Kwantitatieve risicoanalyse

Beukenlaan 21, Heerhugowaard

Omgevingsvergunningen

Wijzigingsplannen

Uw specialist in **Bestemmingsplannen**

Rood voor Rood - Ruimte voor Ruimte

Ruimtelijk advies

BJZ.nu - Ruimtelijke plannen en advies

Vestiging Almelo
Twentepoort Oost 16a
7609 RG Almelo

T 0546 454 466

Vestiging Zwolle
Dr. van Wiechenweg 2
8025 BZ Zwolle

E info@bjz.nu

Vestiging Utrecht
Wattbaan 51
3439 ML Nieuwegein

Vestiging Groningen
Helperpark 284
9723 ZA Groningen

29 November

Definitief

Kwantitatieve risicoanalyse
Beukenlaan 21, Heerhugowaard

Auteur:	BJZ.nu
Status:	Definitief
Datum:	November 2023

BJZ.nu
ruimtelijke plannen en advies

Almelo, Groningen, Utrecht, Zwolle
0546 - 45 44 66 | info@bjz.nu | www.bjz.nu

Inhoudsopgave

Samenvatting 4

1 Inleiding 6

2 Invoergegevens 8
2.1 Interessegebied 8
2.2 Relevante leidingen 8
2.3 Populatie 10

3 Plaatsgebonden risico 12
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 12
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 13
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 13
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 14
Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 15

4 Groepsrisico screening 16
4.1 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 16
4.2 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 16
4.3 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 16
4.4 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 17
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 17

5 FN curves 18
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2410.00 en stationing 3410.00 18
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00 18
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 70.00 19
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2420.00 en stationing 3420.00 19
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2540.00 en stationing 3540.00 19

6 Conclusies 20

7 Referenties 21

Samenvatting

Voorliggend externe veiligheidsonderzoek heeft betrekking op het perceel gelegen aan de Beukenlaan 21 in Heerhugowaard (gemeente Dijk en Waard). Op het perceel is de initiatiefnemer voornemens om 16 seniorenwoningen te realiseren. In de huidige situatie wordt het perceel als tuin gebruikt

In afbeelding 1 is de gewenste situatie weergegeven.



Afbeelding 1 Plattegrond projectgebied, realisatie seniorenwoningen (Bron: Urban Symbiose)

In het de ruimtelijke onderbouwing dient aangetoond te worden dat de voorgenomen ontwikkeling uit ruimtelijk oogpunt verantwoord is. Eén van de relevante aspecten betreft het aspect 'externe veiligheid'. Volgens het Besluit externe veiligheid buisleidingen worden gemeenten namelijk verplicht om bij het opstellen van bestemmingsplannen of een projectafwijkingsbesluit (waboprojectbesluit) 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.

Het gaat om indicatief 2,4 extra personen per woning. Dit aantal is gebaseerd op kengetallen zoals deze ook zijn opgenomen in het Bevb (Besluit externe veiligheid buisleidingen), die worden gebruikt bij berekeningen in het kader van externe veiligheid. In de directe nabijheid van het plangebied ligt een aardgasleiding van de Gasunie.

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.

Het groepsrisico is na invulling van het plan voor de betreffende gasleidingen lager dan 0,1 maal de oriëntatiewaarde. Met andere woorden: de uitvoering van het project is op basis het CAROLA-onderzoek in het kader van het groepsrisico aanvaardbaar. Geconcludeerd wordt dat met betrekking tot

het aspect ‘externe veiligheid’ ten aanzien van buisleidingen, het plan past binnen een ‘goede ruimtelijke ordening’.

1 Inleiding

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

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 zijn 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 $F \cdot N2 < 10\text{-}2$ 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.

Ten aanzien van het bovenstaande wordt nog het volgende opgemerkt. In verband met de overzichtelijkheid van deze rapportage worden in het vervolg, indien sprake is van meerdere relevante buisleidingen, enkel voor de leidingen/leidingdelen die op basis van het onderzoek het meest risicovol zijn gebleken de onderzoeksresultaten weergegeven. De overige onderzoeksresultaten kunnen desgewenst worden opgevraagd bij de opsteller van dit rapport.

Op de volgende pagina is een overzicht opgenomen van de elementen die in een QRA gerapporteerd moeten worden weergegeven.

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

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

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 27-11-2023.

Dit project is opgeslagen onder de naam G:\Onderzoeken\10. Externe veiligheid\CAROLA\Projecten\Heerhugowaard, Beukenlaan 21\Projectbestand\Heerhugowaard, Beukenlaan 21.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 27-11-2023.
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation IJmuiden. 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	9172_leiding-A-550-deel-1	914.00	66.20	27-11-2023

N.V. Nederlandse Gasunie	9172_leiding-A-551-05-deel-1	168.30	66.20	27-11-2023	
N.V. Nederlandse Gasunie	9172_leiding-A-551-06-deel-1	168.30	66.20	27-11-2023	
N.V. Nederlandse Gasunie	9172_leiding-A-551-deel-1	1066.80	66.20	27-11-2023	
N.V. Nederlandse Gasunie	9172_leiding-A-566-deel-1	914.40	66.20	27-11-2023	
N.V. Nederlandse Gasunie	9172_leiding-W-574-04-deel-1	168.30	40.00	27-11-2023	

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	

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 seniorenwoningen	Wonen	39.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	

Populatiebestanden

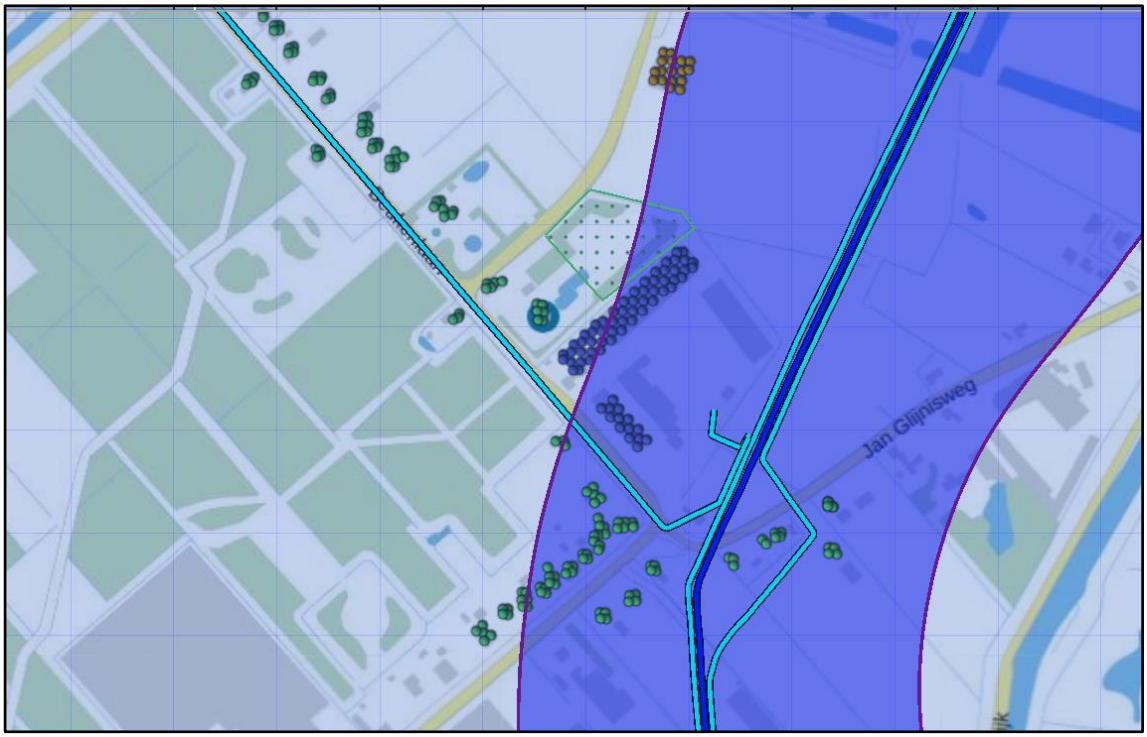
Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
..\Populatiebestand\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Evenement	110	
..\Populatiebestand\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	185	
..\Populatiebestand\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	119	

..\Populatiebestand\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	82	

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 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



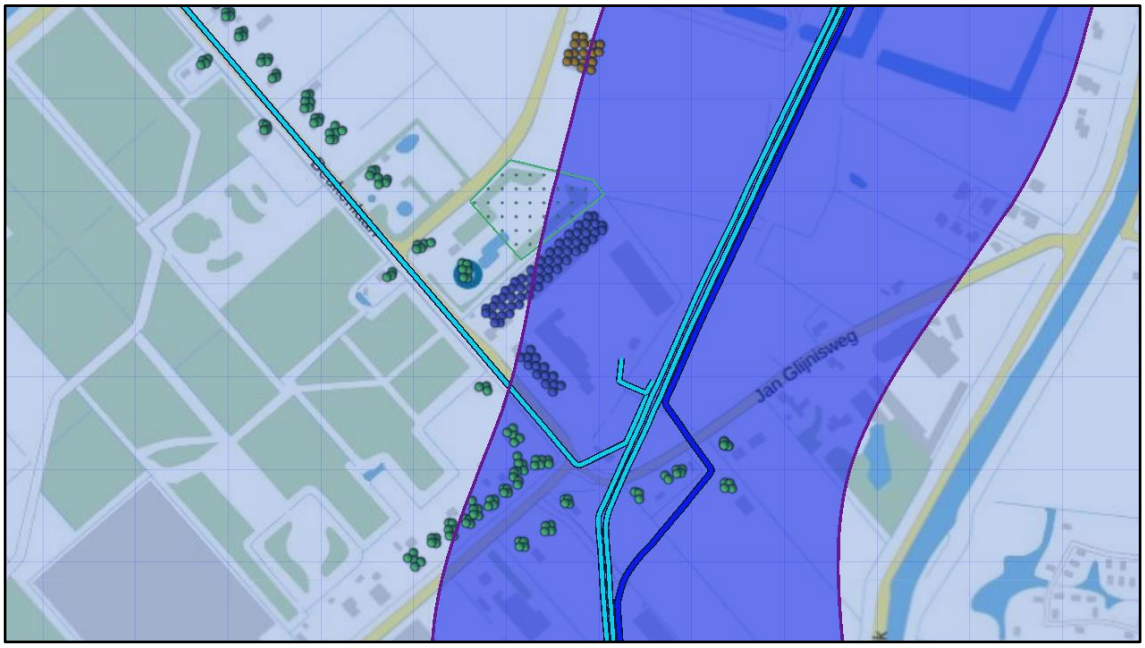
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



Hieronder is de legenda voor de contouren opgenomen.

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

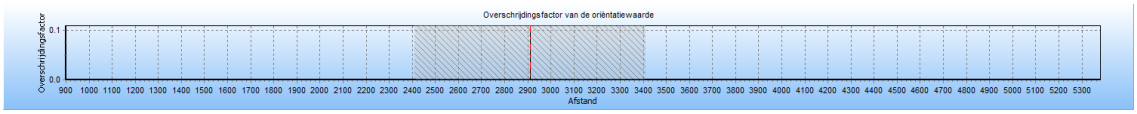
De in de legenda weergegeven kleuren corresponderen met de in figuur 3.1 weergegeven grenzen/lijnen en niet met de ingekleurde vlakken. In dit geval bevindt de plaatsgebonden risico voor het plangebied met betrekking tot leidingen A-550, A-551-05, A-551-06, A-551 en A-566-deel-1 tussen de 1E-7 en 1E-8, waarbij de plaatsgebonden risico contour van 1E-6 (groene lijn) niet aanwezig is.

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.

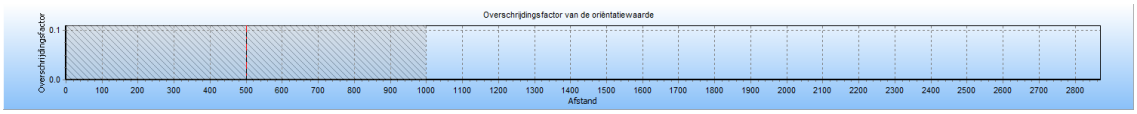
4.1 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 68 slachtoffers en een frequentie van 1.06E-009.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 4.894E-004 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2410.00 en stationing 3410.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk.

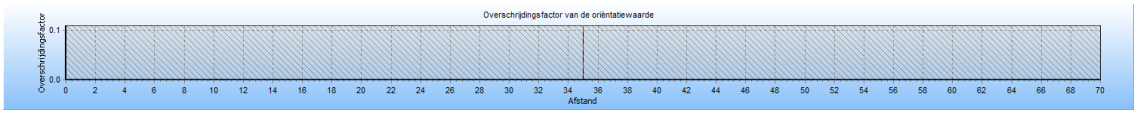
4.2 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 51 slachtoffers en een frequentie van 8.57E-009.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 2.229E-003 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.

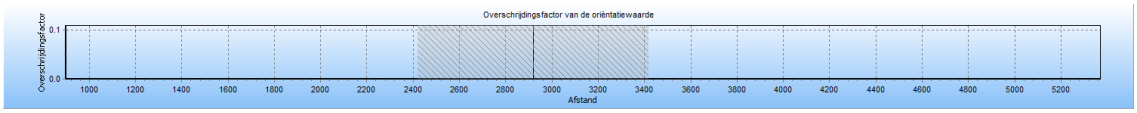
4.3 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 70.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk.

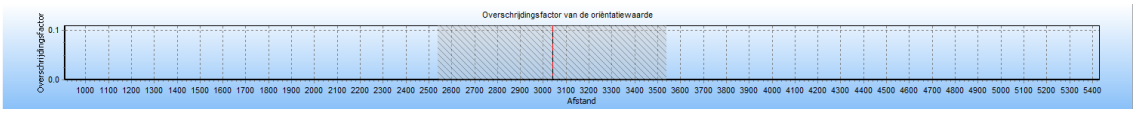
4.4 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 72 slachtoffers en een frequentie van 1.15E-009.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 5.981E-004 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2420.00 en stationing 3420.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk.

4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



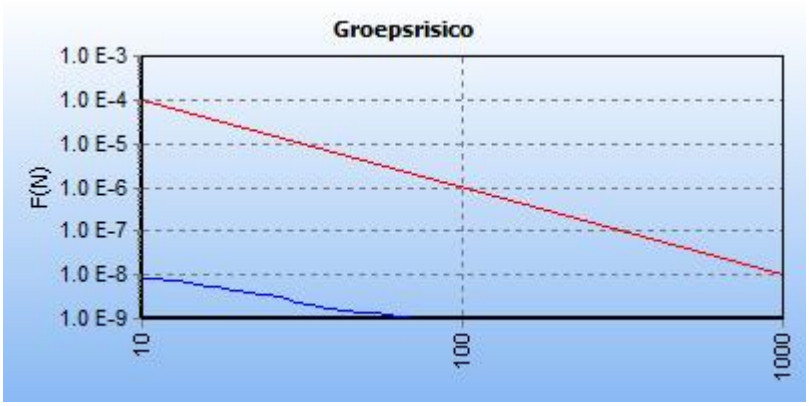
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 14 slachtoffers en een frequentie van 4.84E-009.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 9.480E-005 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2540.00 en stationing 3540.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk.

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.

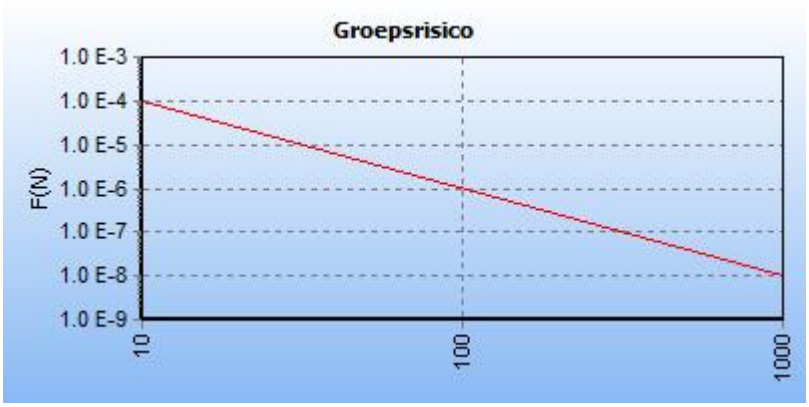
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 9172_leiding-A-550-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2410.00 en stationing 3410.00



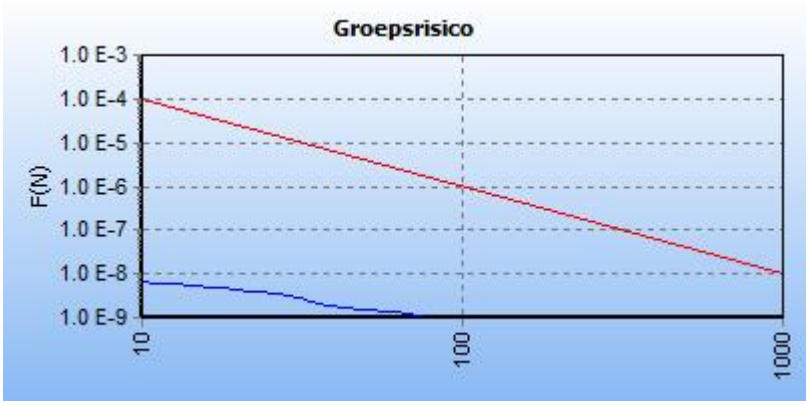
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 9172_leiding-A-551-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00



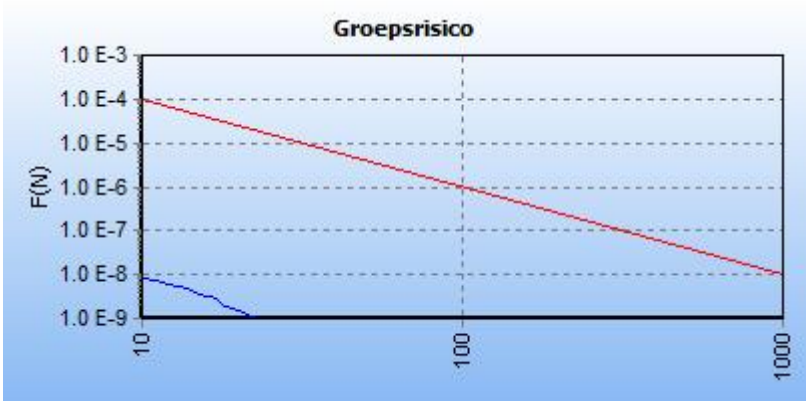
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 9172_leiding-A-551-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 70.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 9172_leiding-A-551-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2420.00 en stationing 3420.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 9172_leiding-A-566-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2540.00 en stationing 3540.00



6 Conclusies

De CAROLA-berekening ten behoeve van ontwikkeling aan de Beukenlaan 21 te Heerhugowaard toont aan dat het groepsrisico kleiner is dan 0.1 van de oriëntatiewaarde. (GR < 0.1) Met andere woorden: de uitvoering van het project is op basis het CAROLA-onderzoek in het kader van het groepsrisico aanvaardbaar.

In relatie tot het plaatsgebonden risico wordt opgemerkt dat er rondom de onderzochte buisleidingen, binnen het projectgebied geen risicocontouren van 1E-6 aanwezig zijn en conform de wetgeving (Besluit externe veiligheid buisleidingen) er dan ook geen sprake is van een knelpunt (saneringsgeval).

Geconcludeerd wordt dat met betrekking tot het aspect ‘externe veiligheid’ ten aanzien van buisleidingen, het plan past binnen een ‘goede ruimtelijke ordening’.

7 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.