

Kwantitatieve Risicoanalyse Wezep, van Pallandtlaan

Door:
Jeroen ter Avest - BJZ.nu

Samenvatting

Aan de Zuiderzeestraatweg in Wezep, gemeente Oldebroek, ligt een voormalige bedrijfslocatie, met daarachter een braakliggend stuk grond. De ontwikkelaar van dit terrein is voornemens de aanwezige bebouwing te slopen en op zowel de vrijkomende grond, als op het achterliggende terrein grond uit te geven ten behoeve van particuliere woningbouwontwikkeling.

In de nabijheid van het plangebied op een afstand van circa 100 - 120 meter zijn buisleidingen van de Nederlandse Gasunie N.V. gelegen (N-570-31-KR-001 en N-570-20-KR-025). Volgens het Besluit externe veiligheid buisleidingen worden gemeenten verplicht om bij het opstellen van bestemmingsplannen rekening te houden met het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Bij de vaststelling van een bestemmingsplan, op grond waarvan de aanleg van een buisleiding of de aanleg, bouw of vestiging van een kwetsbaar object bij een buisleiding wordt toegelaten, wordt een waarde in acht genomen van 10⁻⁶ per jaar met betrekking tot het plaatsgebonden risico voor kwetsbare objecten.

Met behulp van het programma CAROLA is bepaald of voldaan wordt aan de risiconormen voor de Externe Veiligheid, zoals die zijn vastgelegd in het Besluit externe veiligheid buisleidingen. De gebruiker kan de risico's berekenen op basis van locatiespecifieke leidinggegevens, die bij de leidingeigenaar moeten worden opgevraagd. Het resultaat van een berekening bestaat uit de plaatsgebonden risicocontouren (PR-contouren) en de FN-curve voor het groepsrisico (GR). Het rekenpakket beschikt over een functionaliteit waarmee wordt bepaald bij welke leidingkilometer de grootste overschrijding van de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico wordt bereikt.

Uit deze risicoanalyse blijkt dat ter plaatse van het plangebied geen plaatsgebonden risico 10⁻⁶ contouren buiten de leiding is gelegen. Het groepsrisico is na invulling van het plan voor de betreffende gasleidingen lager dan 0,1 maal de oriëntatiewaarde

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	5
2 Invoergegevens	6
2.1 Interessegebied	6
2.2 Relevante leidingen	6
2.3 Populatie.....	8
3 Plaatsgebonden risico	10
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie	10
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie	10
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie	11
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie	11
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie	12
3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie	12
3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie	13
3.8 Figuur 3.8 Plaatsgebonden risico voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie	13
4 Groepsrisico screening	15
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie	15
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie	15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie	16
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie	17
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie	17
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie	18
4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie	19
4.8 Figuur 4.8 Groepsrisico screening voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie	19
5 FN curves	21
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 490.00 en stationing 1490.00	21
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00	21
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 26380.00 en stationing 27380.00	22
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 16110.00 en stationing 17110.00	22
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00	22
5.6 Figuur 5.6 FN curve voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00	23
5.7 Figuur 5.7 FN curve voor N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 100.00	23
5.8 Figuur 5.8 FN curve voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 170.00	23
6 Conclusies	24

7 Referenties.....	25
--------------------	----

1 Inleiding

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyses aan ondergrondse gelegen hogedruk aardgastransportleidingen [1, 2, 3, 4]. De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA. CAROLA is een software pakket dat in opdracht van de Nederlandse overheid is ontwikkeld, specifiek ter bepaling van het plaatsgebonden risico en groepsrisico van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen.

Het plaatsgebonden risico is gedefinieerd als de kans per jaar dat een onbeschermd persoon die onafgebroken op dezelfde plaats verblijft, komt te overlijden als gevolg van een ongeval met een potentieel gevaarlijke bron. Het plaatsgebonden risico wordt weergegeven door middel van contouren met een gelijke risicowaarde op een kaart.

Het groepsrisico voor buisleidingen is gedefinieerd als de frequentie per jaar per kilometer leiding dat een groep van tenminste tien personen komt te overlijden als gevolg van een ongeval met die buisleiding, waarbij een gevaarlijke stof betrokken is. Het groepsrisico wordt weergegeven in een FN-curve, een dubbel logaritmische grafiek waarbij op de horizontale as het aantal doden (N) wordt gegeven en op de verticale as de cumulatieve frequentie (F) van tenminste N doden.

Om te bepalen of de berekende risico's acceptabel zijn wordt getoetst aan de normen zoals die worden vastgelegd in het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen.

Voor het plaatsgebonden risico geldt dat er zich geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten mogen bevinden binnen de plaatsgebonden risico contour van 10^{-6} per jaar. Voor (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten geldt het 10^{-6} per jaar PR criterium als richtwaarde.

Het groepsrisico is voorzien van een oriëntatiewaarde, die voor buisleidingen gesteld is op $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per jaar per km leiding, waarin F de frequentie per jaar is met N of meer dodelijke slachtoffers. Daarnaast geldt een verantwoordingsplicht, waarbij het bevoegd gezag verplicht wordt gesteld om advies in te winnen bij hulpverleningsdiensten omtrent aspecten als hulpverlening en zelfredzaamheid. Laatstgenoemde aspecten, en daarmee de verantwoordingsplicht, worden in dit rapport niet geadresseerd.

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.51. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.2. De berekeningen zijn uitgevoerd op 26-09-2011.

Dit project is opgeslagen onder de naam N:\CAROLA\Projecten\Van Pallandtlaan, Wezep_goed\Van Pallandtlaan.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 26-09-2011.

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

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 in de risicostudie.

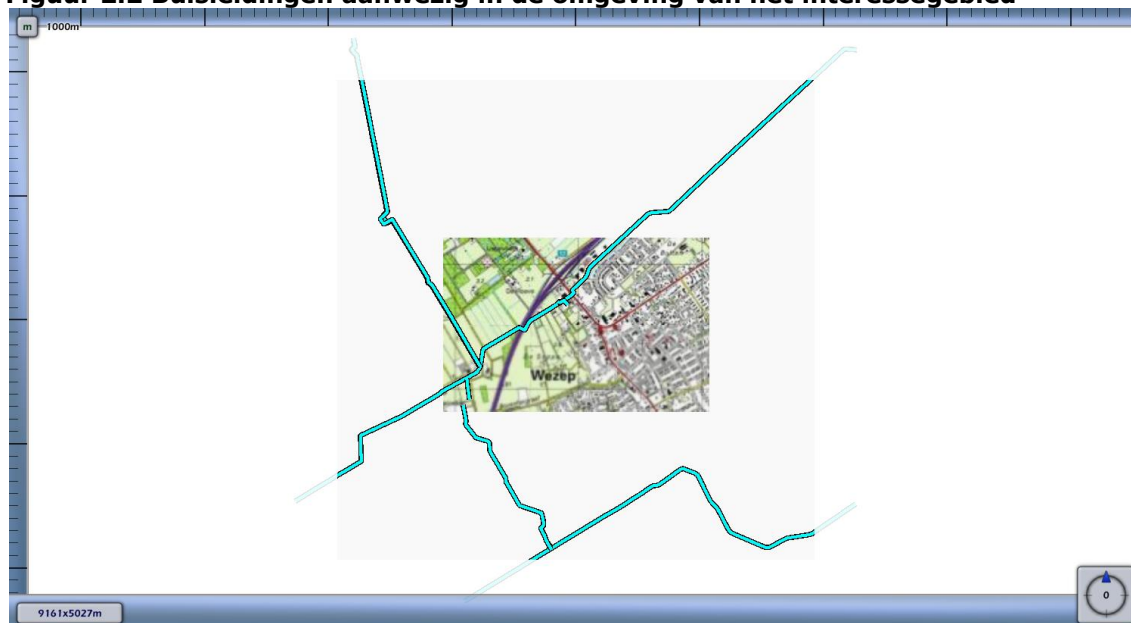
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	A-510-03	323.90	66.20	06-09-2011
N.V. Nederlandse Gasunie	A-510-30	406.40	66.20	06-09-2011
N.V.	A-510	914.00	66.20	06-09-2011

Nederlandse Gasunie				
N.V. Nederlandse Gasunie	N-570-20	323.90	40.00	06-09-2011
N.V. Nederlandse Gasunie	N-570-21	219.10	40.00	06-09-2011
N.V. Nederlandse Gasunie	N-570-29	168.30	40.00	06-09-2011
N.V. Nederlandse Gasunie	N-570-31	114.30	40.00	06-09-2011
N.V. Nederlandse Gasunie	N-570-37	406.40	40.00	06-09-2011

Er zijn alleen leidingen aanwezig waarvan de vervaldatum voor het gebruik van de gegevens is overschreden. Voor deze leidingen kunnen geen risicoberekeningen worden uitgevoerd.

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 verstrekt is	

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

2.3 Populatie

Voor de bepaling van het groepsrisico is het van belang dat de populatie rondom de aardgastransportleidingen wordt geïnventariseerd. De relevante populatie is weergegeven in figuur 2.3

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygoonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Percentage Personen
realisatie 15 woningen 'van Pallandt'	Wonen	41.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Industrie / bedrijvigheid laag	Werken		5.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woning buitengebied	Wonen		1.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Agrarische bedrijvigheid	Werken		5.0	Vervangen Bestaande	

d				Populatie	
Agrarische bedrijvigheid	Werken		5.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Industrie, bedrijvigheid buitengebied	Werken		5.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , buitengebied	Wonen		1.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , incidentele woonbebouwing	Wonen		5.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , rustige woonwijk	Wonen		25.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Industrie, bedrijvigheid personeelsdichtheid laag	Werken		5.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , rustige woonwijk	Wonen		25.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Industriegebieden,	Werken		80.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , drukke woonwijk	Wonen		70.0	Vervangen Bestaande Populatie	
Woongebied , rustige woonwijk	Wonen		25.0	Vervangen Bestaande Populatie	

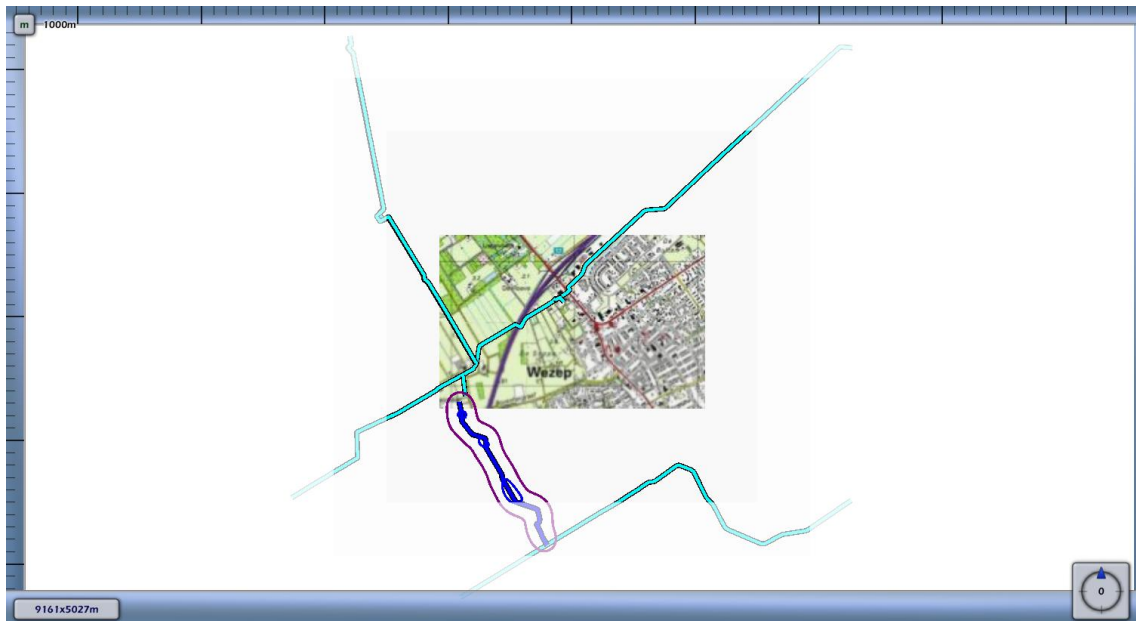
Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
-----	------	--------	---------------------

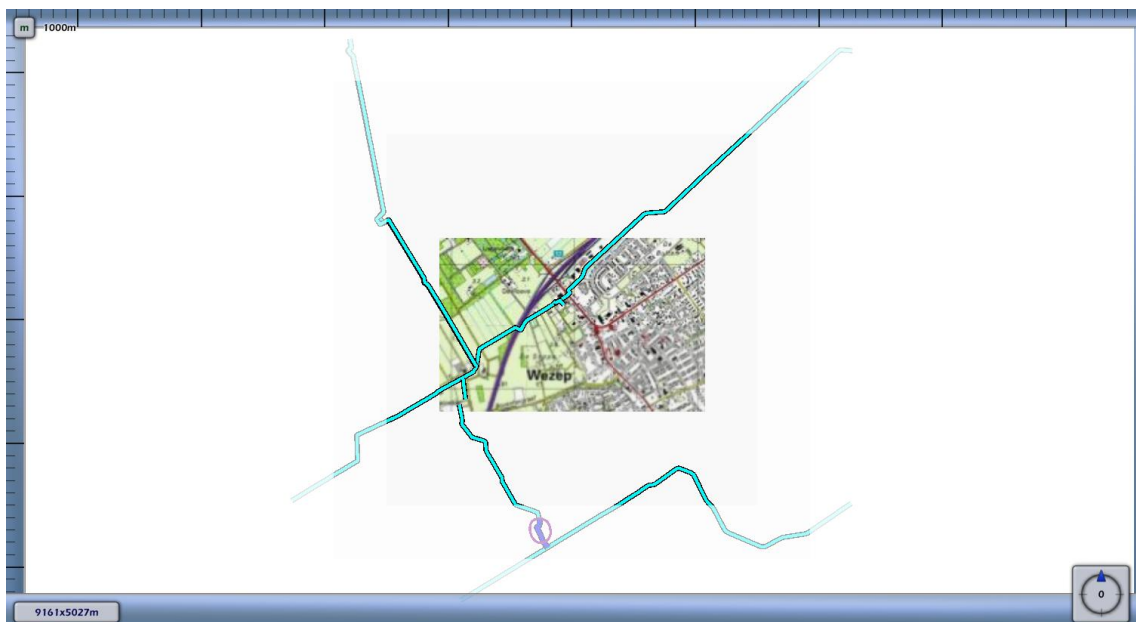
3 Plaatsgebonden risico

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.

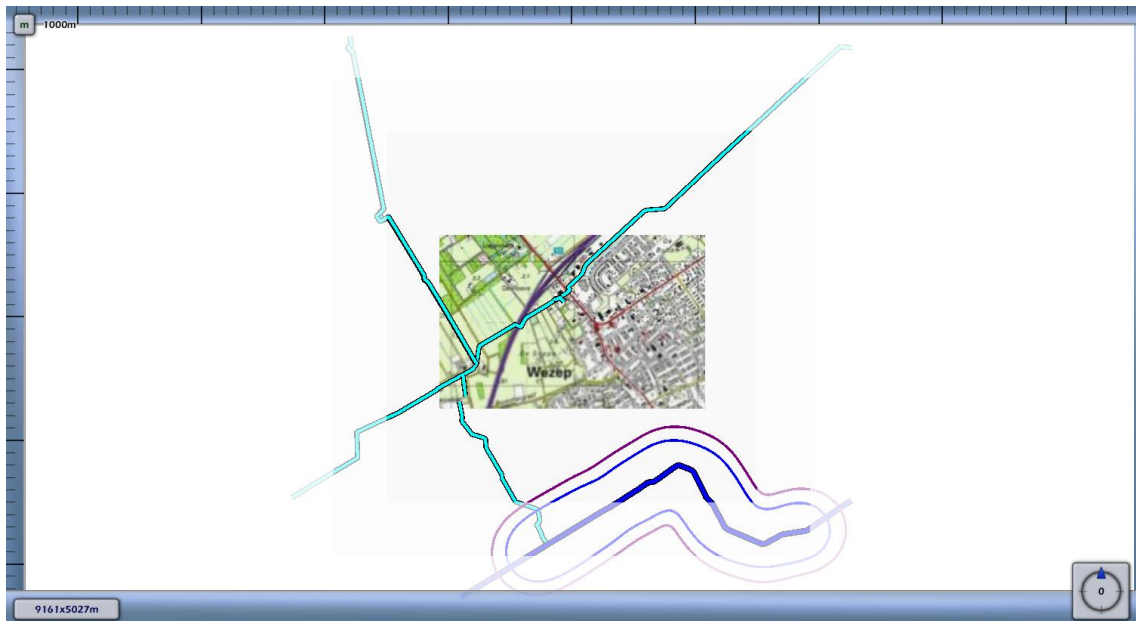
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie



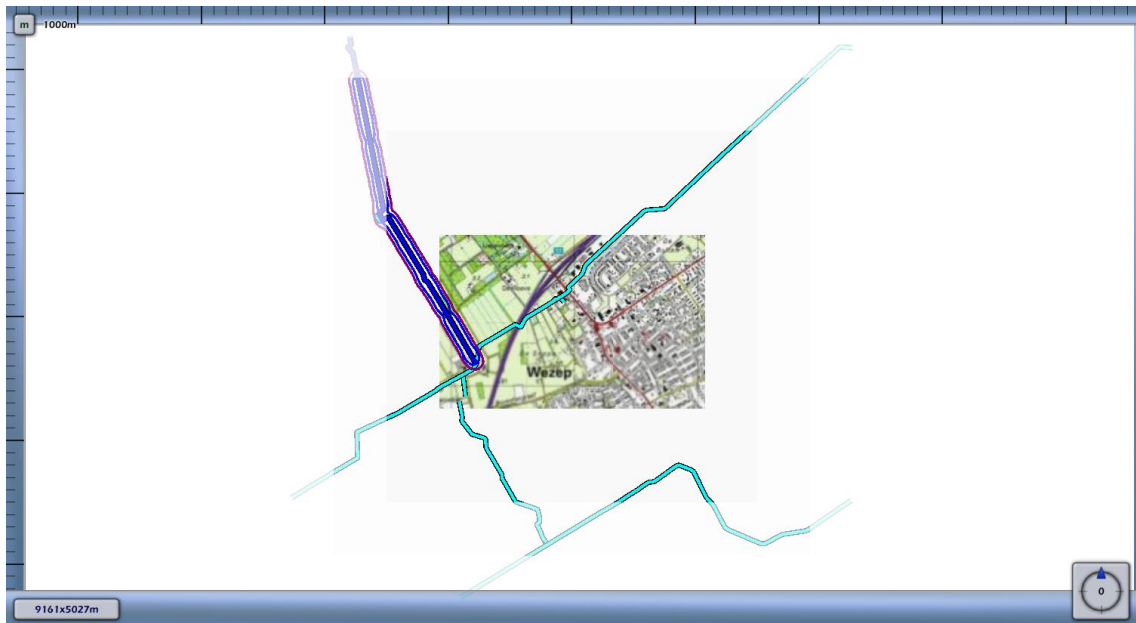
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie



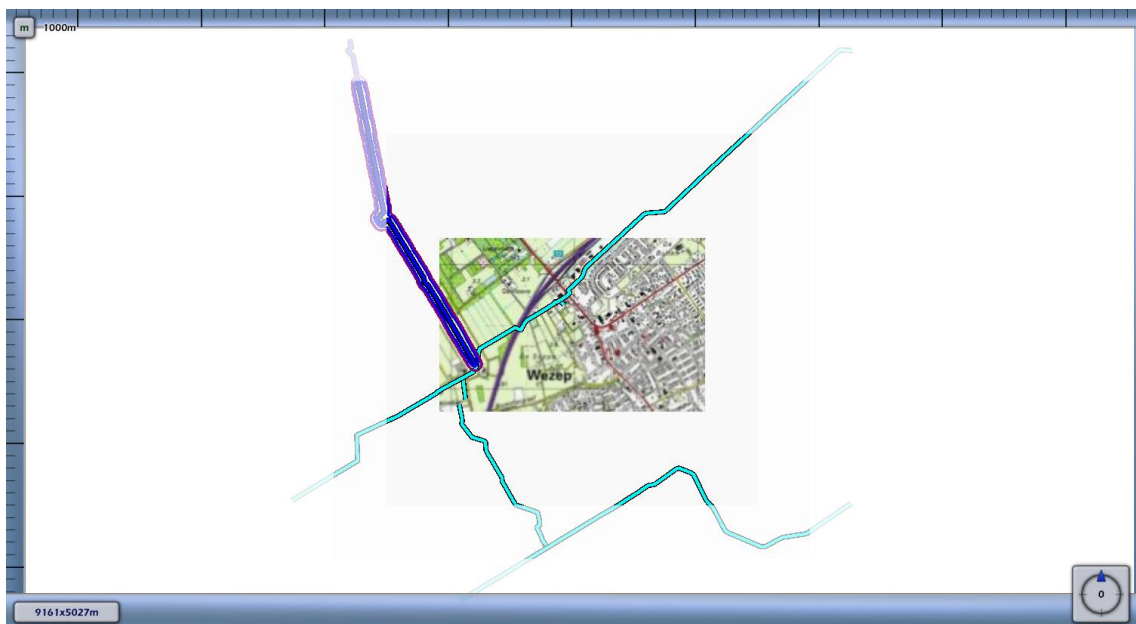
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie



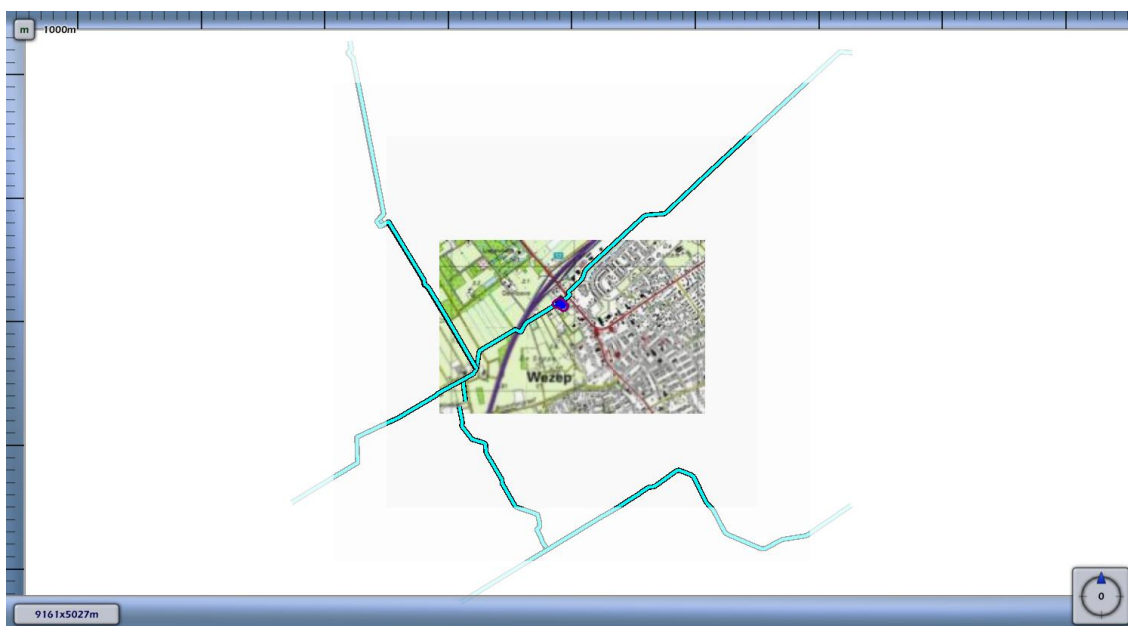
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie



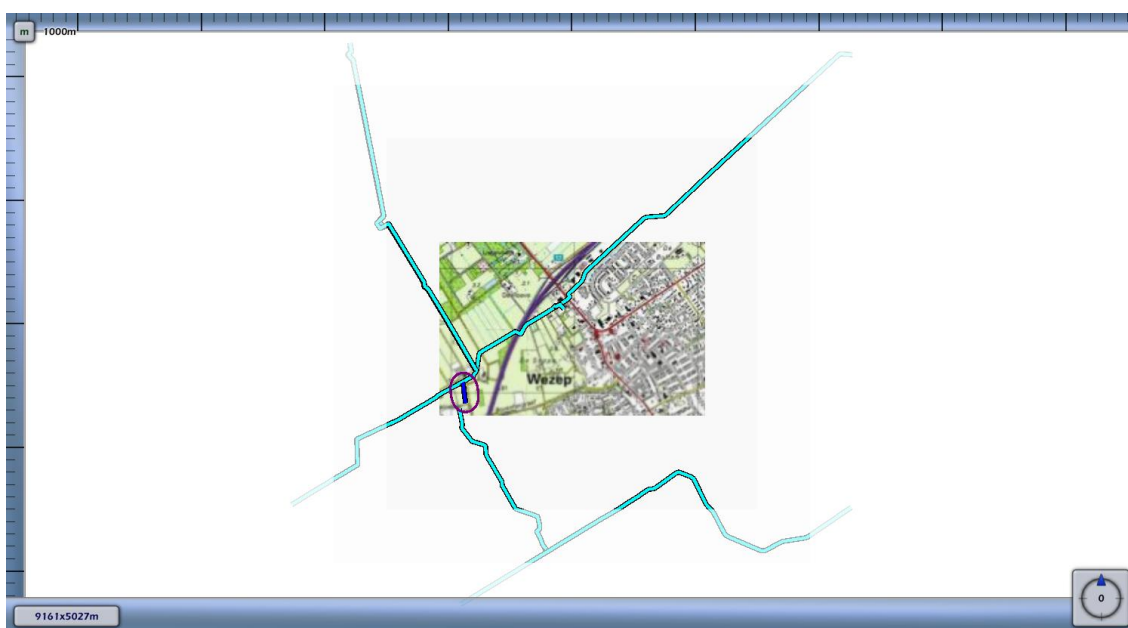
3.6 Figuur 3.6 Plaatsgebonden risico voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.7 Figuur 3.7 Plaatsgebonden risico voor N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.8 Figuur 3.8 Plaatsgebonden risico voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie



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

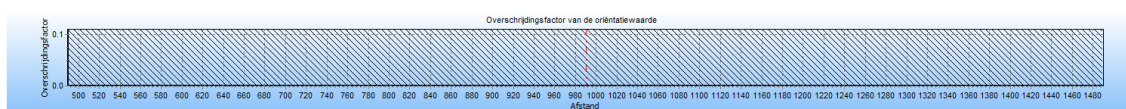
1E-8	
------	---

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 A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie



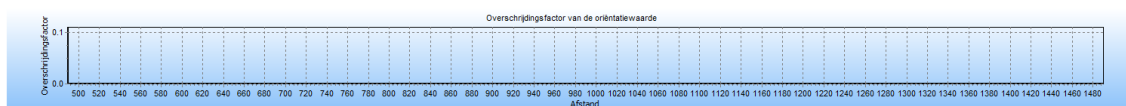
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 490.00 en stationing 1490.00. 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 A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie



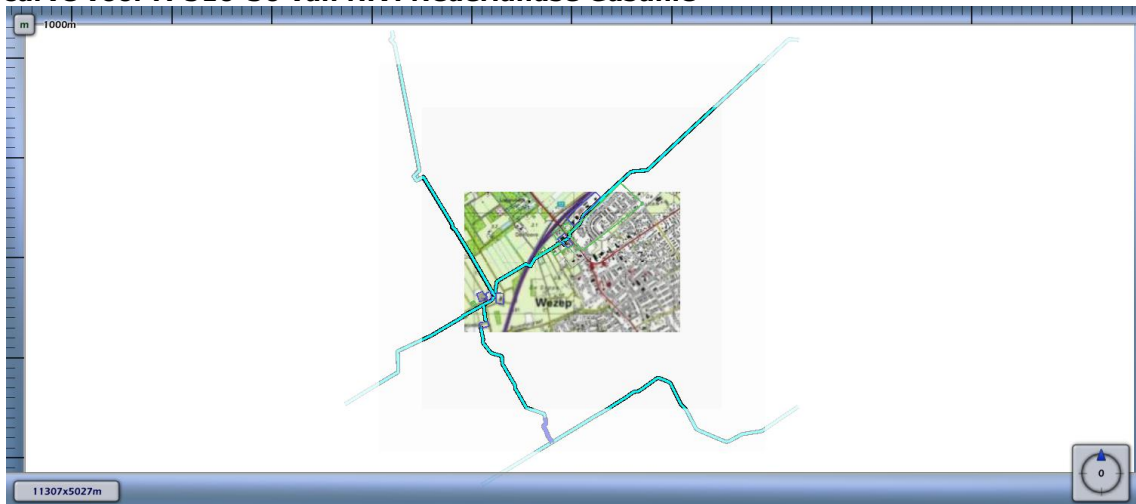
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie



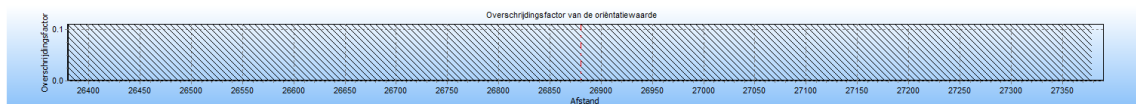
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 4.2

Figuur 4.2 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie



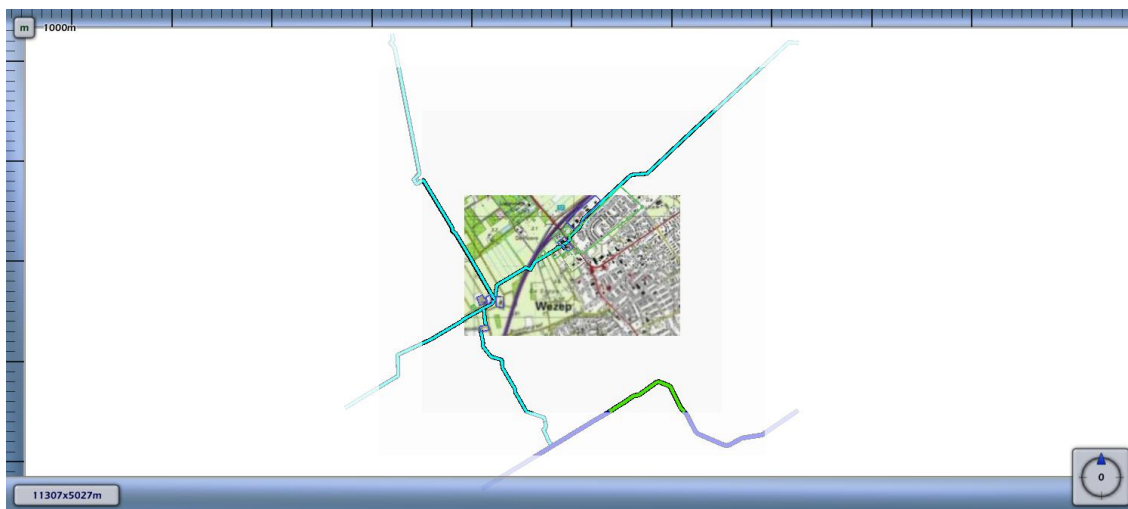
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie



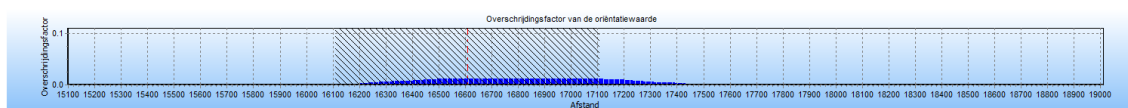
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 26380.00 en stationing 27380.00. 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 A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie



4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie



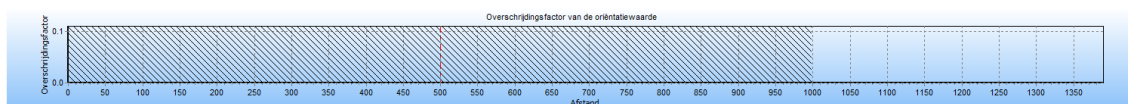
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 27 slachtoffers en een frequentie van $1.59E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.012 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 16110.00 en stationing 17110.00. 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 N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie



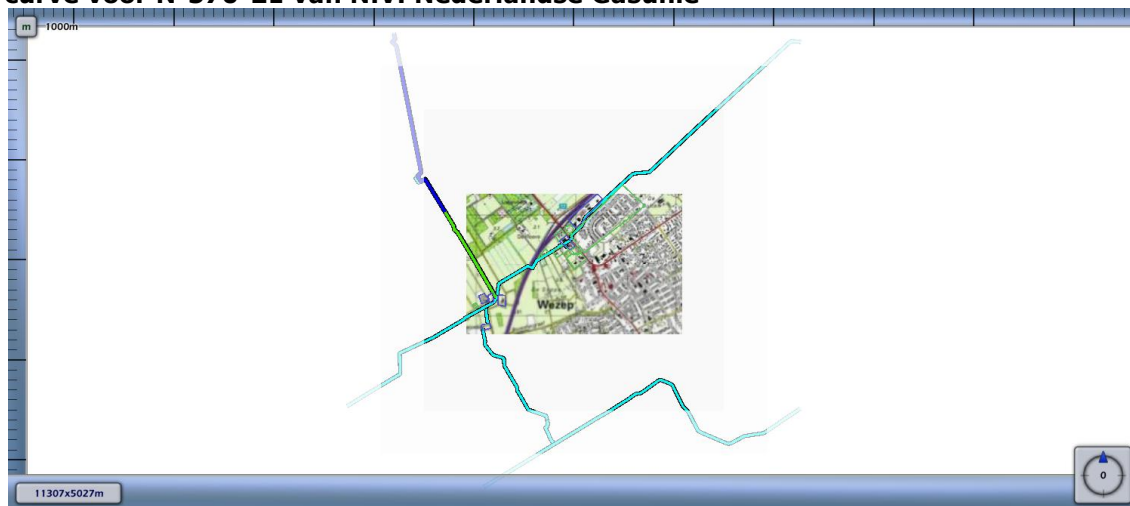
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie



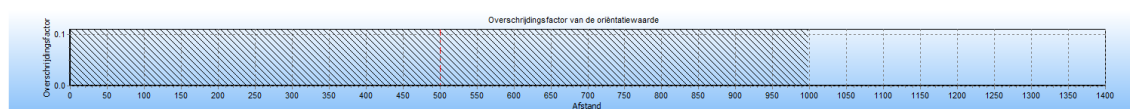
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

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 4.5

Figuur 4.5 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie



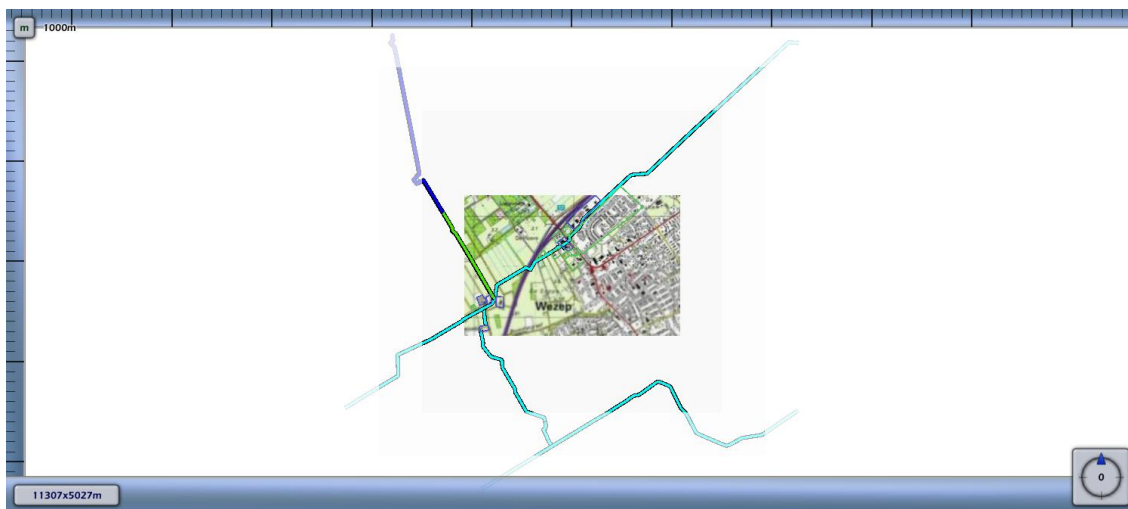
4.6 Figuur 4.6 Groepsrisico screening voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 4.6

Figuur 4.6 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie



4.7 Figuur 4.7 Groepsrisico screening voor N-570-31 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 100.00. 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 N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie



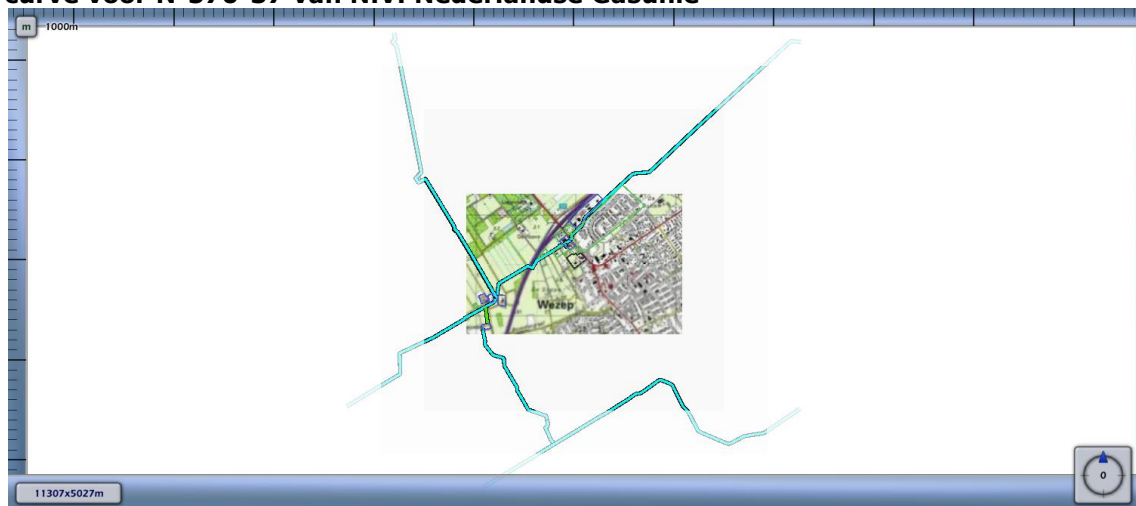
4.8 Figuur 4.8 Groepsrisico screening voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 170.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.8

Figuur 4.8 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie



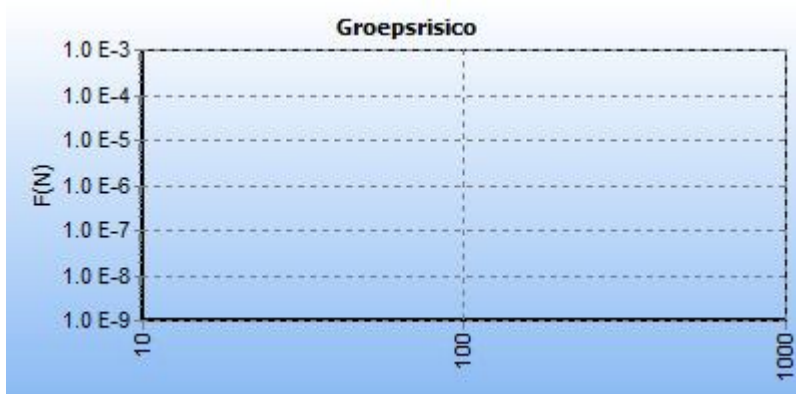
5 FN curves

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 A-510-03 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 490.00 en stationing 1490.00



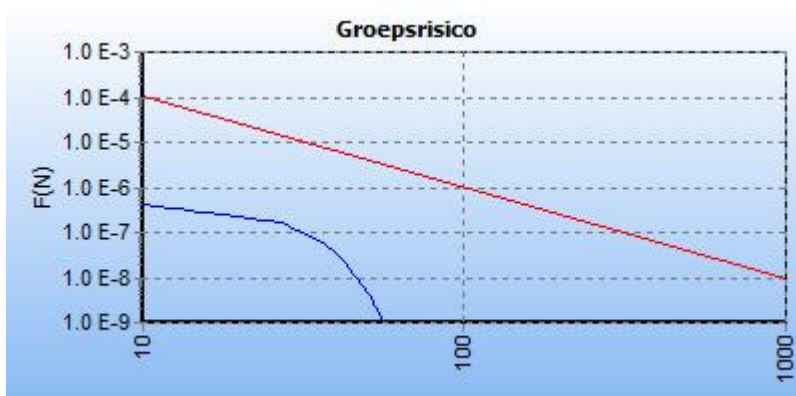
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor A-510-30 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



5.3 Figuur 5.3 FN curve voor A-510 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 26380.00 en stationing 27380.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor N-570-20 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 16110.00 en stationing 17110.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor N-570-21 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



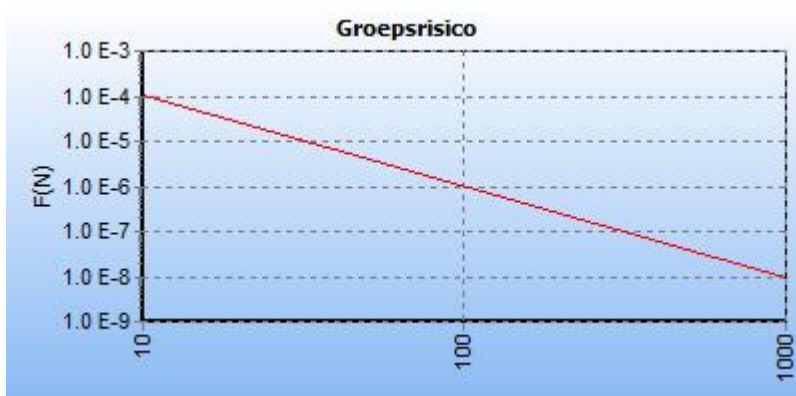
5.6 Figuur 5.6 FN curve voor N-570-29 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



5.7 Figuur 5.7 FN curve voor N-570-31 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 100.00



5.8 Figuur 5.8 FN curve voor N-570-37 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 170.00



6 Conclusies

De CAROLA-berekening ten behoeve van de in het bestemmingsplan "Wezep, van Pallandtlaan" besloten ontwikkeling toont aan dat het Groepsrisico kleiner is dan 0.1 van de oriëntatiewaarde. ($GR < 0.1$) Met andere woorden: de uitvoering van het plan aan de Zuiderzeestraatweg in Wezep, gemeente Oldebroek, is op basis het CAROLA-onderzoek in het kader van het Groepsrisico aanvaardbaar.

7 Referenties

- [1] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Brief 390/06 CEV Lah/pbz-1191. 6 november 2006.
- [2] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Ministerie van VROM. Brief 2006.334302. 7 december 2006.
- [3] 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.
- [4] M. Gielisse, M.T. Dröge, G.R. Kuik. Risicoanalyse aardgastransportleidingen. N.V. Nederlandse Gasunie. DEI 2008.R.0939. 2008.