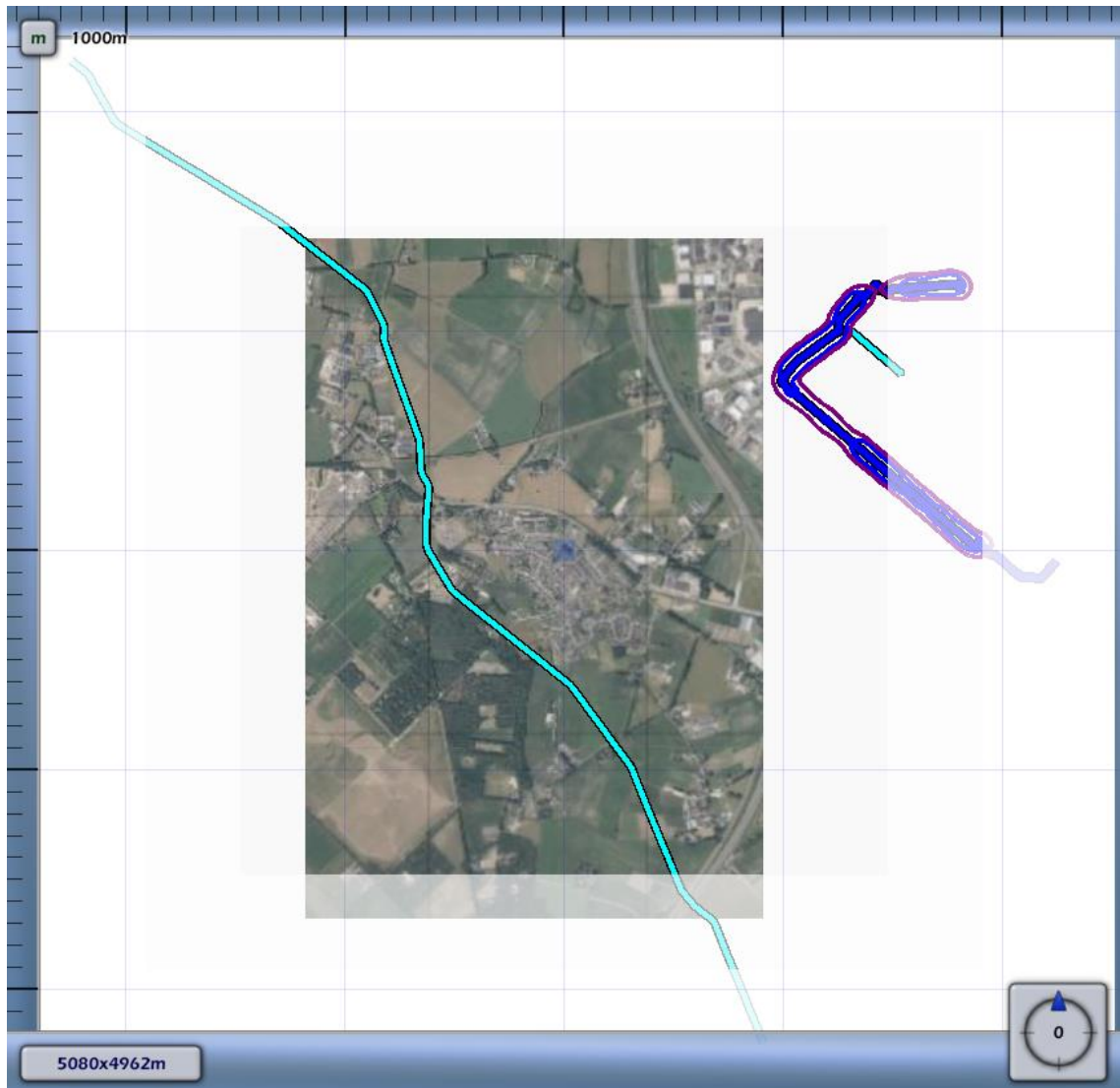
3 Plaatsgebonden risico

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.

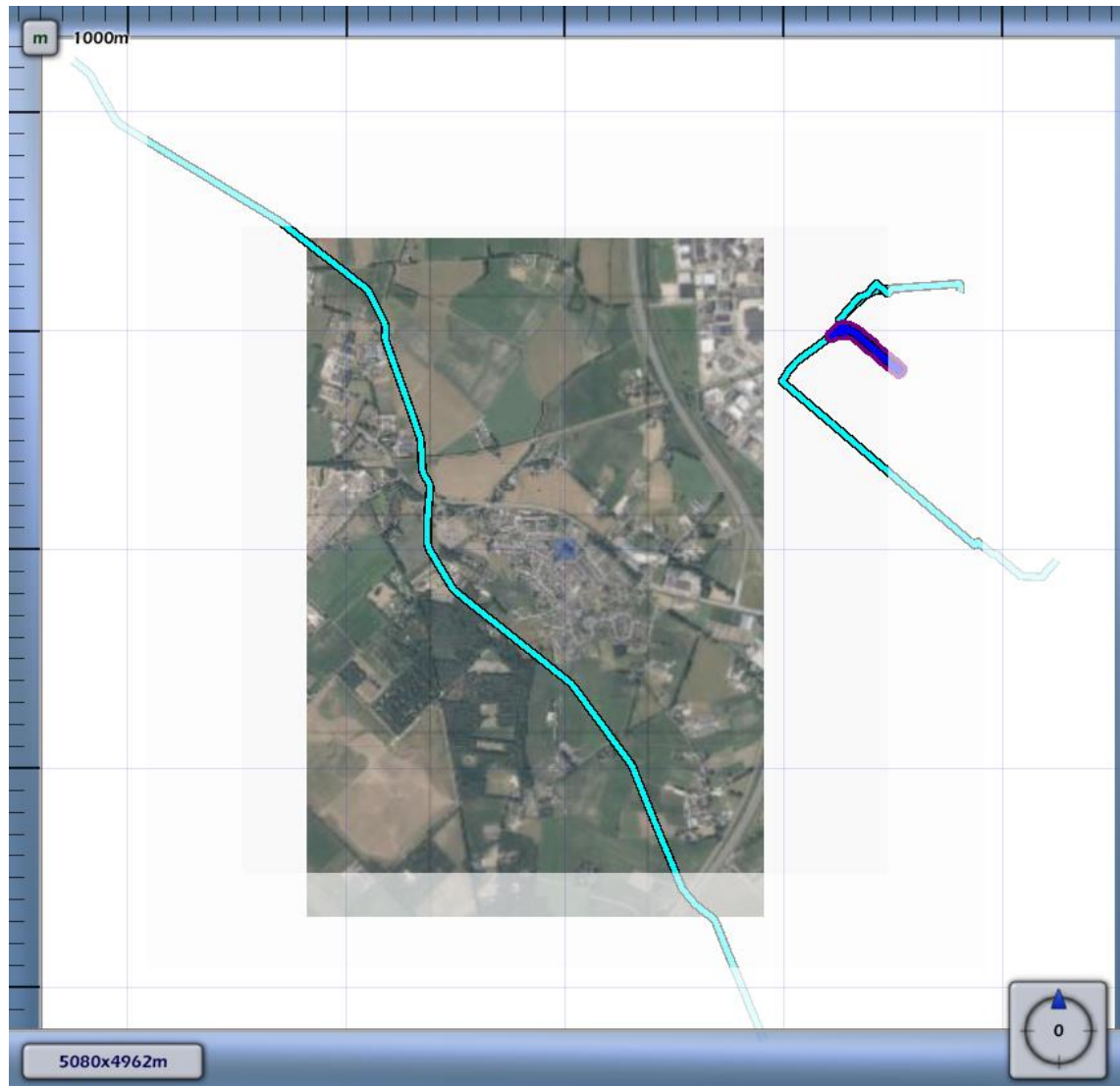
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



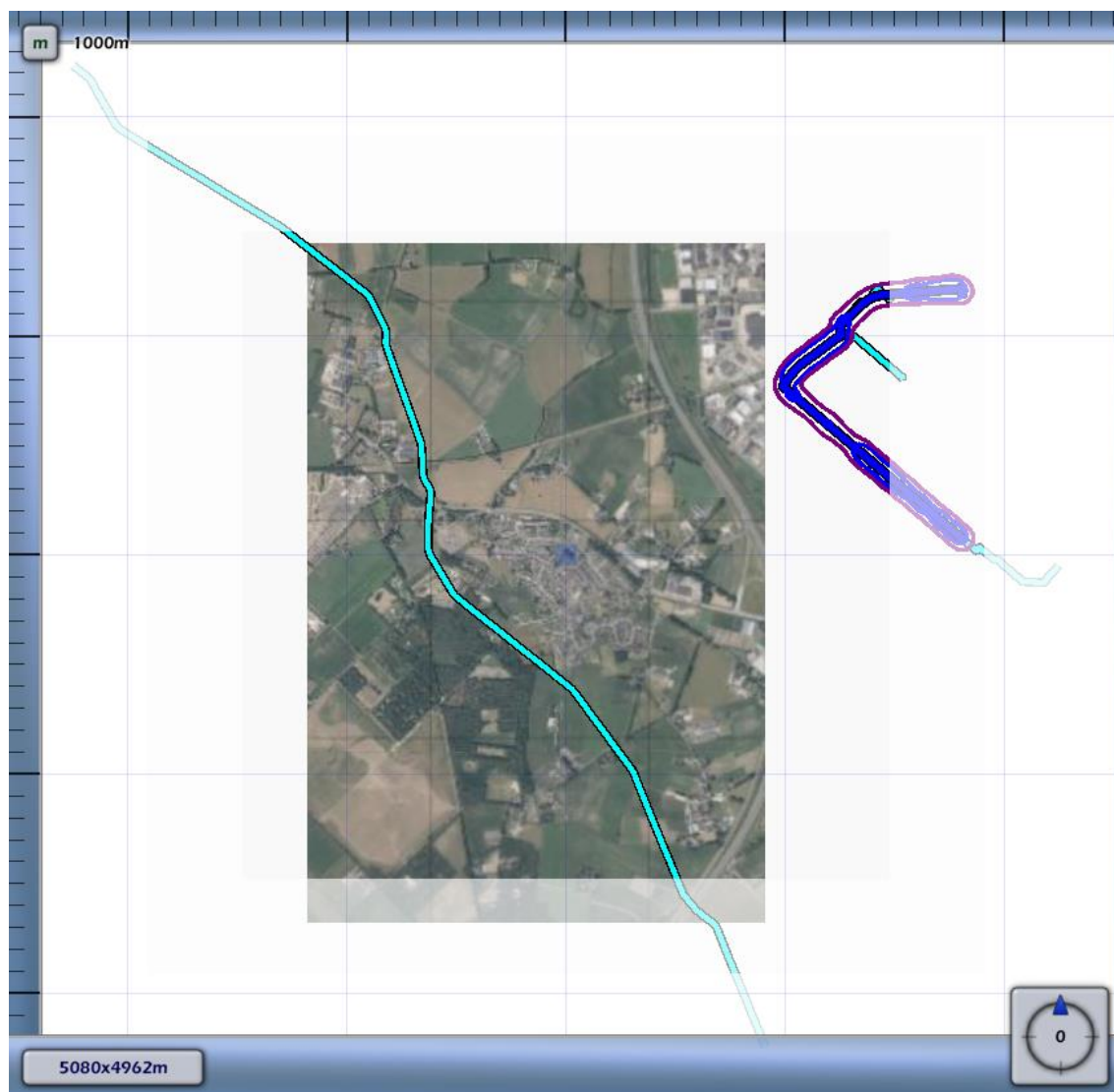
**3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl
van N.V. Nederlandse Gasunie**



3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



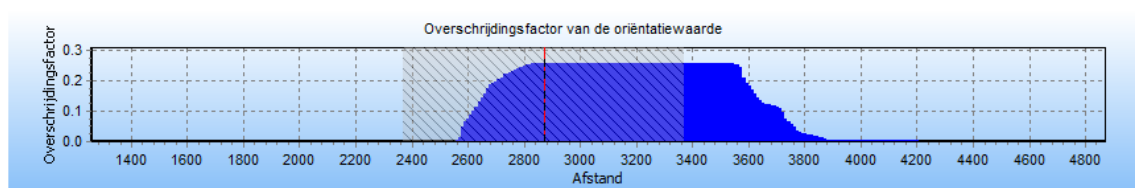
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

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.

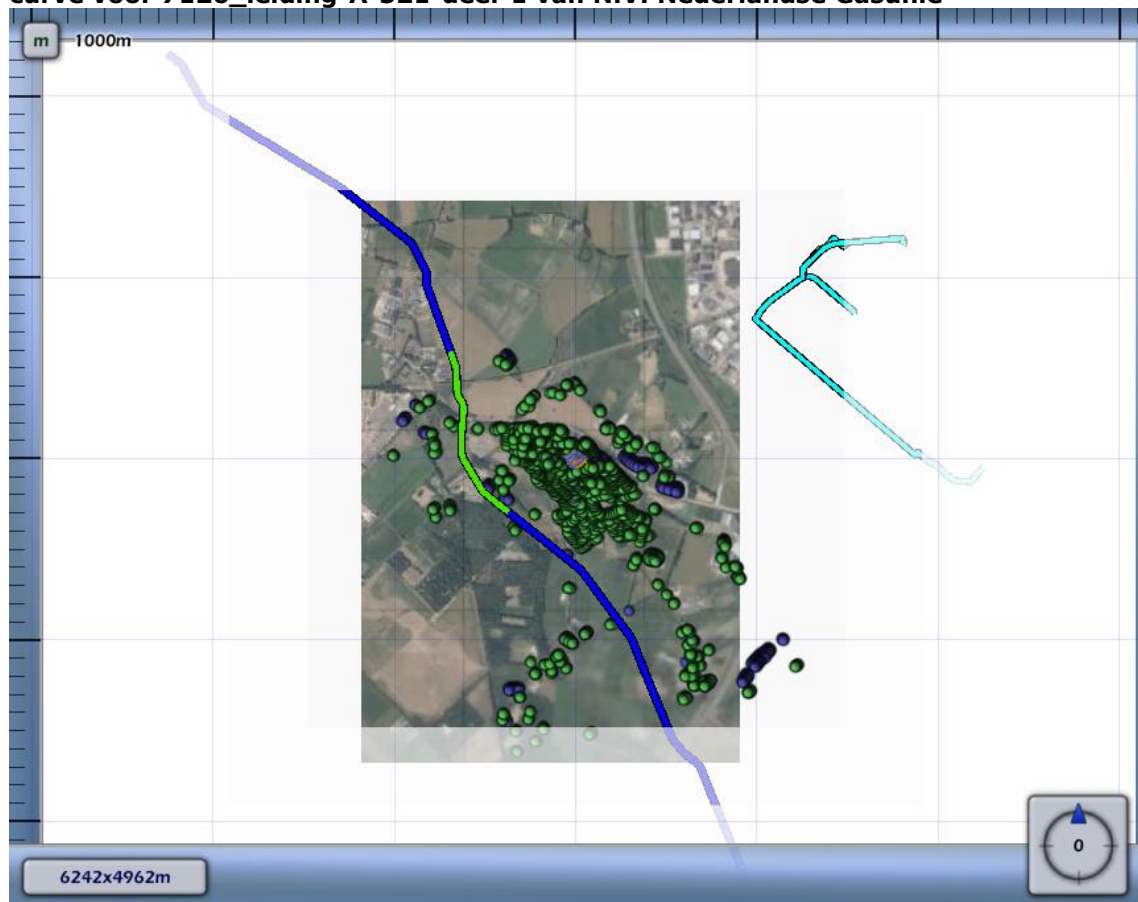
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



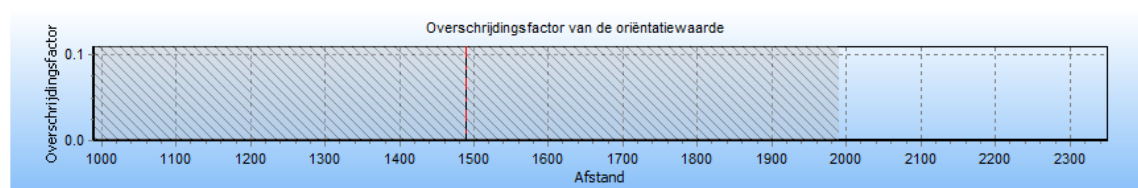
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 122 slachtoffers en een frequentie van $1.70E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.254 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2370.00 en stationing 3370.00. 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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



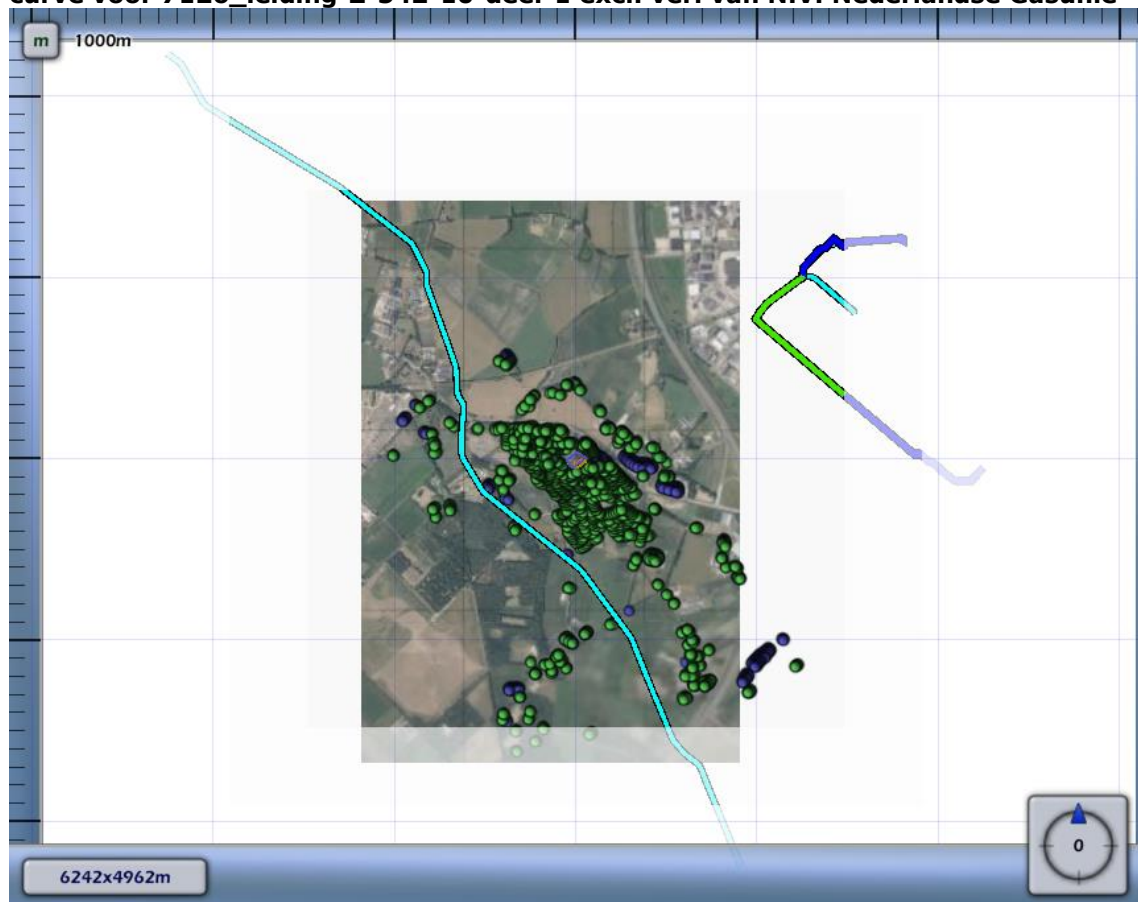
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



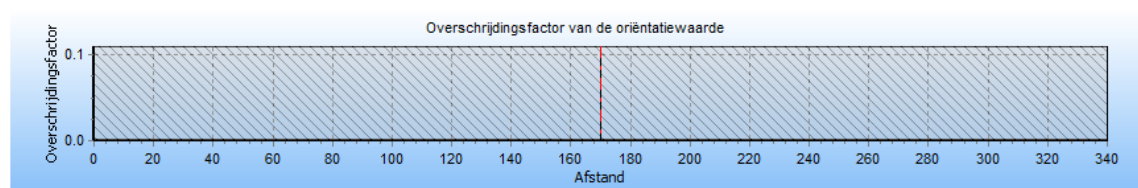
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 990.00 en stationing 1990.00. 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 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



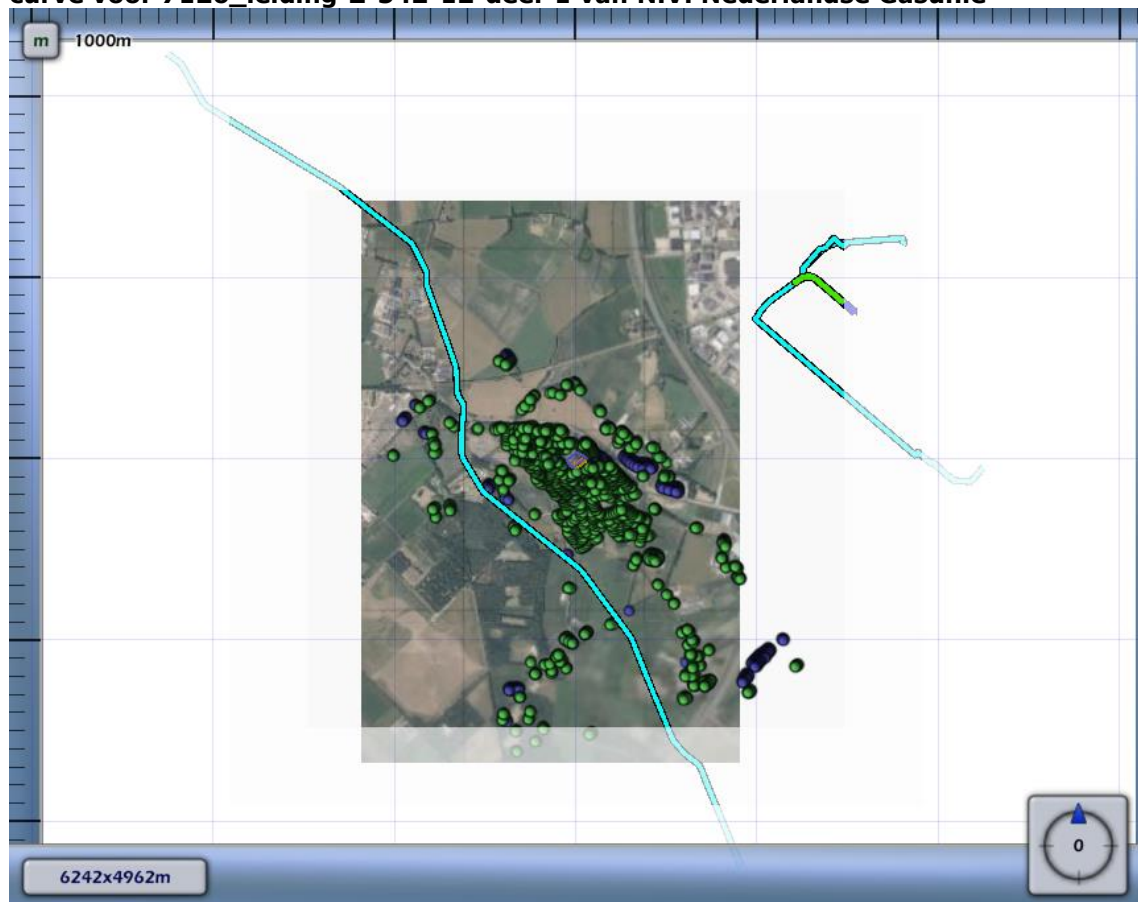
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



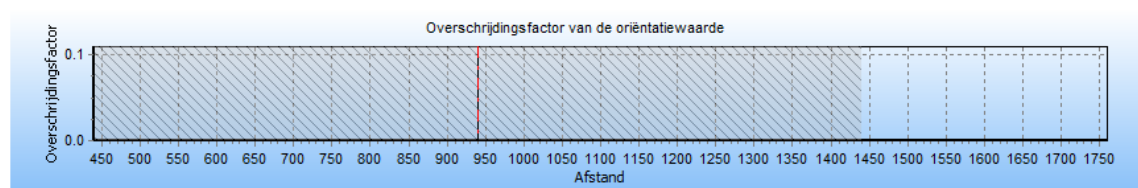
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 340.00. 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 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



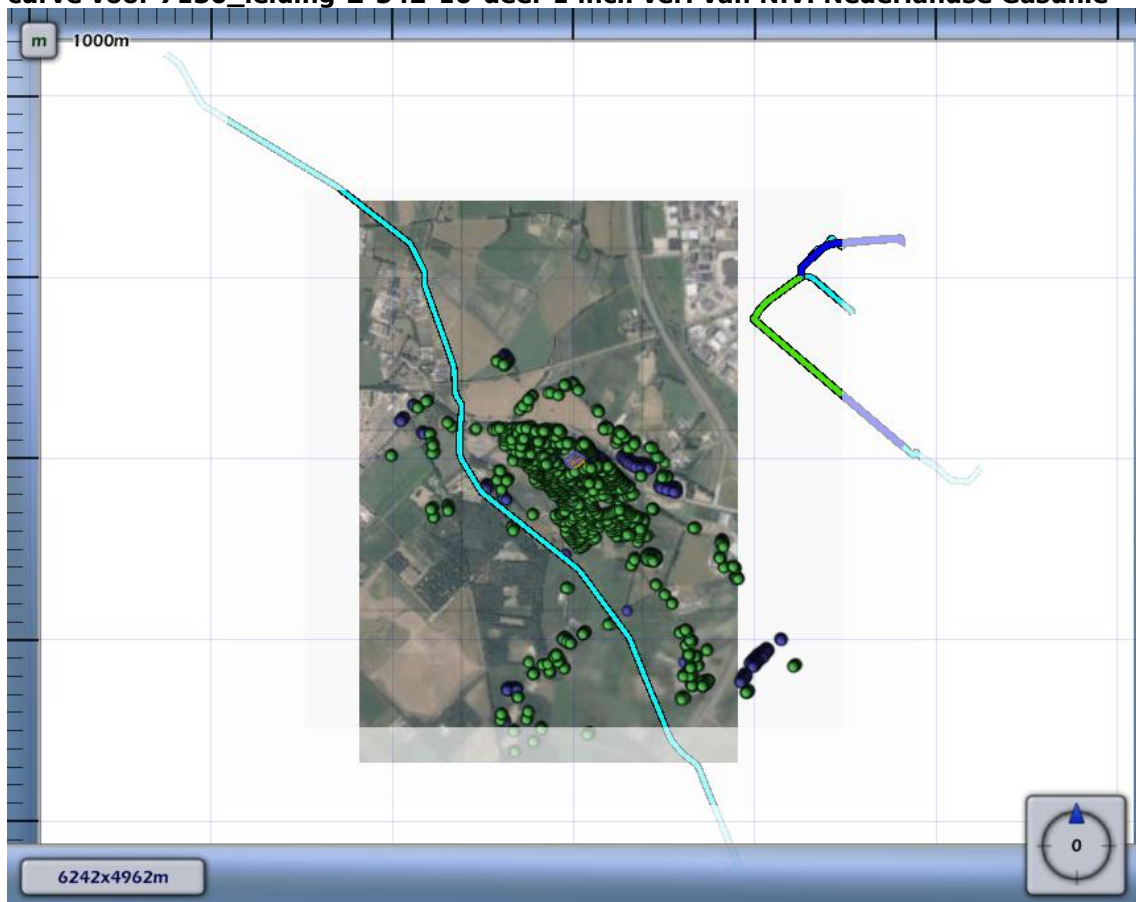
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie



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 440.00 en stationing 1440.00. 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 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl 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 7126_leiding-A-521-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2370.00 en stationing 3370.00



5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-10-deel-1 excl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 990.00 en stationing 1990.00



5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 7126_leiding-Z-542-12-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 340.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 7130_leiding-Z-542-10-deel-1 incl. verl van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 440.00 en stationing 1440.00



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.