

RAPPORT

QRA gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 te Schalkhaar

Kwantitatieve Risicoanalyse

Klant: N.V. Nederlandse Gasunie

Referentie: I&BBE1754-100R001F02

Versie: 02/Finale versie

Datum: 2 maart 2017

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Chopinlaan 12
9722 KE Groningen
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: QRA gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 te Schalkhaar

Ondertitel: QRA N-551-20 en N-557-36
Referentie: I&BBE1754-100R001F02
Versie: 02/Finale versie
Datum: 2 maart 2017
Projectnaam: QRA's gasunie
Projectnummer: BE1754-100
Auteur(s): Rik Beuling

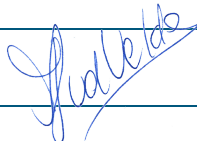
Opgesteld door: Rik Beuling

Gecontroleerd door: Peter Winkelman



Datum/Initialen: 1 maart 2017/PWi

Goedgekeurd door: Mirjam van der Velde



Datum/Initialen: 2 maart 2017/MvdV

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Inhoud

1	Samenvatting	3
2	Inleiding	5
3	Uitgangspunten	6
3.1	Leidinggegevens	6
3.2	Bevolkingsgegevens	8
3.3	Domino-effecten	9
4	Resultaten	11
4.1	Plaatsgebonden risico	11
4.1.1	Resultaten PR-berekening huidige situatie	12
4.1.2	Resultaten PR-berekening toekomstige situatie zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging	14
4.1.3	Resultaten PR-berekening toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging	15
4.1.4	Conclusie PR-berekeningen	18
4.2	Groepsrisico	19
4.2.1	Resultaten GR-berekening huidige situatie	20
4.2.2	Resultaten GR-berekening toekomstige situatie zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging	22
4.2.3	Resultaten GR-berekening toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging	24
4.2.4	Conclusie GR-berekeningen	26
5	Referenties	27

Bijlagen

1. Populatie

1 Samenvatting

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 van N.V. Nederlandse Gasunie. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een verlegging van de leiding. De verlegging bevindt zich in de buurt van Schalkhaar (nabij Deventer).

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyse aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen /1, 2, 3/. De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA, versie 1.0.0.52. Het gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.3. De bedrijfsspecifieke parameters van N.V. Nederlandse Gasunie zijn toegepast in de berekeningen.

Domino-effecten

Omdat in de toekomstige situatie over een deel van het traject van beide leidingen deze parallel aan elkaar lopen op geringe afstand, zijn domino-effecten beschouwd in deze QRA. Hiertoe zijn de berekeningen voor de toekomstige situatie twee maal uitgevoerd. De eerste maal is dit gedaan zonder aanpassing van de aangeleverde leidinggegevens en een tweede maal met een gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor een faalfrequentiecorrectie ten behoeve van domino-effecten.

Uit de berekeningen wordt het volgende geconcludeerd:

Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico van de te verleggen leidingdelen van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 voldoet aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen [ref. 4] gestelde voorwaarde dat het PR op een afstand van vier meter gemeten uit het hart van de leiding, die een ontwerpdruk van 40 bar heeft, niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. Dit geldt voor de berekeningen zonder en met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie ten behoeve van domino-effecten.

Voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leidingen geldt dat het niveau van 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risico enkel wordt bereikt op één plek in het traject van de leiding N-551-20. Op deze plek ligt de 10^{-6} -risicocontour op een afstand van circa 12 meter uit het hart van de leiding. Binnen deze afstand bevinden zich geen kwetsbare objecten. Voor het bestaande ongewijzigde deel van de leiding N-557-36 geldt dat er geen 10^{-6} -risicocontour wordt berekend. Voor zowel leiding N-551-20 als leiding N-557-36 wordt daarom voldaan aan de voorwaarde dat er geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van 10^{-6} per jaar liggen.

Groepsrisico N-551-20 en N-557-36

Het groepsrisico nabij de voorgenomen leidingverlegging van de gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 is zowel voor als na de verlegging, zonder of met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] gestelde oriëntatiewaarde van $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar, waar F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de huidige situatie is gelijk aan $5,73 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $5,73 \times 10^{-8}$ per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie, zonder en met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $6,67 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 19 slachtoffers en een frequentie van $1,85 \times 10^{-8}$ per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-557-36 in de huidige en toekomstige situatie is gelijk aan $0,00 \times 10^0$ en wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0,00 \times 10^0$ per jaar.

2 Inleiding

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 van N.V. Nederlandse Gasunie. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een verlegging van de leiding. De verlegging bevindt zich in de buurt van Schalkhaar.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van risicoanalyse aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen [ref. 1, 2 en 3].

De analyse is uitgevoerd met het pakket CAROLA. CAROLA is een softwarepakket dat in opdracht van de Nederlandse overheid is ontwikkeld, specifiek ter bepaling van het plaatsgebonden risico en groepsrisico van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen. De berekeningen zijn uitgevoerd met versie 1.0.0.52 van CAROLA. Het gebruikte parameterbestand heeft versienummer 1.3. De bedrijfsspecifieke parameters van N.V. Nederlandse Gasunie zijn toegepast in de berekeningen.

3 Uitgangspunten

3.1 Leidinggegevens

In deze risicostudie is de geprojecteerde verlegging van de gastransportleidingen van N.V. Nederlandse Gasunie bestudeerd. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de door N.V. Nederlandse Gasunie verschaft leidinggegevens. Deze leidinggegevens zijn aangeleverd in de bestanden met de namen: "3279_leiding-N-551-20-deel-1_excl verl", "3279_leiding-N-557-36-deel-1_excl verl", "3280_leiding-N-551-20-deel-1_incl verl" en "3282_leiding-N-557-36-deel-1_incl verl" op 26 juli 2016. De leidingparameters die voor de in dit rapport gepresenteerde berekeningen van belang zijn, zijn weergegeven in Tabel 1.

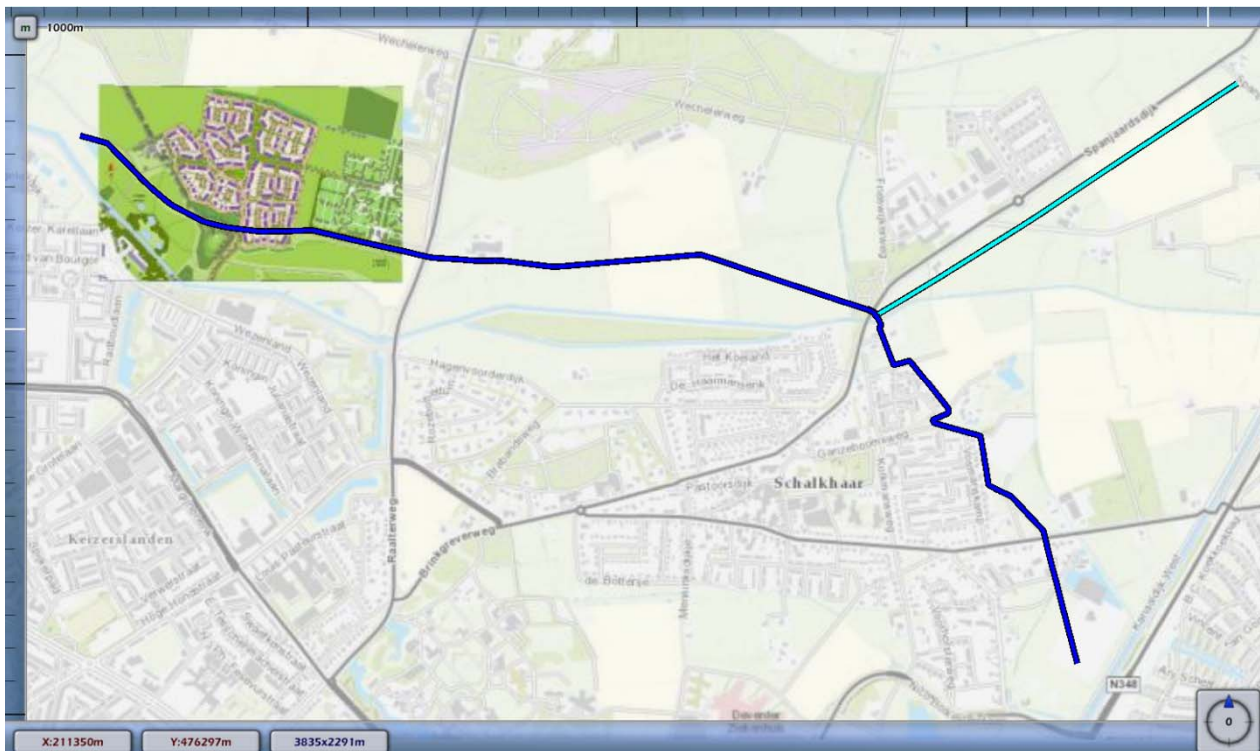
Tabel 1 Leidingparameters N-551-20 en N-557-36

Parameter	N-551-20	N-557-36
Gevaarlijke stof [-]	Aardgas	Aardgas
Diameter huidig [mm]	159 / 168,3 / 219,1	323,8 / 323,9
Diameter toekomstig [mm]	159 / 168,3 / 219,1	323,8 / 323,9
Minimale wanddikte [mm]	4,5	7,14
Rekgrens [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$]	241	241
Ontwerpdruk [bar]	40	40
Gemiddelde dekking huidig [m]	1,29	1,71
Gemiddelde dekking toekomstig [m]	1,35	1,65

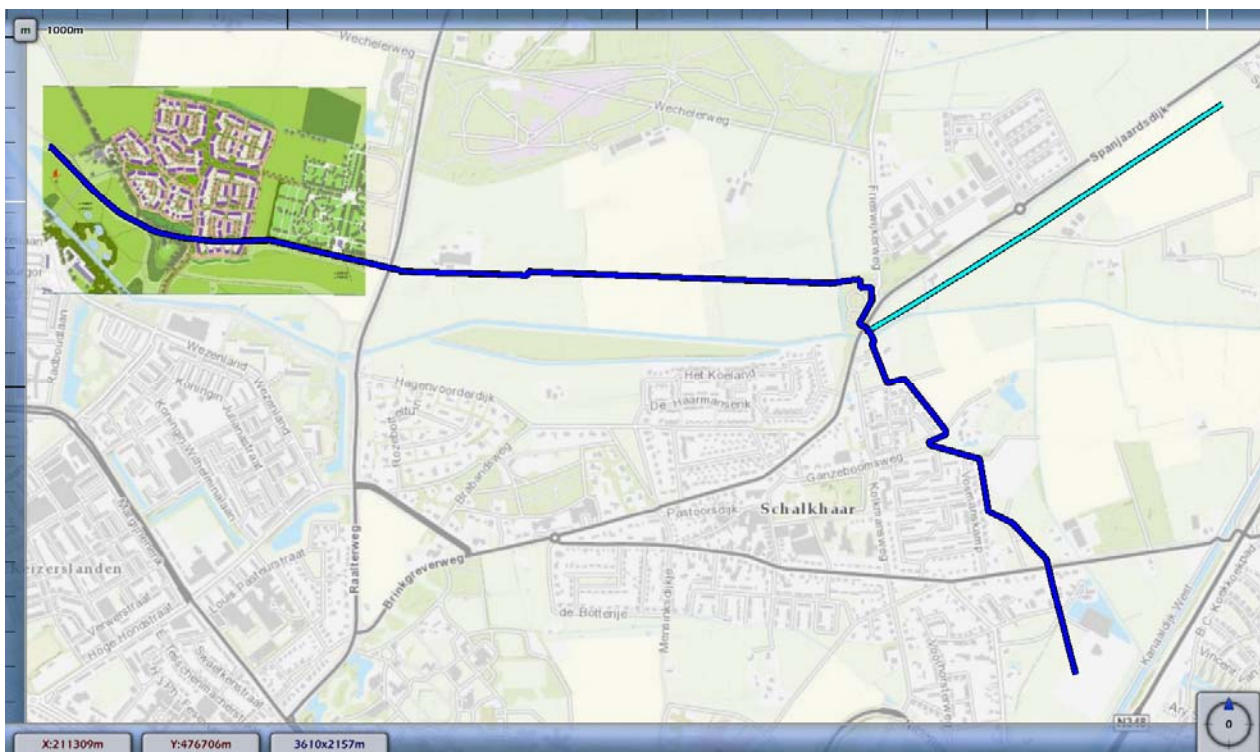
De dekking en de diameter van beide gastransportleidingen varieert over de lengte van de leidingen. In de risicoberekeningen zijn deze variërende dekking en diameter ook toegepast. De gemiddelde dekking en diameter van de leidingen, in zowel de huidige als de toekomstige situatie, is ook opgenomen in Tabel 1. Er zijn geen mitigerende maatregelen van toepassing op de leiding.

De ligging van de beschouwde leiding, in de huidige en toekomstige situatie, is weergegeven op een noord gerichte topografische kaart in figuur 1 en figuur 2. Het beschouwde gedeelte van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 komt overeen met het tracé van de geplande verlegging plus een kilometer leiding aan de weerszijde van de leiding N-551-20 en aan de oostzijde van leiding N-557-36. Leiding N-557-36 eindigt bij de verlegging.

In de risicoberekeningen is gebruikgemaakt van de windroos van weerstation Deelen. Langs het tracé zijn geen risicoverhogende objecten geïdentificeerd, welke meegenomen dienen te worden in de risicoanalyse.



Figuur 1: Ligging van gastransportleidingen N-551-20 (donkerblauw) en N-557-36 (lichtblauw) excl. verlegging



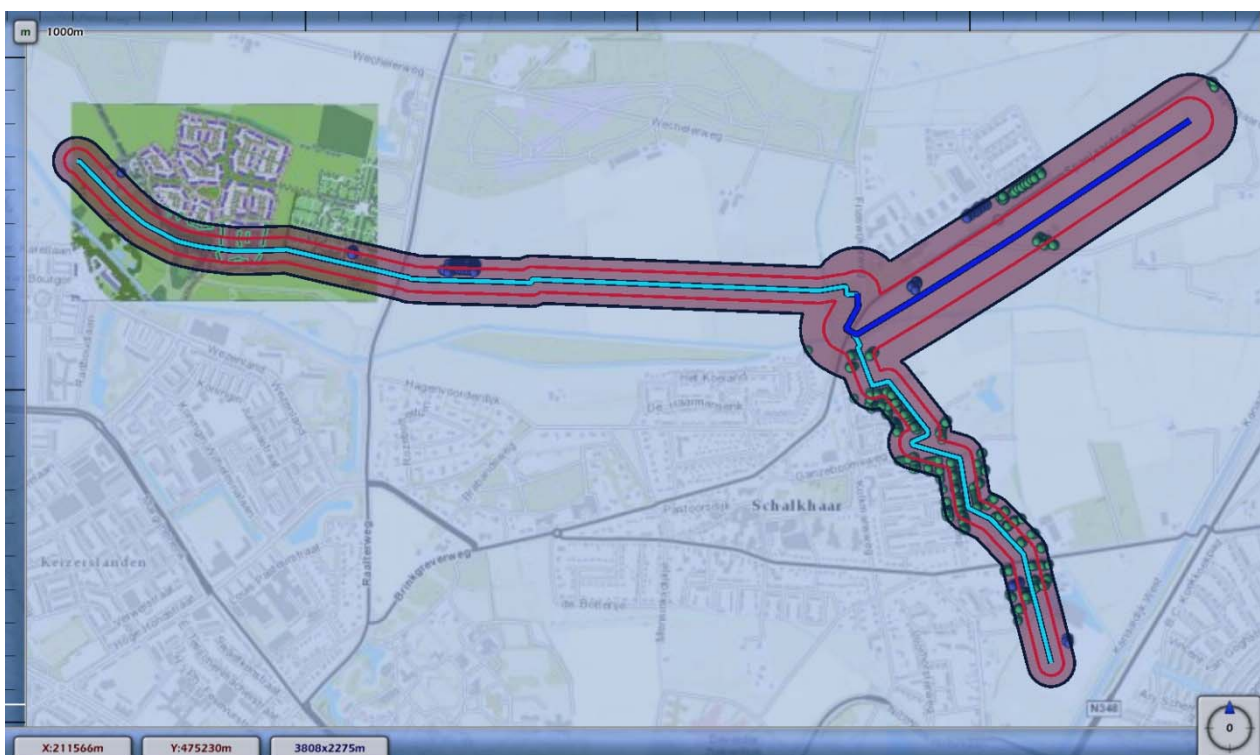
Figuur 2 Ligging van gastransportleidingen N-551-20 (licht blauw) en N-557-36 (donker blauw) incl. verlegging

Ter plaatse van de leidingverlegging volgen de twee leidingen elkaar tot aan het einde van leiding N-557-36.

3.2 Bevolkingsgegevens

Voor de GR berekeningen van gastransportleiding en N-551-20 en N-557-36 is voor de bestaande bevolking gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van de BAG Populatieservice (populatieservice.demis.nl). Deze data is ontvangen op 27 juli 2016. De data bevat per adres onder meer de Rijksdriehoekskoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres.

In figuur 3 zijn de verschillende adressen rond de leidingen N-551-20 en N-557-36 weergegeven als gekleurde punten. Groen gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie wonen en blauw gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie werken of gemengd. De bevolkingsdata zoals verkregen van de IPO populatieservice is gegeven in appendix 1: Populatie.



Figuur 3: Bevolkingsgegevens rondom de leidingen N-551-20 en N-557-36 zoals aangeleverd door de BAG populatieservice.

Groen gekleurde adressen zijn woningen, blauw gekleurde adressen zijn werklocaties. Het zwart omliggende rode gebied geeft het invloedsgebied (1% letaliteitsgrens) van de leiding na verlegging weer; de rode lijn geeft de 100% letaliteitsgrens weer.

In de nabijheid van de te verleggen leiding is één nieuwbouwplan geprojecteerd (bron: informatie vanuit gemeente). Dit plan heet Steenbrugge en ligt in het noordwesten van het tracé van de gastransportleiding N-551-20. Op basis van de plankaart van Steenbrugge zijn polygoenen ingetekend, waarbij uitgegaan is van 2,4 aanwezigen per woning. De bevolkingsdata van de polygoenen is gegeven in appendix 1: Populatie. In figuur 4 zijn de getekende polygoenen weergegeven.



Figuur 4 Getekende polygonen op basis van informatie verstrekt door gemeente Deventer.

3.3 Domino-effecten

Over een deel van het traject van beide leidingen in de toekomstige situatie liggen deze parallel op een geringe afstand. Omdat de leidingen zo dicht bij elkaar liggen is het mogelijk dat er domino-effecten optreden. De ligging van dit deel van het traject van beide leidingen is weergegeven in figuur 5.

Gasunie heeft in het verleden berekeningen gedaan waarbij domino-effecten in kaart zijn gebracht. Voor een geval met twee identieke leidingen op gelijke diepte vlak langs elkaar is dat al redelijk complex, omdat ook rekening gehouden moet worden met de onderlinge bescherming. Omdat de beide leidingen de kans delen dat deze bij bijvoorbeeld graafwerkzaamheden geraakt worden, spreekt men van een common cause. De faalfrequentie van de beide leidingen samen zal daarom niet twee keer zo groot zijn als de faalfrequentie van één afzonderlijke leiding.

Bij niet gelijke leidingen, zoals in dit geval voor de leidingen N-551-20 en N-557-36, is de berekening nog complexer. De faalfrequentie is namelijk een combinatie van de raakfrequentie (afhankelijk van de diepte) en de breukkans, die afhangt van de sterkte (op zijn beurt afhankelijk van de diameter, de druk, de wanddikte, de rekgrens en de charpy waarde). Daar komt bij dat de ontstekingskans kan verschillen.

Conform (interpretatie van) het Bevb wordt bij domino-effecten alleen uitgegaan van een verhoging van de faalfrequentie (waarbij de parallelle leiding een risicoverhogend object is) en dus niet van een gecombineerd effect. Omdat CAROLA niet voorziet in het berekenen van de additionele faalfrequentie als gevolg van de domino-effecten, is voor deze QRA een alternatieve benadering gekozen. Op basis van bovenstaande analyse wordt aangenomen dat een verdubbeling van de werkelijke faalfrequentie van beide leidingen in de toekomstige situatie een zeer conservatieve benadering is voor het schatten van de additionele risico's voortkomend uit domino-effecten.

Voor de toekomstige situatie is naast de berekening met de aangeleverde leidinggegevens (inclusief diepteligging) ook gerekend met een aangepaste diepteligging om een verdubbeling van de faalkans als gevolg van de domino-effecten te simuleren. Op deze wijze kan toch in kaart worden gebracht worden of een dubbele faalfrequentie leidt tot ontoelaatbare risico's voor het plaatsgebonden risico of het groepsrisico. Op aangeven van de Gasunie is hiervoor langs het traject waar de beide leidingen parallel lopen een reductie van de diepteligging doorgevoerd voor de beide leidingen van 0,3 m. Hiermee wordt een verdubbeling van de faalfrequentie benaderd voor het deel van de leidingen waar deze parallel lopen aan elkaar. Dit is exact gedaan tussen stationing 1324.45 en stationing 1506.63 voor leiding N-551-20 en tussen stationing 1189.93 en het einde van de leiding voor leiding N-557-36.

In hoofdstuk vier zullen in paragrafen 4.1.3 en 4.2.3, naast de huidige situatie en de reguliere toekomstige situatie, ook berekeningsresultaten worden weergegeven van de toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten.



Figuur 5: Leidingtraject met parallel aan elkaar liggende leidingen op geringe afstand in toekomstige situatie

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde berekeningen en analyses voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36.

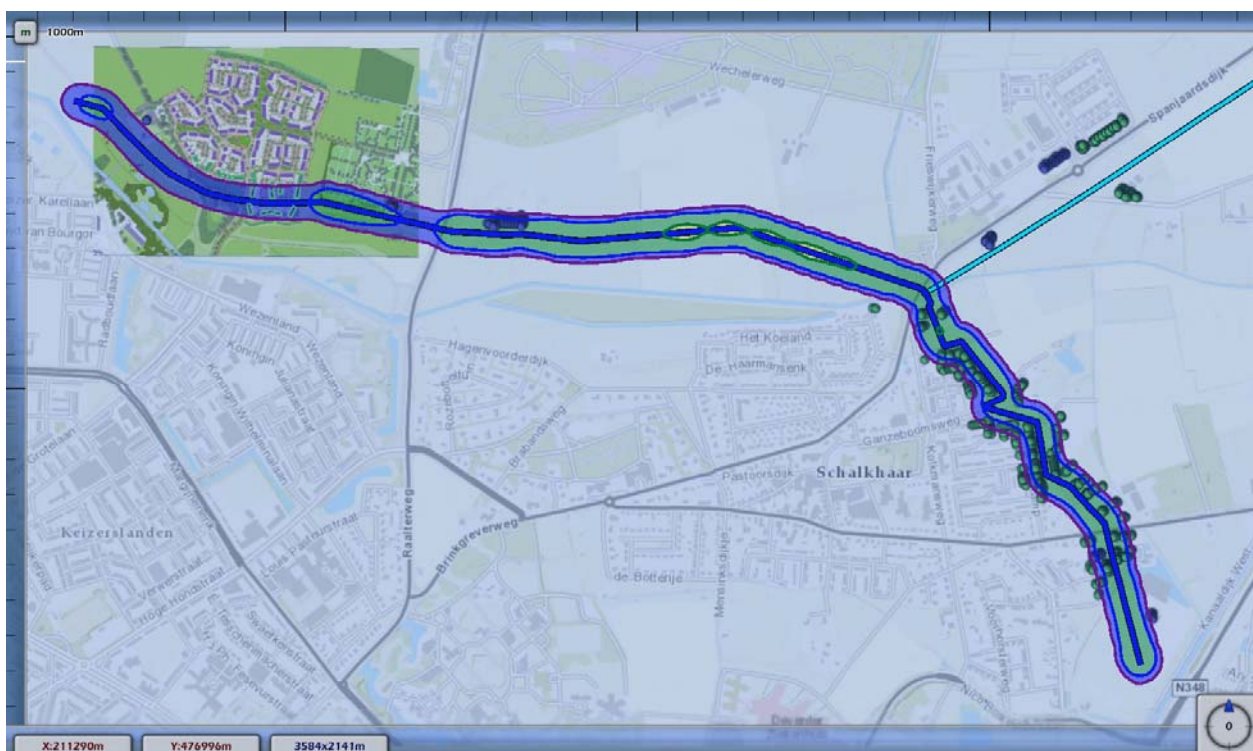
4.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] gedefinieerd als “het risico op een plaats nabij een buisleiding, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die bepaalde plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval met die buisleiding”. Het plaatsgebonden risico wordt weergegeven door contouren rondom de leiding met risicowaardes van, indien aanwezig, 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar.

Voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd voor zowel de huidige als toekomstige situatie. De resultaten van deze berekening worden in deze paragraaf weergegeven.

4.1.1 Resultaten PR-berekening huidige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 in de huidige situatie; voor verlegging van de leiding. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in figuur 6 en figuur 8. De leiding is aangegeven in blauw. In dit figuur worden, indien aanwezig, de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR-contouren weergegeven.



Figuur 6 PR van gastransportleiding N-551-20 (donkerblauw) in de huidige situatie.

De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 7.

Gebieden	Contouren
$1E-4 < PR$	$1E-4$
$1E-5 < PR < 1E-4$	$1E-5$
$1E-6 < PR < 1E-5$	$1E-6$
$1E-7 < PR < 1E-6$	$1E-7$
$1E-8 < PR < 1E-7$	$1E-8$

Figuur 7: Legenda kleuren gebieden en contouren.



Figuur 8 PR van gastraportleiding N-557-36 (donkerblauw) in de huidige situatie.

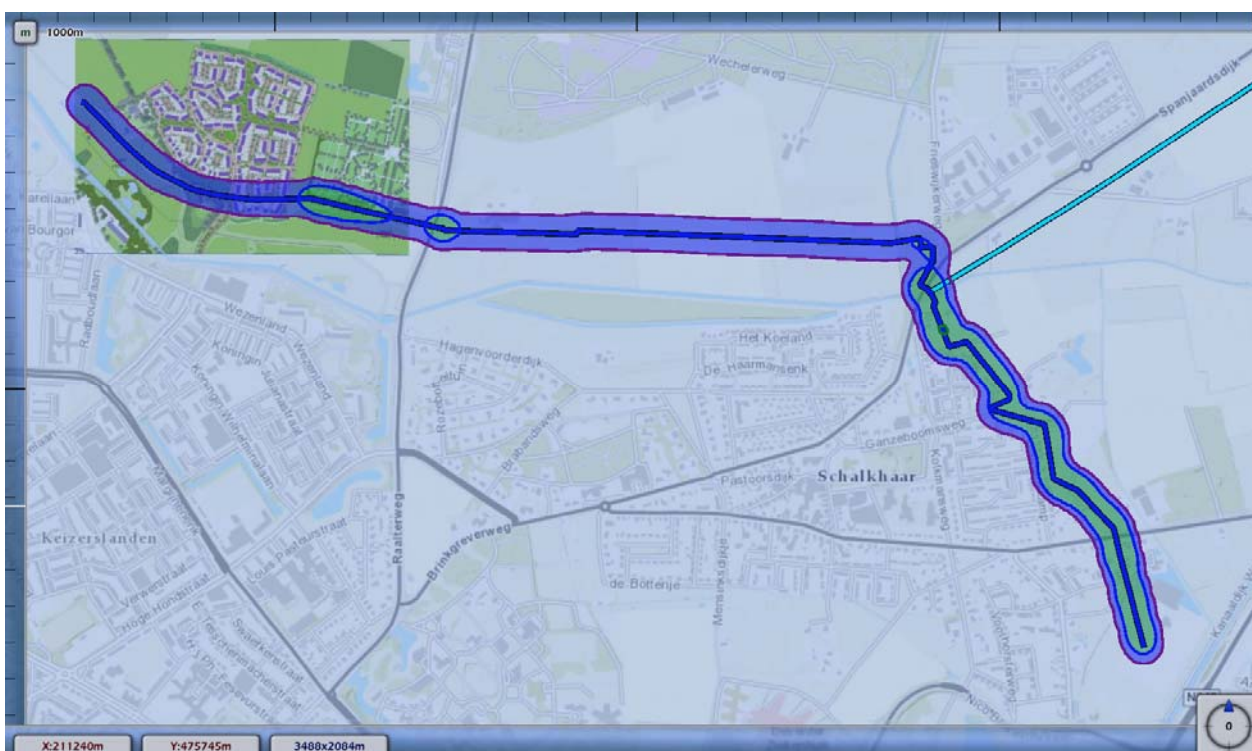
De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 9.

Gebieden	Contouren
1E-4 < PR	1E-4
1E-5 < PR < 1E-4	1E-5
1E-6 < PR < 1E-5	1E-6
1E-7 < PR < 1E-6	1E-7
1E-8 < PR < 1E-7	1E-8

Figuur 9: Legenda kleuren gebieden en contouren.

4.1.2 Resultaten PR-berekening toekomstige situatie zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 in de toekomstige situatie, zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, na verlegging van de leiding. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in figuur 10 en figuur 12. De leiding is aangegeven in blauw. In dit figuur worden, indien aanwezig, de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR-contouren weergegeven.

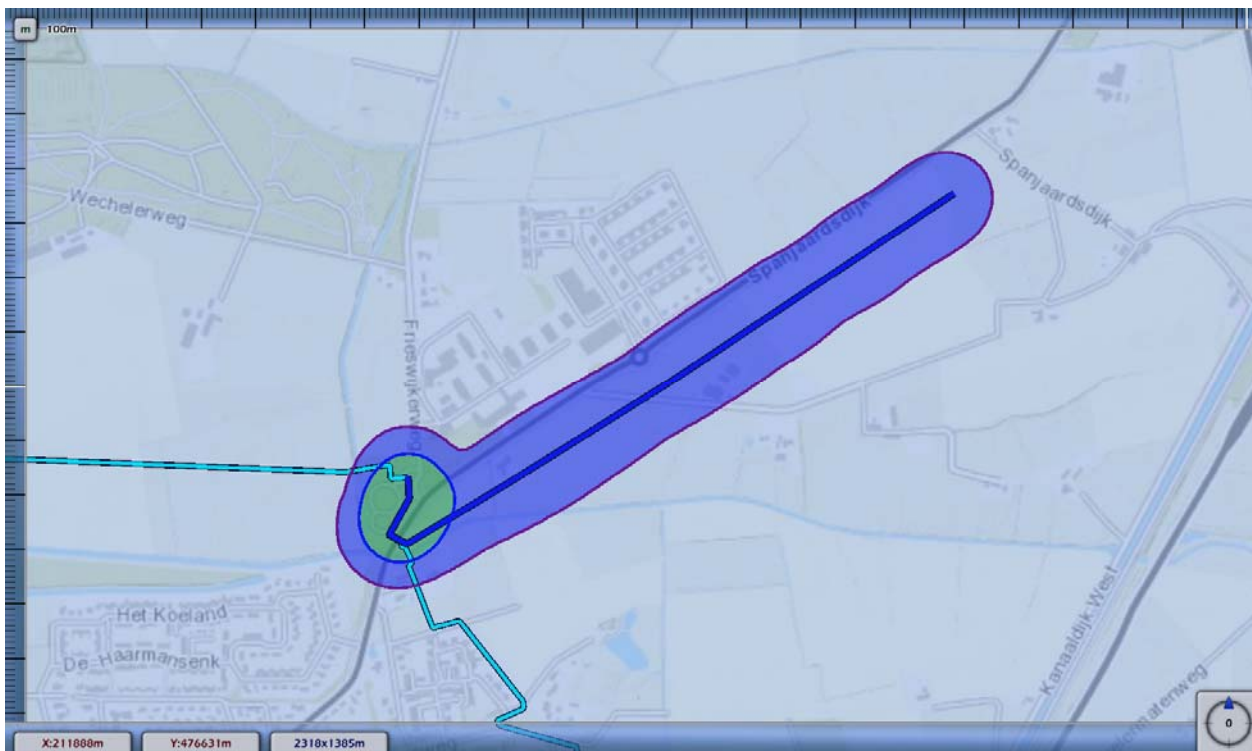


Figuur 10 PR van gastransportleiding N-551-20 (donkerblauw) in de toekomstige situatie.

De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 11.

Gebieden	Contouren
$1E-4 < PR$	$1E-4$
$1E-5 < PR < 1E-4$	$1E-5$
$1E-6 < PR < 1E-5$	$1E-6$
$1E-7 < PR < 1E-6$	$1E-7$
$1E-8 < PR < 1E-7$	$1E-8$

Figuur 11: Legenda kleuren gebieden en contouren.



Figuur 12 PR van gastransportleiding N-557-36 (donkerblauw) in de toekomstige situatie.

De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 13.

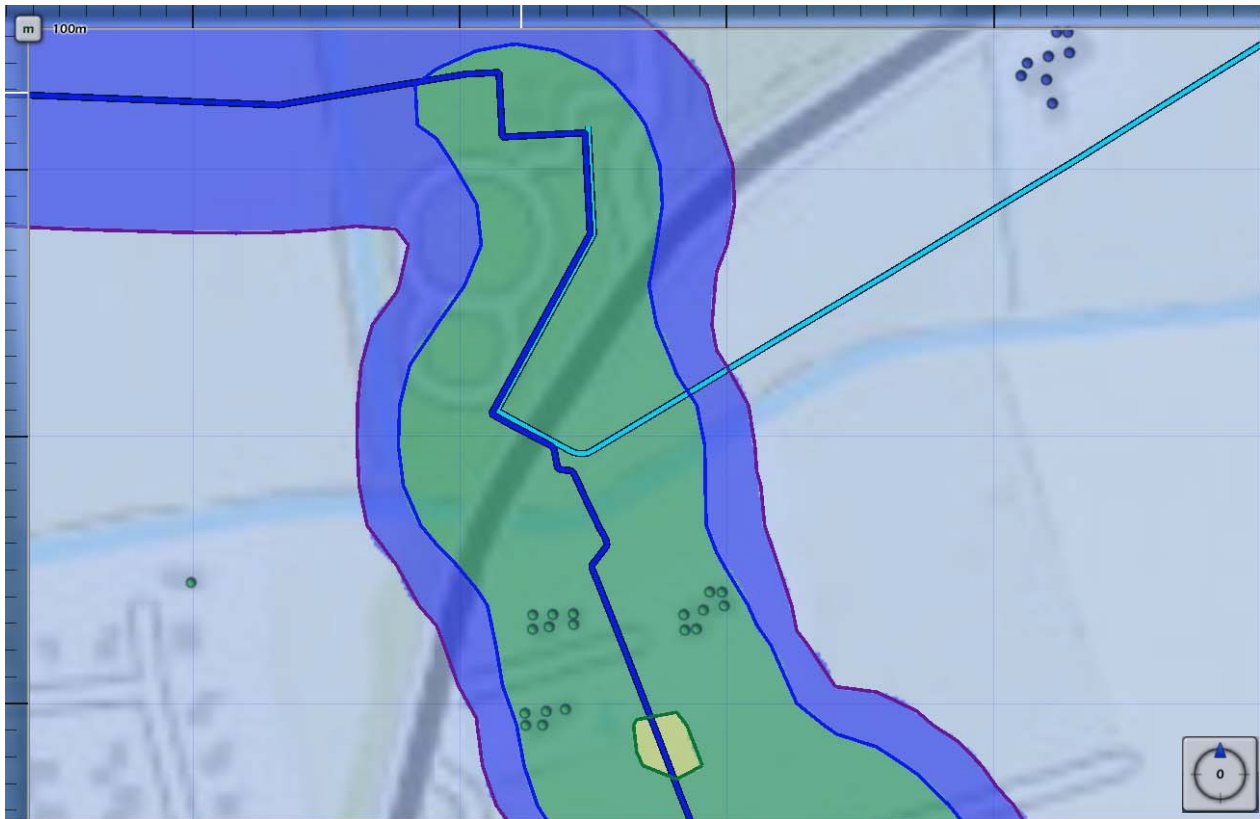
Gebieden	Contouren
1E-4 < PR	1E-4
1E-5 < PR < 1E-4	1E-5
1E-6 < PR < 1E-5	1E-6
1E-7 < PR < 1E-6	1E-7
1E-8 < PR < 1E-7	1E-8

Figuur 13: Legenda kleuren gebieden en contouren.

4.1.3 Resultaten PR-berekening toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 in de toekomstige situatie, met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, na verlegging van de leiding. Hierbij wordt speciaal ingezoomd op die delen van de leidingen waar deze parallel lopen aan elkaar (op geringe afstand).

De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in figuur 14 en figuur 16. De leiding is aangeven in blauw. In dit figuur worden, indien aanwezig, de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR-contouren weergegeven.



Figuur 14 PR van gastransportleiding N-551-20 (donkerblauw) in de toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging.

De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 15.

Gebieden	Contouren
1E-4 < PR	1E-4
1E-5 < PR < 1E-4	1E-5
1E-6 < PR < 1E-5	1E-6
1E-7 < PR < 1E-6	1E-7
1E-8 < PR < 1E-7	1E-8

Figuur 15: Legenda kleuren gebieden en contouren.



Figuur 16 PR van gastransportleiding N-557-36 (donkerblauw) in de toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging

De plaatsgebonden risicocontouren rondom de leiding zijn, wanneer aanwezig, weergegeven met de kleuren conform figuur 17.

Gebieden	Contouren
1E-4 < PR	1E-4
1E-5 < PR < 1E-4	1E-5
1E-6 < PR < 1E-5	1E-6
1E-7 < PR < 1E-6	1E-7
1E-8 < PR < 1E-7	1E-8

Figuur 17: Legenda kleuren gebieden en contouren.

4.1.4 Conclusie PR-berekeningen

Het plaatsgebonden risico van de te verleggen leidingdelen van gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 voldoet aan de door de Nederlandse overheid in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref.1] en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen [ref. 4] gestelde voorwaarde dat het PR op een afstand van vier meter gemeten uit het hart van de leiding, die een ontwerpdruk van 40 bar heeft, niet hoger is dan 10^{-6} per jaar. Dit geldt voor de berekening zonder en met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie met betrekking tot domino-effecten.

Voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leidingen geldt dat het niveau van 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risico enkel wordt bereikt op één plek in het traject van de leiding N-551-20. Op deze plek ligt de 10^{-6} -risicocontour op een afstand van circa 12 meter uit het hart van de leiding. Binnen deze afstand bevinden zich geen kwetsbare objecten. Voor het bestaande ongewijzigde deel van de leiding N-557-36 geldt dat er geen 10^{-6} -risicocontour wordt berekend. Voor zowel leiding N-551-20 als leiding N-557-36 wordt daarom voldaan aan de voorwaarde dat er geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van 10^{-6} per jaar liggen.

4.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is een maat om de kans weer te geven dat een incident met meerdere dodelijke slachtoffers voorkomt. Het wordt in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref.1] gedefinieerd als "de cumulatieve kansen per jaar per kilometer buisleiding dat tenminste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een buisleiding en een ongewoon voorval met die buisleiding".

Het groepsrisico wordt berekend door rondom elk punt op de leiding een segment van een kilometer te kiezen, dat gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding wordt een FN-curve¹ berekend, welke wordt vergeleken met de oriëntatiewaarde² van het groepsrisico. Uit de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde volgt de overschrijdingsfactor³. Vervolgens wordt voor alle punten op de leiding deze maximale overschrijdingsfactor in een grafiek uiteengezet, waaruit het maximum voor de beschouwde leiding kan worden bepaald. Dit maximum wordt gerapporteerd als het groepsrisico. Als een buisleiding een totale lengte heeft van minder dan 1 km, dan wordt de FN-curve berekend voor de volledige buisleiding. De oriëntatiewaarde blijft ongewijzigd ($F \cdot N^2 = 0.01$ per km per jaar).

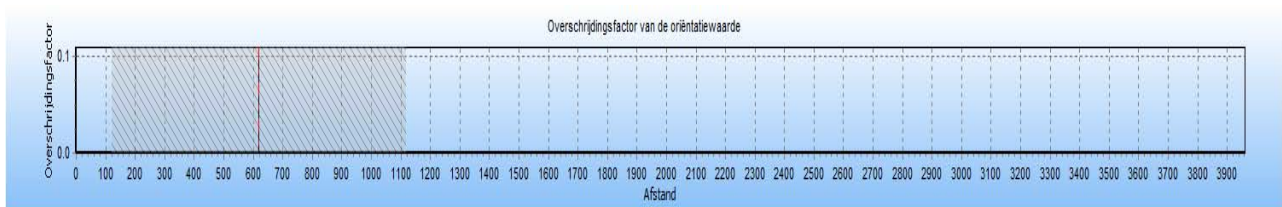
¹ De handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [ref.2] omschrijft: "Het groepsrisico wordt weergegeven als een curve in een grafiek met twee logaritmisch geschaalde assen, de zogenaamde FN-curve. Op de y-as wordt de cumulatieve frequentie F (per jaar) uitgezet en op de x-as het aantal te verwachten slachtoffers N. De curve geeft het verband tussen de omvang van de getroffen groep (N) en de kans (F) dat in één keer een groep van ten minste die omvang komt te overlijden".

² Met de oriëntatiewaarde wordt in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref.1] bedoeld "de lijn die de kans weergeeft op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-4} per jaar en de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-6} per jaar".

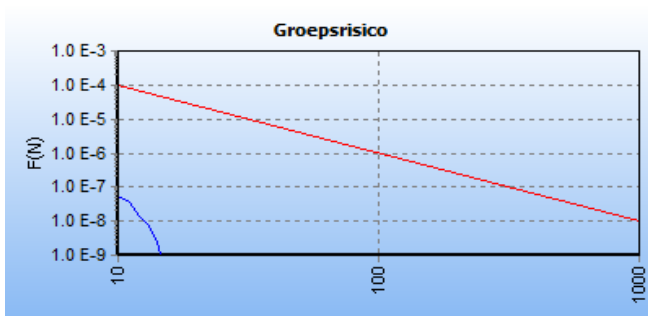
³ De overschrijdingsfactor is de maximale verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan één geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van één zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan één wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

4.2.1 Resultaten GR-berekening huidige situatie

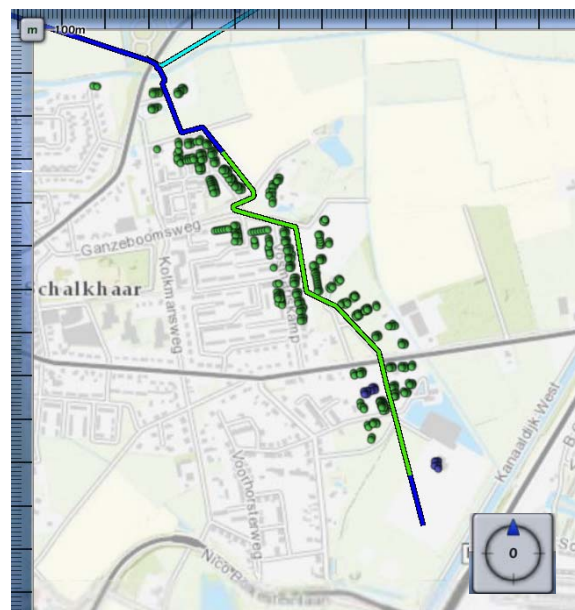
In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleiding N-551-20 en N-557-36 in de huidige situatie.



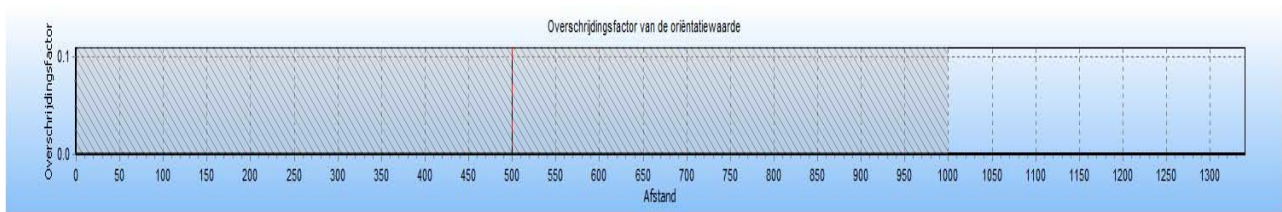
Figuur 18 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-551-20.



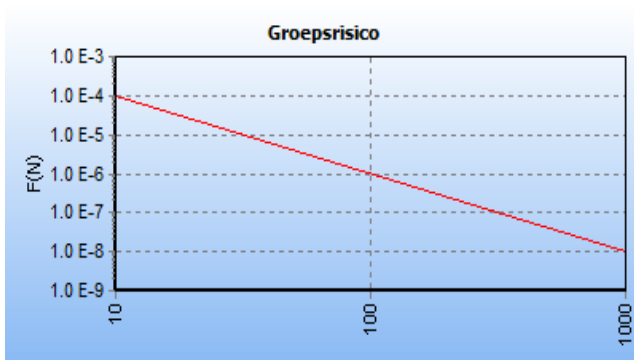
Figuur 19 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-551-20 in de huidige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de huidige situatie is gelijk aan $5,73 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $5,73 \times 10^{-8}$ per jaar.



Figuur 20 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-557-36.



Figuur 21 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-557-36 in de huidige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



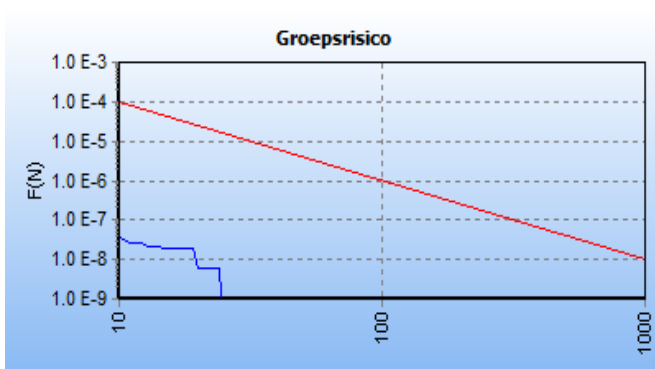
De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-557-36 in de huidige situatie is gelijk aan $0,00 \times 10^0$ en wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0,00 \times 10^0$ per jaar.

4.2.2 Resultaten GR-berekening toekomstige situatie zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging

In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 in de toekomstige situatie zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten.



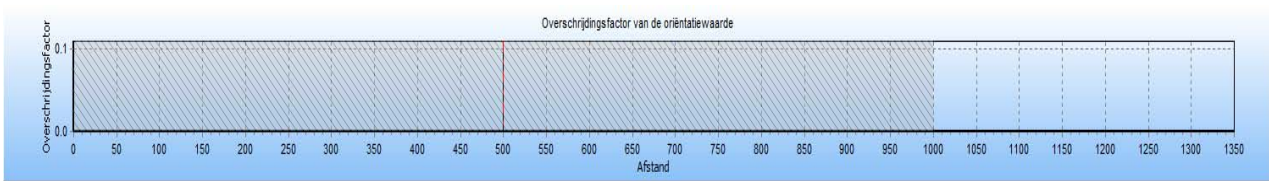
Figuur 22 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-551-20.



Figuur 23 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



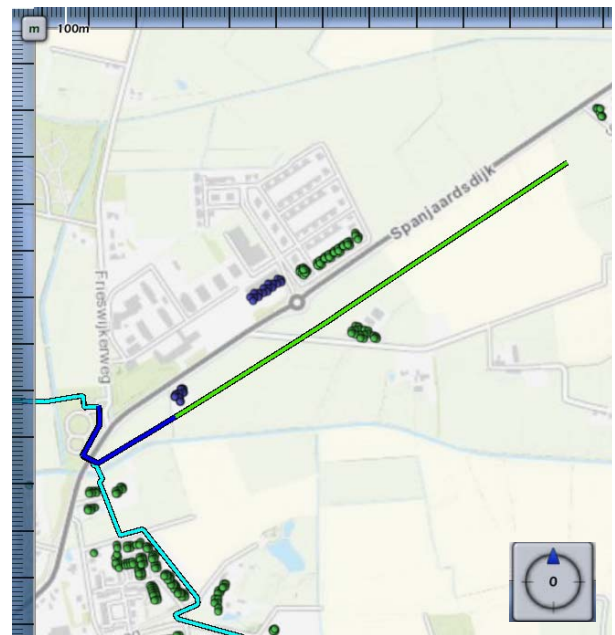
De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie, zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $6,67 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 19 slachtoffers en een frequentie van $1,85 \times 10^{-8}$ per jaar.



Figuur 24 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-557-36.



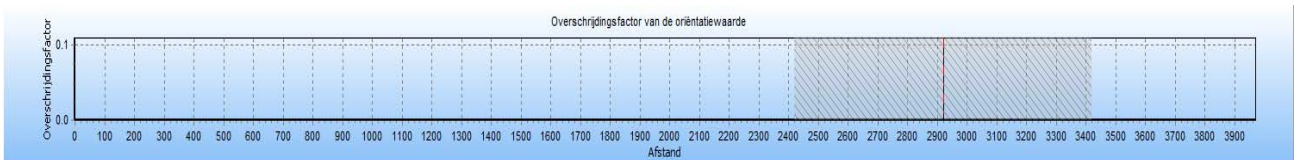
Figuur 25 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-557-36 in de toekomstige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



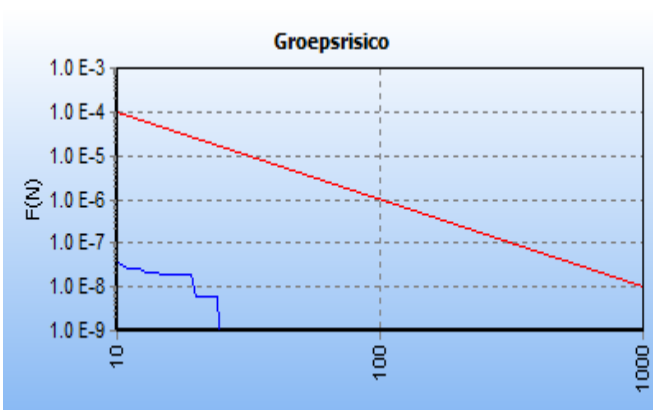
De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-557-36 in de toekomstige situatie, zonder gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $0,00 \times 10^0$ en wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0,00 \times 10^0$ per jaar.

4.2.3 Resultaten GR-berekening toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging

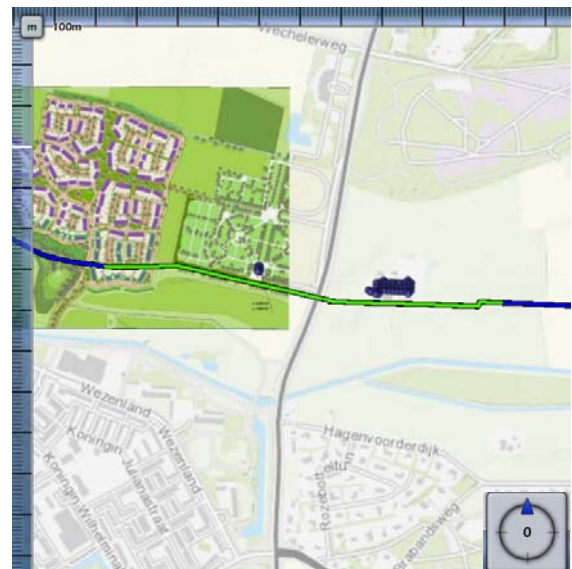
In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 in de toekomstige situatie met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten.



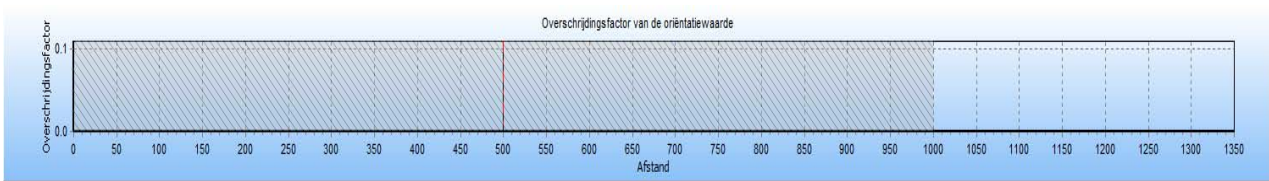
Figuur 26 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-551-20.



Figuur 27 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie, met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $6,67 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 19 slachtoffers en een frequentie van $1,85 \times 10^{-8}$ per jaar.



Figuur 28 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de N-557-36.



Figuur 29 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding N-557-36 in de toekomstige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-557-36 in de toekomstige situatie, met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $0,00 \times 10^0$ en wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0,00 \times 10^0$ per jaar.

4.2.4 Conclusie GR-berekeningen

Het groepsrisico van gastransportleiding N-551-20 en N-557-36 is vergeleken met de oriëntatiewaarde voor buisleidingen, zijnde $F \cdot N^2 < 10^{-2}$ per km per jaar waarbij F de frequentie is van een ongeval met N of meer slachtoffers. De verhouding tussen de oriëntatiewaarde en de FN-curve wordt gekenmerkt door de overschrijdingsfactor, die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd (overschrijdingsfactor < 1) dan wel wordt overschreden (overschrijdingsfactor > 1).

Het groepsrisico nabij de voorgenomen leidingverlegging van de gastransportleidingen N-551-20 en N-557-36 is zowel voor als na de verlegging, zonder of met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] gestelde oriëntatiewaarde.

N-551-20

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de huidige situatie is gelijk aan $5,73 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $5,73 \times 10^{-8}$ per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-551-20 in de toekomstige situatie, zonder en met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $6,67 \times 10^{-4}$ en wordt gevonden bij 19 slachtoffers en een frequentie van $1,85 \times 10^{-8}$ per jaar.

N-557-36

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding N-557-36 in de huidige en toekomstige situatie, zonder en met gedeeltelijk gereduceerde diepteligging voor faalfrequentiecorrectie domino-effecten, is gelijk aan $0,00 \times 10^0$ en wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0,00 \times 10^0$ per jaar.

5 Referenties

- [1] Besluit externe veiligheid buisleidingen. Staatsblad 2010 nr. 686, 17 september 2010.
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265>
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen. RIVM. Versie 2.0, 1 juli 2014
<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:253849&type=org&disposition=inline>
- [3] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico. I&M. Versie 1.0, november 2007.
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handreiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>
- [4] Regeling externe veiligheid buisleidingen. Staatscourant 2013 nr. 33852, 3 december 2013.
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0029356>



Appendix

1. Populatie

Populatie excl. verlegging

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Aanwezigheids- en verblijfspercentages Personen
Steenbrugge	Wonen	12.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	14.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	12.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	28.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	14.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	19.2		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	24.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	21.6		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	9.6		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	2.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>
Steenbrugge	Wonen	4.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	<i>Standaard</i>

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Aanwezigheids- en verblijfspercentages Personen
..\Populatie\resultaten excl verlegging\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	19	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten excl verlegging\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	18	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten excl verlegging\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	18	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten excl verlegging\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	371	50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100

Populatie incl. verlegging

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodus	Percentage personen
Steenbrugge	Wonen	28.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	14.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	19.2		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	24.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	21.6		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	9.6		Toevoegen Nieuwe Populatie	

Steenbrugge	Wonen	4.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	2.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	12.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	6.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Steenbrugge	Wonen	12.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
..\Populatie\resultaten incl verlegging\bijeen_sport_cel_zkh-dag100- nacht80.txt	Werken	19	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten incl verlegging\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	18	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten incl verlegging\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel- dag100-nacht0.txt	Werken	18	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
..\Populatie\resultaten incl verlegging\wonend_vakantiehuis-dag50- nacht100.txt	Wonen	364	50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100



With its headquarters in Amersfoort, The Netherlands, Royal HaskoningDHV is an independent, international project management, engineering and consultancy service provider. Ranking globally in the top 10 of independently owned, nonlisted companies and top 40 overall, the Company's 6,500 staff provide services across the world from more than 100 offices in over 35 countries.

Our connections

Innovation is a collaborative process, which is why Royal HaskoningDHV works in association with clients, project partners, universities, government agencies, NGOs and many other organisations to develop and introduce new ways of living and working to enhance society together, now and in the future.

Memberships

Royal HaskoningDHV is a member of the recognised engineering and environmental bodies in those countries where it has a permanent office base.

All Royal HaskoningDHV consultants, architects and engineers are members of their individual branch organisations in their various countries.