

Kwantitatieve Risicoanalyse
Woningbouwontwikkeling
Brookhuis Noordwest, Ootmarsum

Omgevingsvergunningen

Wijzigingsplannen

Uw specialist in Bestemmingsplannen

Rood voor Rood - Ruimte voor Ruimte

Ruimtelijk advies

Kwantitatieve risicoanalyse Woningbouwontwikkeling Brookhuis Noordwest, Ootmarsum

Auteur: Dhr. J. Langejans
Status: Definitief
Datum: Maart 2022
Projectnummer: 2020-240



*Dokter van Deenweg 13
8025 BP Zwolle*

*Twentepoort Oost 16a
7609 RG Almelo*

*T: 0546 - 45 44 66
E: info@bjz.nu
I: www.bjz.nu*

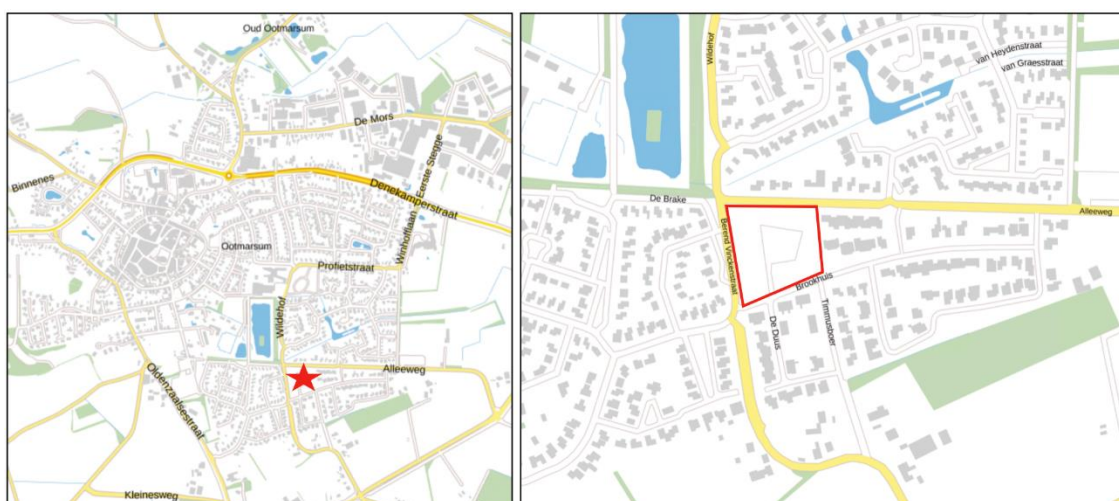
Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Invoergegevens	7
3 Plaatsgebonden risico	11
4 Groepsrisico screening	12
5 FN curves.....	15
6 Beperkte verantwoording groepsrisico	16
7 Conclusies.....	17
8 Referenties.....	18

Samenvatting

Aan de noordwestzijde van de Brookhuis, in het zuiden van de kern Ootmarsum, ligt een onbebouwd perceel. De gemeente Dinkelland is voornemens dit perceel te herontwikkelen ten behoeve van woningbouw. Het concrete plan gaat uit van de bouw van 22 woningen van verschillende woningtypes.

In figuur 1.1 is de ligging van het projectgebied in de kern Ootmarsum (rode ster) en ten opzichte van de directe omgeving weergegeven. Figuur 1.2 toont een indicatieve weergave van de gewenste invulling van het projectgebied.



Figuur 1.1 Ligging van het projectgebied in Ootmarsum en ten opzichte van de directe omgeving (Bron: PDOK)



Figuur 1.2 Gewenste invulling projectgebied (Bron: gemeente Dinkelland)

Omdat uitvoering van dit project niet in overeenstemming is met het geldende bestemmingsplan is een herziening van het bestemmingsplan noodzakelijk. In het bestemmingsplan dient aangetoond te worden dat de voorgenomen ontwikkeling uit ruimtelijk oogpunt verantwoord is. Eén van deze zaken 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.

In dit geval worden er 22 kwetsbare objecten gerealiseerd, te weten de nieuwe woningen. Op basis van kengetallen gaat het om de toevoeging van circa 66 personen (gemiddeld 3 personen per woning/huishouden). In de directe nabijheid van het projectgebied liggen twee buisleidingen van de Nederlandse Gasunie B.V.

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.

Bij de berekening is, zoals aangegeven, uitgegaan van een maximale toename van 66 personen binnen het projectgebied. Voor de bestaande, omliggende functies is een inventarisatie gemaakt van de verschillende functies in de nabijheid van het projectgebied. Voor deze verschillende functies is de bevolkingsdichtheid (personen/ha) gehanteerd zoals geïnventariseerd door de populatieservice. Het gaat hierbij voornamelijk om woon- en werklocaties in Ootmarsum.

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 project 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 $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ 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.

Ten aanzien van het bovenstaande wordt nog het volgende opgemerkt. In verband met de overzichtelijkheid van deze rapportage worden in het vervolg 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
<ul style="list-style-type: none"> naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb) naam en adres van de opsteller van de QRA 		Nee
Reden opstellen QRA	Openbaar	Nee
Gevolgdde methodiek	Openbaar	Ja
<ul style="list-style-type: none"> rekenpakket met versienummer parameterbestand met versienummer 		
Peildatum QRA	Openbaar	
<ul style="list-style-type: none"> datum van de berekening datum van aanmaak van de buisleidinggegevens 		Ja Nee
2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)		
Gegevens buisleiding	Openbaar	
<ul style="list-style-type: none"> naam buisleiding diameter druk eventuele mitigerende maatregelen 		Ja Ja Ja Ja
Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
<ul style="list-style-type: none"> leiding noordpijl en schaalindicatie 		Ja Ja
3 Beschrijving omgeving		
Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	Openbaar	
<ul style="list-style-type: none"> 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, vliegrouetes, 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 04-03-2022.

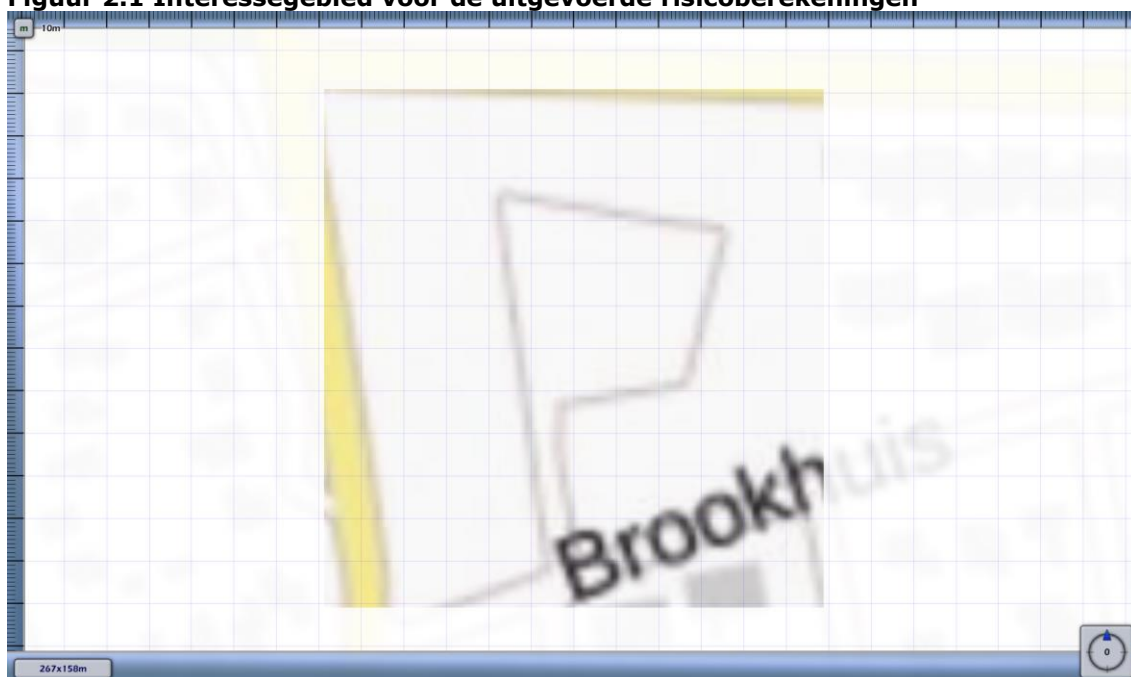
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Twente. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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 in het onderzoek.

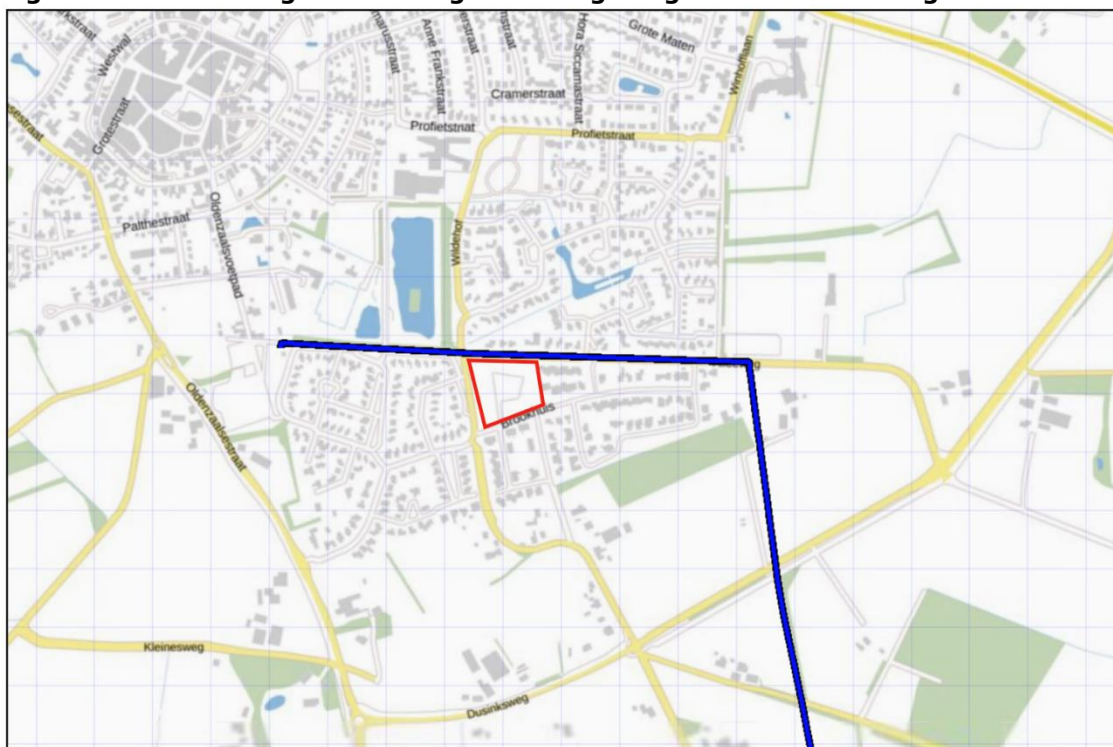
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	7981_leiding-N-531-12-deel-1	159.00	40.00	04-03-2022
N.V. Nederlandse Gasunie	7981_leiding-N-531-91-deel-1	114.30	40.00	04-03-2022

De hierboven dikgedrukt weergegeven aardgasleiding **N-531-91-deel-1** van de Gasunie is in het kader van voorliggend onderzoek het meest risicovol gebleken. In het vervolg worden dan ook enkel de onderzoeksresultaten met betrekking tot deze leiding weergegeven. Desgewenst kunnen de onderzoeksresultaten met betrekking tot de overige onderzochte leidingen worden opgevraagd bij de opsteller van dit rapport.

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 relevante leidingen zijn gevisualiseerd in figuur 2.2. Het projectgebied is indicatief weergegeven met de rode omlijning. Aardgasleiding **N-531-91-deel-1** is donkerblauw weergegeven.

Figuur 2.2 Buisleidingen aanwezig in de omgeving van het interessegebied









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. Het projectgebied is hierin indicatief weergegeven met de rode ster.

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygoonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Percentage Personen
22 woningen projectgebied	Wonen	66.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	

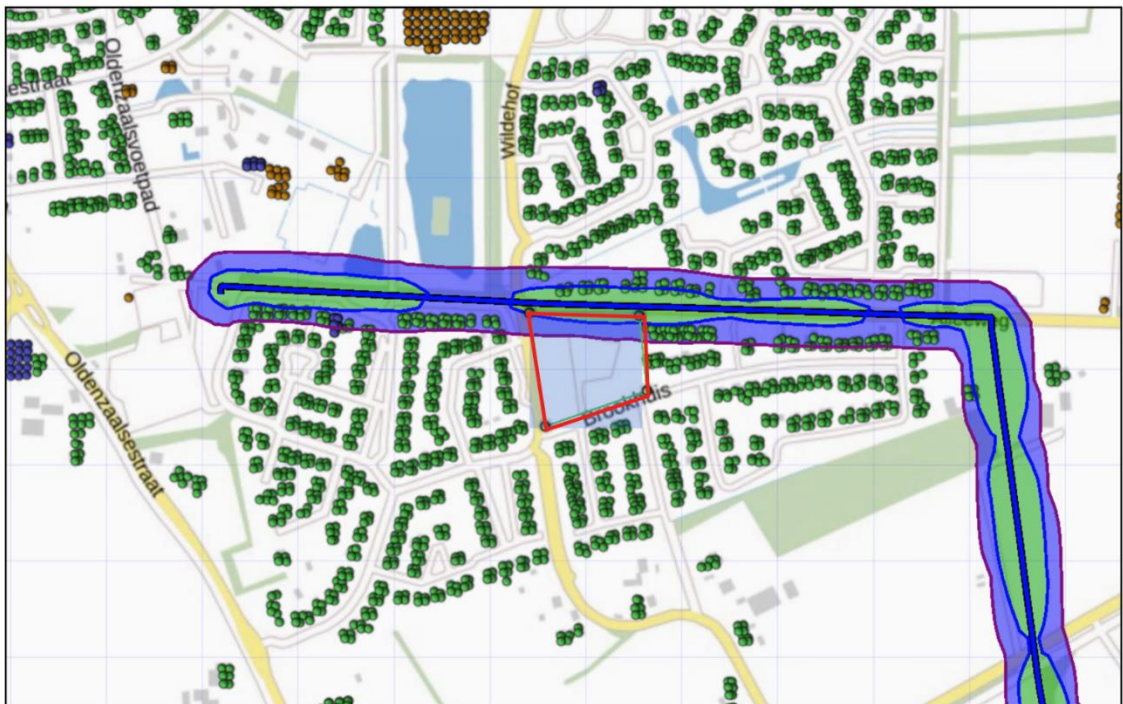
Populatiebestanden






Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
Populatiebestanden\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Evenement	2334	
Populatiebestanden\hotel-dag0-nacht100.txt	Wonen	275	
Populatiebestanden\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	17	
Populatiebestanden\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	1594	
Populatiebestanden\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	3706	

3 Plaatsgebonden risico

Voor de in het voorgaande hoofdstuk genoemde leidingen is het plaatsgebonden risico bepaald. Voor leiding **N-531-91-deel-1** wordt in de figuur hieronder het plaatsgebonden risico weergegeven als iso-risicocontour op een achtergrondkaart. Het projectgebied is hierin weergegeven met de rode omlijning.

Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 7177_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 zijn dan ook enkel de plaatsgebonden risicocontouren '1E-8' en '1E-7' van toepassing.

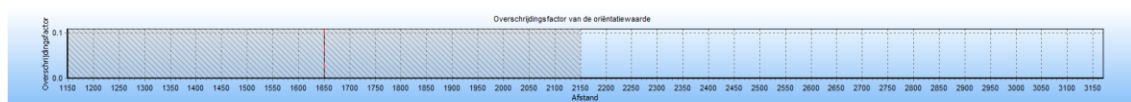
Voor buisleidingen geldt de PR 10-6 contour als norm. Dit is de contour waarbij de kans 1 op een miljoen is dat iemand overlijdt ten gevolge van een zwaar ongeval met het transport van de gevaarlijke stoffen. Er zijn rondom de onderzochte buisleidingen, binnen het projectgebied geen 10-6 risicocontouren aanwezig en conform de wetgeving (Besluit externe veiligheid buisleidingen) is er dan ook geen sprake is van een knelpunt (saneringsgeval).

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 leiding **N-531-91-deel-1** wordt per stationing de overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico weergegeven voor de bestaande en de nieuwe situatie. 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.

Figuur 4.1 Groepsrisico screening bestaande situatie voor 7981_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



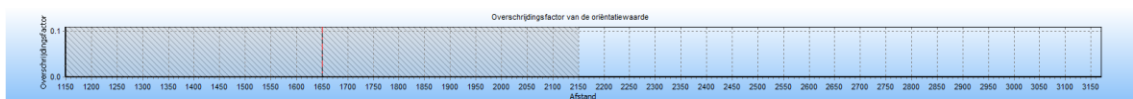
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1150.00 en stationing 2150.00. 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 7177_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



Figuur 4.3 Groepsrisico screening nieuwe situatie voor 7177_leiding-N-531-91-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 1150.00 en stationing 2150.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding en het projectgebied zijn respectievelijk met de groene en rode omlijning gevisualiseerd in figuur 4.2.

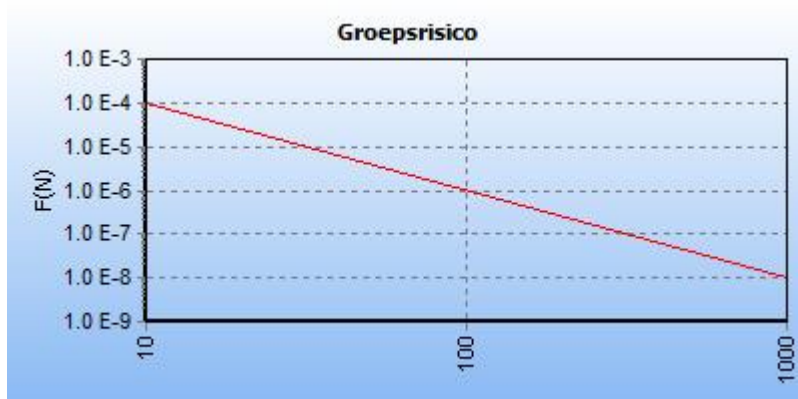
Figuur 4.4 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 7177_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



5 FN curves

Voor elk van de eerder genoemde leidingen is het groepsrisico berekend voor de bestaande en de nieuwe situatie. Een samenvatting van de resultaten hiervan is gegeven in het voorgaande hoofdstuk; in dit hoofdstuk wordt voor leiding **N-531-91-deel-1** de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

Figuur 5.1 FN curve bestaande situatie voor 7981_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1150.00 en stationing 2150.00



Figuur 5.1 FN curve nieuwe situatie voor 7177_leiding-N-531-91-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1150.00 en stationing 2150.00



In relatie tot het plaatsgebonden risico wordt opgemerkt dat er rondom de onderzochte buisleidingen, binnen het projectgebied geen 10-6 risicocontouren aanwezig zijn en conform de wetgeving (Besluit externe veiligheid buisleidingen) er dan ook geen sprake is van een knelpunt (saneringsgeval). De projectlocatie bevindt zich echter wel binnen de invloedsafstand van buisleiding **7177_leiding-N-531-91-deel-1**. In dit kader is een beperkte verantwoording van het groepsrisico opgesteld. Hier wordt nader op ingegaan in het volgende hoofdstuk.

6 Beperkte verantwoording groepsrisico

In voorliggend geval is sprake van een ontwikkeling waarbij 24 wooneenheden worden toegevoegd. Doordat nieuwe woningen worden toegevoegd neemt het gemiddeld aantal personen dat aanwezig is binnen het plangebied gedurende de dag, avond en nacht, en hiermee de personendichtheid, in beginsel toe. Het gaat echter om een beperkte toename van de personendichtheid. Bij het verantwoorden van het groepsrisico zijn er zowel locatie-specifieke als ontwikkelingsspecifieke aspecten die dienen te worden onderbouwd.

De volgende locatie-specifieke aspecten zijn daarbij van belang: opkomsttijd, dekking waarschuwingsinstallatie en nabijheid bluswatervoorzieningen. Deze worden hierna onderbouwd.

- Opkomsttijd: De brandweer dient binnen zes minuten ter plaatse te zijn. In voorliggend geval kan de brandweer in theorie binnen 3 minuut ter plaatse zijn. De dichtstbijzijnde brandweerpost bevindt zich namelijk aan de Laagsestraat 4, op circa 1,3 kilometer afstand tot het plangebied;
- Dekking waarschuwingsinstallatie: In geval van calamiteiten worden de aanwezige personen in bedreigd gebied gewaarschuwd middels NL-Alert. Dit is bijvoorbeeld het geval als er gevaarlijke stoffen vrijkomen bij een brand of ongeval. In het bericht wordt tevens het handelingsperspectief vermeld, zodat de personen die in het bedreigde gebied bevinden weten hoe te handelen;
- Nabijheid bluswatervoorziening: Er zijn in en rondom het plangebied voldoende bluswatervoorzieningen aanwezig.

Eveneens dient in voorliggend geval aan de ontwikkelingsspecifieke aspecten te worden getoetst. Dit betreffen de volgende aspecten: bereikbaarheid van hulpdiensten ter plaatse, vluchtmogelijkheden en (zelf)redzaamheid van de aanwezige personen. Hierna worden de voorgenoemde aspecten nader onderbouwd:

- Bereikbaarheid: is dat een gebied/object via minimaal twee ontsluitingswegen toegankelijk is. Daarnaast dient er in de directe omgeving voldoende ruimte te zijn om materiaal op te stellen. Het plangebied is in de huidige situatie vanwege haar ligging via meerdere zijden goed bereikbaar en is via meerder ontsluitingswegen toegankelijk (Brookhuis en Berend Vinckenstraat en verder). Daarnaast is er in de directe omgeving voldoende ruimte beschikbaar voor het opstellen van het materieel van hulpdiensten;
- Ontvluchten van het gebied: Het plangebied is via het omliggende (wegen)netwerk goed te ontvluchten in de richting van de risicobron af (zuidelijke richting);
- Zelfredzaamheid; (Zelf)redzaamheid houdt in dat personen zichzelf en eventueel anderen, binnen een bepaald tijdsbestek, kunnen veiligstellen (bijv. schuilen of vluchten) bij dreigend gevaar. Hierbij wordt van de persoon zelf uitgegaan zonder de hulp van hulpverleningsdiensten. De woningen zijn bedoeld voor reguliere bewoning. Verwacht wordt dat de in het plangebied aanwezige personen zelfredzaam zijn. Het plangebied is daarnaast relatief eenvoudig te ontvluchten.

7 Conclusies

De CAROLA-berekening ten behoeve van de realisatie van 22 woningen aan de Brookhuis in Ootmarsum toont aan dat het Groepsrisico kleiner is dan 0.1 van de oriëntatiewaarde ($GR < 0.1$). het groepsrisico neemt met minder dan 10% toe ten opzichte van de bestaande situatie. Daarnaast blijkt uit de beperkte groepsrisicoverantwoording dat er geen sprake is van een onverantwoorde situatie. Met andere woorden: de uitvoering van het project is op basis het CAROLA-onderzoek in het kader van het groepsrisico aanvaardbaar.

Op deze plaats wordt geconcludeerd dat met betrekking tot het aspect 'externe veiligheid' ten aanzien van buisleidingen, het project past binnen een 'goede ruimtelijke ordening'.

8 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 zoneringsafstanden 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.