

RAPPORT

QRA gecombineerde gastransportleiding W-521-28 te Vlaardingen

Kwantitatieve Risicoanalyse

Klant: Gasunie Grid Services B.V.

Referentie: I&BBE1754-122-101R002F02

Versie: 02/Finale versie

Datum: 17 juli 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 gecombineerde gastransportleiding W-521-28 te Vlaardingen

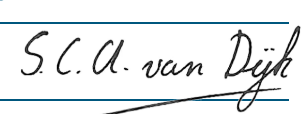
Ondertitel: QRA W-521-28
Referentie: I&BBE1754-122-101R002F02
Versie: 02/Finale versie
Datum: 17 juli 2017
Projectnaam: 5x standaard leiding QRA's
Projectnummer: BE1754-122-101
Auteur(s): Rik Beuling

Opgesteld door: Rik Beuling

Gecontroleerd door: Erik Ader

Datum/Initialen: 17 juli 2017 

Goedgekeurd door: Simone van Dijk

Datum/Initialen: 17 juli 2017 

Classificatie

Open



Disclaimer

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 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Samenvatting	3
2	Inleiding	5
3	Uitgangspunten	6
3.1	Leidinggegevens	6
3.2	Bevolkingsgegevens	7
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	14
4.1.3	Conclusie PR-berekeningen	16
4.2	Groepsrisico	17
4.2.1	Resultaten GR-berekening huidige situatie	18
4.2.2	Resultaten GR-berekening toekomstige situatie	20
4.2.3	Conclusie GR-berekeningen	22
5	Referenties	23

Bijlagen

1. Populatie

1 Samenvatting

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 van Gasunie Grid Services B.V. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een uitbreiding van de leiding W-521-28 waarbij een deel van leiding A-517-02 wordt hergebruikt en opgenomen in leiding W-521-28. Het resterende deel van leiding A-517-02 wordt buiten gebruik genomen. De locatie waar de nieuwe gecombineerde leiding ligt, bevindt zich in de stad Vlaardingen, in de gelijknamige gemeente.

De risicostudie in dit rapport is uitgevoerd conform de door de overheid gestelde richtlijnen voor het uitvoeren van een risicoanalyse aan ondergronds gelegen hogedruk aardgastransportleidingen [ref. 1, 2, 3 en 4]. 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.

Uit de berekeningen wordt het volgende geconcludeerd:

Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is voor zowel de huidige als de toekomstige situatie overal rondom de buisleidingen kleiner dan 10^{-6} per jaar. Daarmee voldoet het plaatsgebonden risico van de beide bestaande leidingen en de nieuw te combineren leiding 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.

Hiermee wordt dus ook voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leiding W-521-28 voldaan aan de voorwaarde dat er zich geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van 10^{-6} per jaar bevinden.

Groepsrisico

Het groepsrisico van de bestaande en nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 en het groepsrisico van de bestaande, deels her te gebruiken A-517-02 (deels op te nemen in leiding W-521-28 in de toekomstige situatie), zijn kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] gestelde oriëntatiewaarde. Dit is dus het geval voor zowel de huidige als toekomstige situatie.

Huidige situatie

De maximale overschrijdingsfactor voor het bestaande deel van gastransportleiding W-521-28 in de huidige situatie is gelijk aan 0,388 en wordt gevonden bij 248 slachtoffers en een frequentie van $6,3 \times 10^{-8}$ per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding A-517-02 in de huidige situatie is gelijk aan 0,132 en wordt gevonden bij 134 slachtoffers en een frequentie van $7,34 \times 10^{-8}$ per jaar.

Toekomstige situatie

De nieuwe, gecombineerde leiding is beschouwd door analyse in twee delen, met leidingnamen W-521-28-deel-1 en W-521-28_combi_stationing_herb. Van deze twee, wordt het leidingdeel met het hoogste GR in het kader van deze studie aangemerkt als maatgevend voor de gehele leiding W-521-28.

De maximale overschrijdingsfactor voor de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie is gelijk aan 0,388 en wordt gevonden bij 248 slachtoffers en een frequentie van $6,3 \times 10^{-8}$ per jaar.

2 Inleiding

In dit rapport wordt een risicoanalyse gepresenteerd waarin plaatsgebonden (PR) en groepsrisicoberekeningen (GR) zijn uitgevoerd voor gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 van Gasunie Grid Services B.V. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in verband met een uitbreiding van de leiding W-521-28 waarbij een deel van leiding A-517-02 wordt hergebruikt en opgenomen in leiding W-521-28. Het resterende deel van leiding A-517-02 wordt buiten gebruik genomen. De locatie waar de nieuwe gecombineerde leiding ligt, bevindt zich in de stad Vlaardingen, in de gelijknamige gemeente.

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 zijn de geprojecteerde aanpassingen van de gastransportleidingen van Gasunie Grid Services B.V. 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: '4165_leiding-W-521-28-deel-1', '4165_leiding-A-517-02-deel-1' en '4165_leiding-W-521-28_combi_stationing_herb' op 30 mei 2017. De leidingparameters die voor de in dit rapport gepresenteerde berekeningen van belang zijn, zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Leidingparameters W-521-28-deel-1 en A-517-02-deel-1 (W-521-28_combi_stationing_herb)

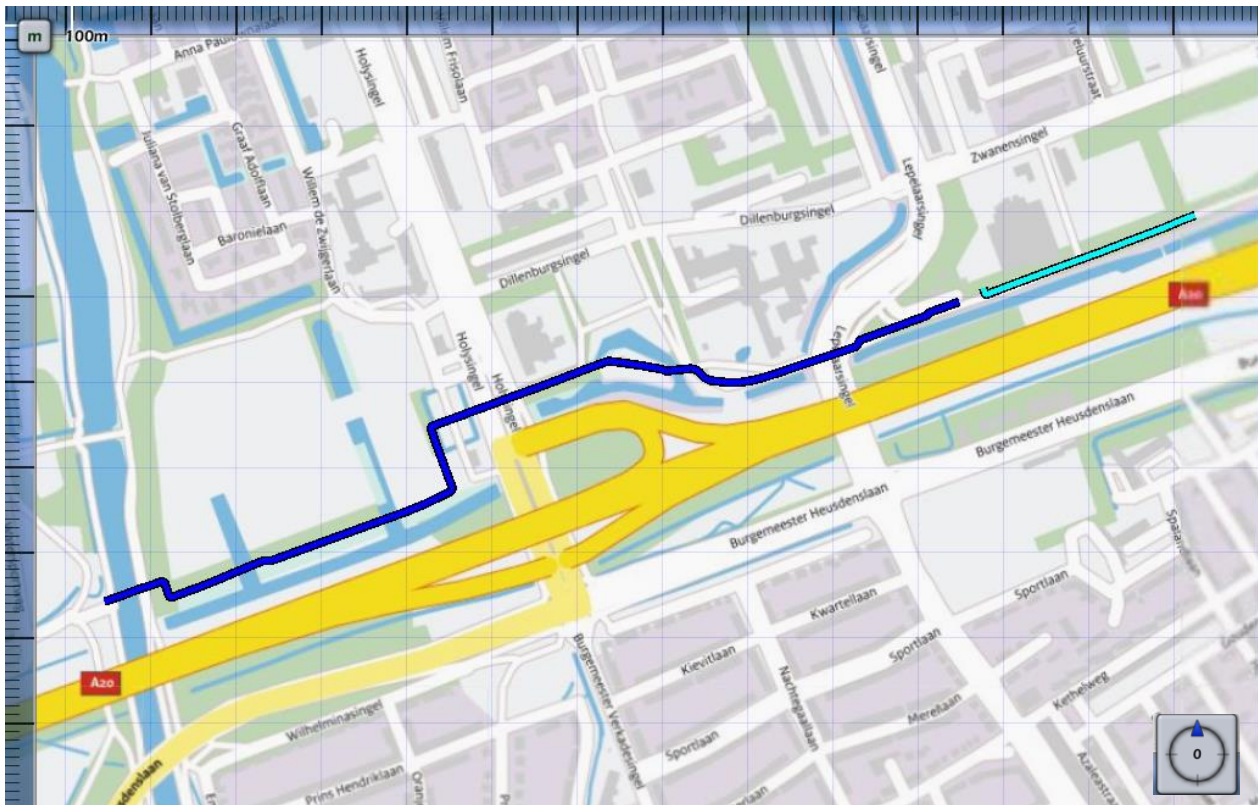
Parameter	W-521-28-deel-1	A-517-02-deel-1	(W-521-28_combi_stationing_herb)
Situatie [-]	Huidig en toekomstig	Huidig	Toekomstig
Gevaarlijke stof [-]	Aardgas	Aardgas	Aardgas
Diameter [mm]	323,9	323,9	323,9
Minimale wanddikte huidig en toekomstig [mm]	6,14	7,92	6,5
Rekgrens huidig en toekomstig [N·mm ⁻²]	241	241	241
Ontwerpdruk huidig en toekomstig bar]	40	66,2	40
Gemiddelde diepteligging huidig [m]	1,73	1,18	1,00

De diepteligging van beide gastransportleidingen varieert over de lengte van de leidingen. In de risicoberekeningen is deze variërende diepteligging ook toegepast. De gemiddelde diepteligging 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.

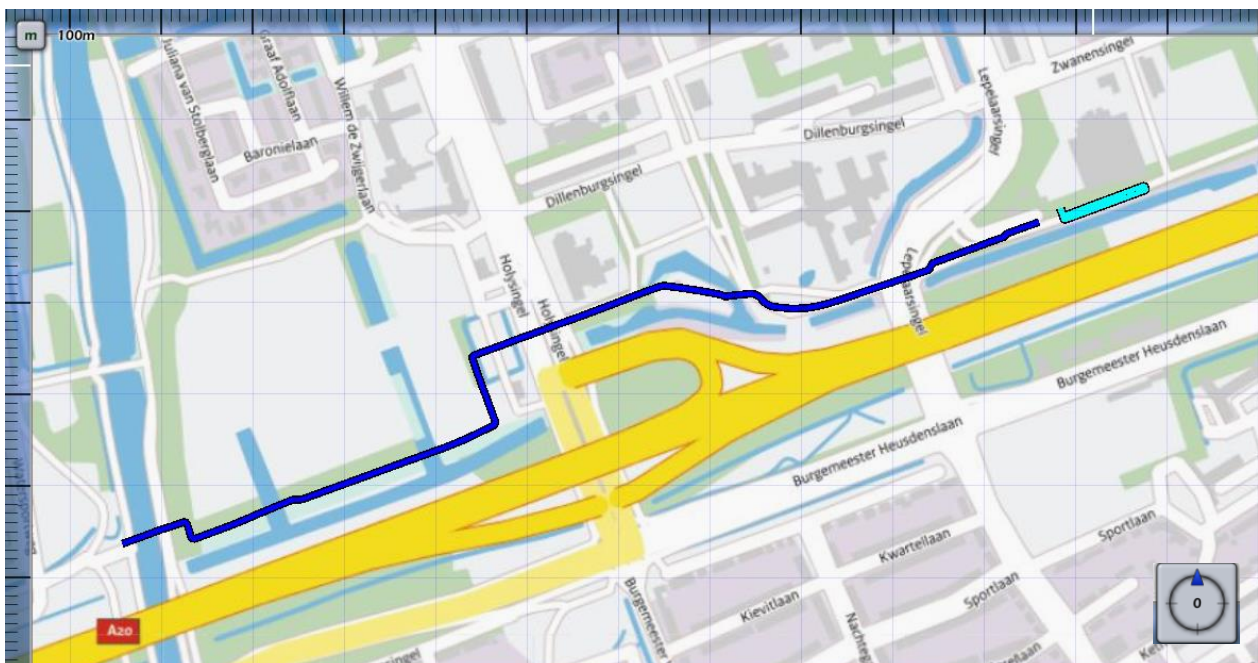
Voor de berekening van de huidige situatie zijn leidingbestanden W-521-28-deel-1 en A-517-02-deel-1 gehanteerd. Hierbij wordt nog onderscheid gemaakt tussen de twee verschillende leidingen. Voor de toekomstige situatie zijn leidingbestanden W-521-28-deel-1 en W-521-28_combi_stationing_herb gehanteerd. In de toekomstige situatie wordt de nieuwe samengestelde leiding W-521-28 (opgebouwd uit W-521-28-deel-1 en W-521-28_combi_stationing_herb) als één leiding beschouwd. Leiding A-517-02-deel-1 vervalt in de toekomstige situatie.

De ligging van de beschouwde leidingen, in de huidige en toekomstige situatie, is weergegeven op noord gerichte topografische kaarten in figuur 1 en figuur 2. Het beschouwde gedeelte van gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 komt overeen met het gehele tracé van de bestaande leiding W-521-28 en de her te gebruiken leiding A-517-02, inclusief de nieuw aan te leggen delen voor de nieuwe gecombineerde leiding W-521-28.

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



Figuur 1: Ligging van gastransport leidingen W-521-28 (donkerblauw) en A-517-02 (lichtblauw) in huidige situatie.



Figuur 2: Ligging van gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie met in donkerblauw het bestaande deel en in lichtblauw het nieuwe deel (deels bestaand uit her te gebruiken leiding A-517-02).

3.2 Bevolkingsgegevens

Voor de GR berekeningen van gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 is voor de populatie gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van de BAG Populatieservice (populatieservice.demis.nl). Deze data

is ontvangen op 19 juni 2017. De data bevat per adres onder meer de Rijksdriehoekskoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres.

In figuur 3,



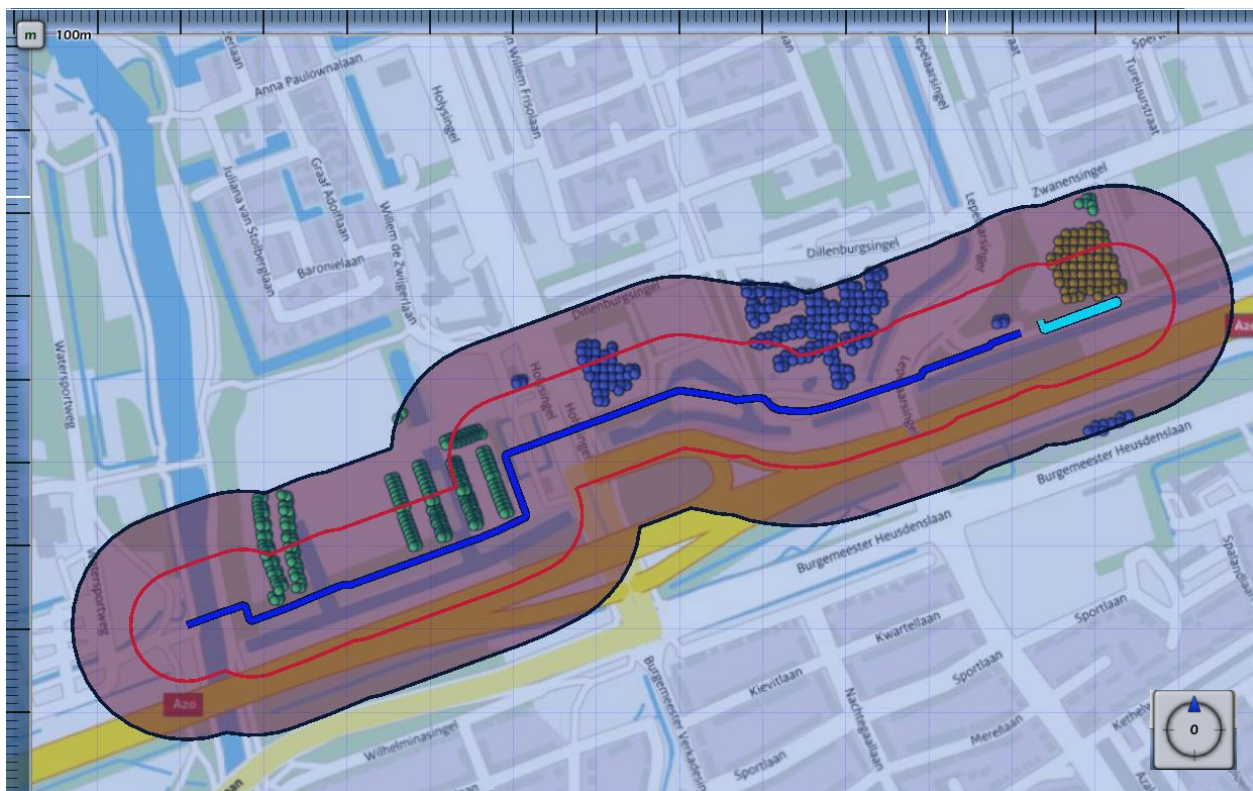
figuur 4 en figuur 5 zijn de verschillende adressen rond de leidingen W-521-28 en A-517-02 weergegeven als gekleurde punten. Groen gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie wonen en blauw gekleurde punten zijn adressen met als hoofdfunctie werken of gemengd. De bevolkingsdata zoals verkregen van de BAG Populatieservice is gegeven in Bijlage 1: Populatie.



Figuur 3: Invloedsgebied leiding W-521-28 (huidige situatie).



Figuur 4: Invloedsgebied leiding A-517-02 (huidige situatie).



Figuur 5: Invloedsgebied gecombineerde leiding W-521-28 (toekomstige situatie).

Het zwart omlijnde rode gebied geeft het invloedsgebied (1% letaliteitsgrens) van de leidingen weer; de rode lijn geeft de 100% letaliteitsgrens weer. Voor de invloedsgebieden van de leidingen in de huidige en toekomstige situaties zijn separaat populatiebestanden opgevraagd via de BAG populatieservice en gehanteerd voor de risicoberekeningen. Voor een vergelijking van de populatiebestanden zie Bijlage 1: Populatie.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde berekeningen en analyses voor gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 in de huidige situatie en de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie.

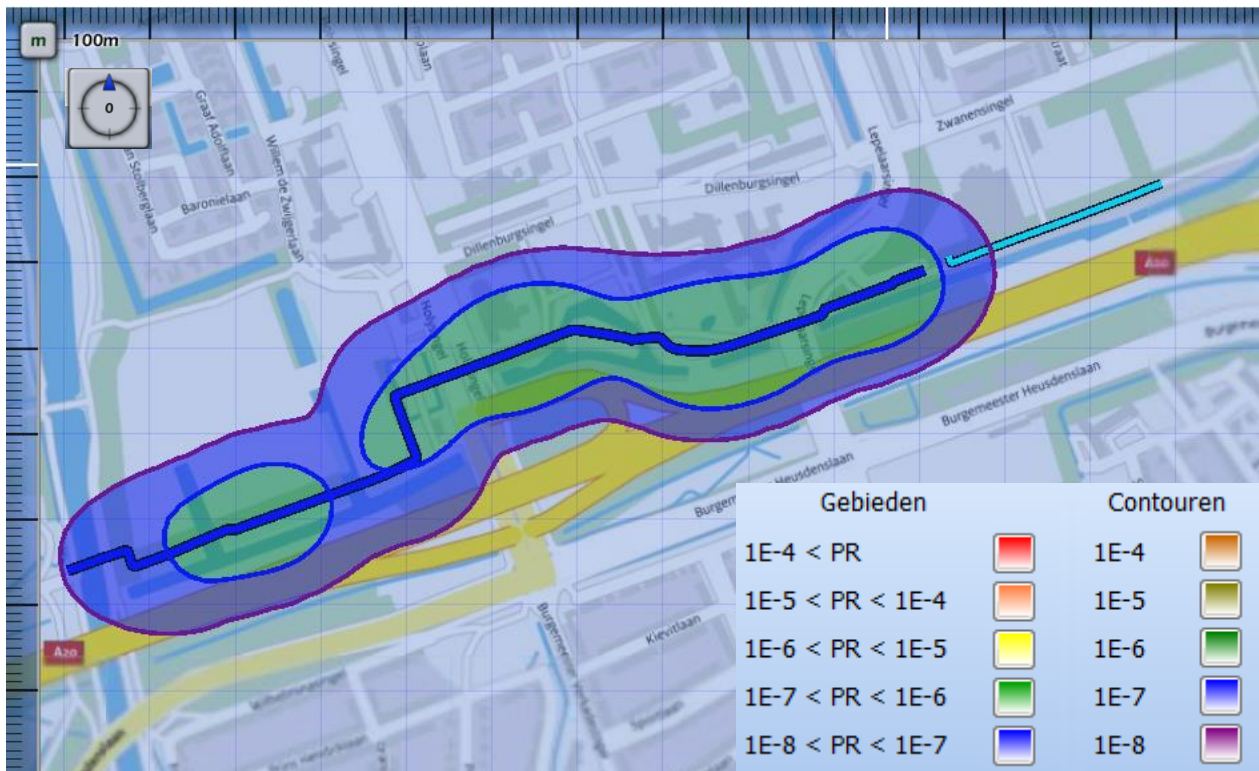
4.1 Plaatsgebonden risico

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.

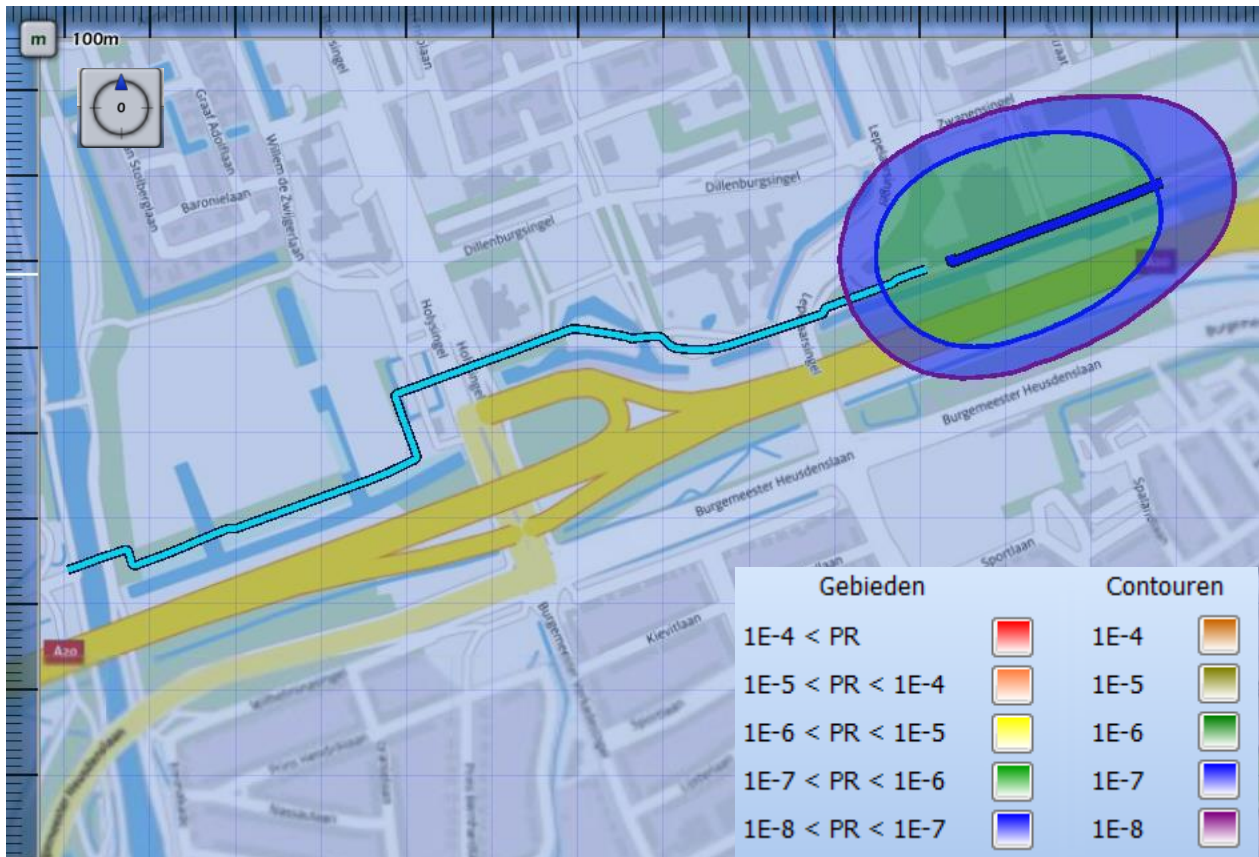
Voor gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd voor de huidige situatie en voor de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 voor de toekomstige situatie. De resultaten van deze berekening worden in deze paragraaf weergegeven.

4.1.1 Resultaten PR-berekening huidige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van gastransportleidingen W-521-28 en A-517-02 in de huidige situatie. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in figuur 6 en figuur 7. De leiding is aangegeven in blauw. In deze figuren worden, indien aanwezig, de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar PR-contouren weergegeven.



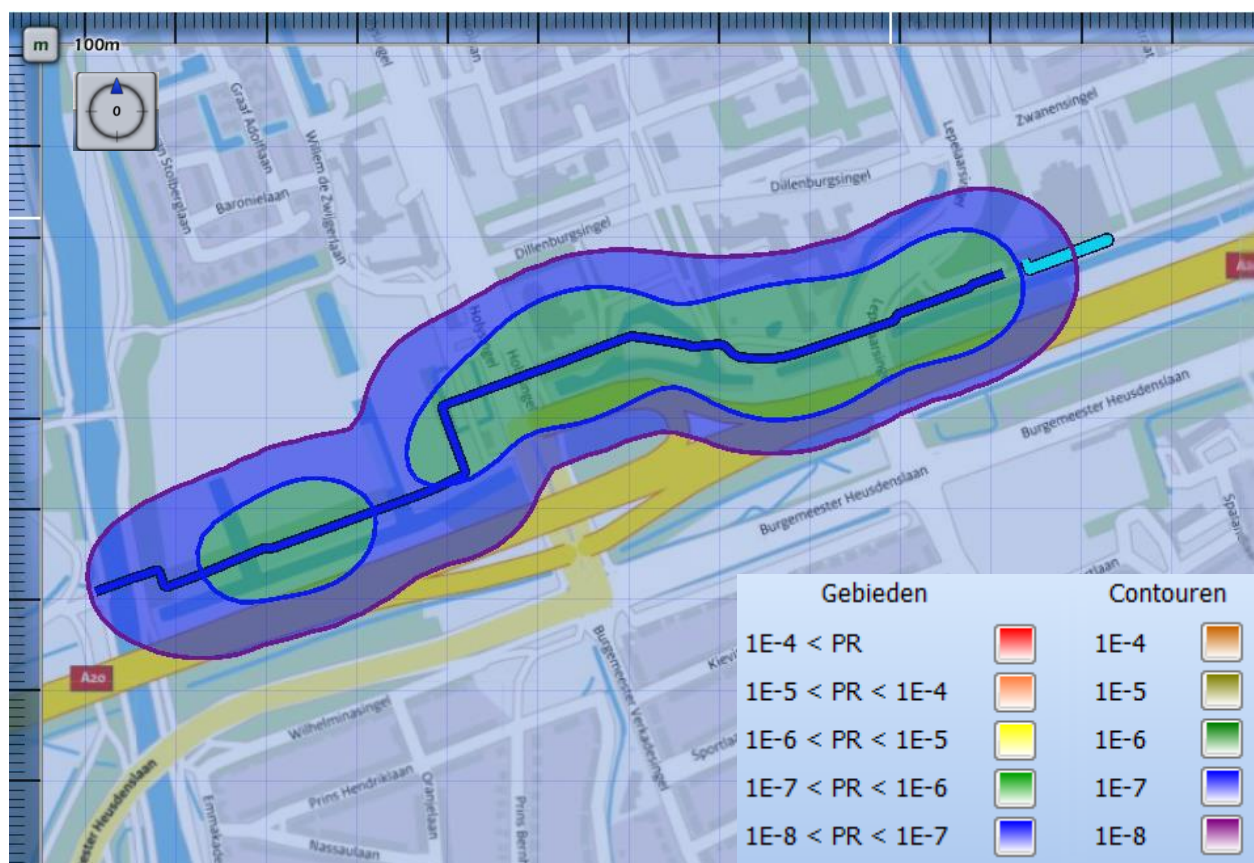
Figuur 6: PR van het bestaande deel van gastransportleiding W-521-28 (donkerblauw) in de huidige situatie.



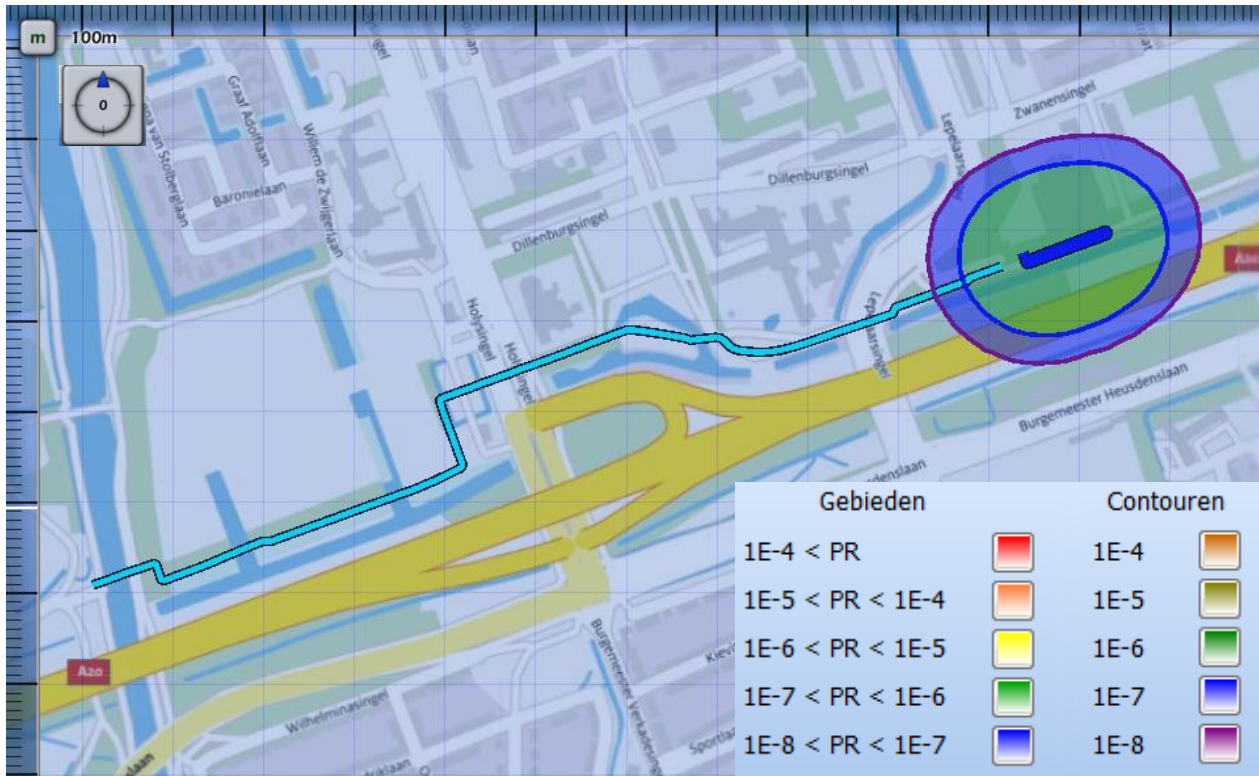
Figuur 7: PR van gastransportleiding A-517-02 (donkerblauw) in de huidige situatie.

4.1.2 Resultaten PR-berekening toekomstige situatie

In deze paragraaf worden de resultaten weergegeven van de plaatsgebonden risicoberekening van de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in figuur 8 en figuur 9. 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 8: PR van het bestaande deel van de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 (donkerblauw) in de toekomstige situatie.



Figuur 9: PR van het nieuw te vormen deel van de gecombineerde gastransportleiding W-521-28 (donkerblauw) in de toekomstige situatie.

4.1.3 Conclusie PR-berekeningen

Het plaatsgebonden risico is voor zowel de huidige als de toekomstige situatie overal rondom de gastransportleidingen kleiner dan 10^{-6} per jaar. Daarmee voldoet het plaatsgebonden risico van de beide bestaande leidingen en de nieuw te combineren leiding W-521-28 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.

Hiermee wordt dus ook voor het bestaande, ongewijzigde deel van de beschouwde leiding W-521-28 voldaan aan de voorwaarde dat er zich geen kwetsbare objecten binnen de risicocontour van 10^{-6} per jaar bevinden.

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 ten minste 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).

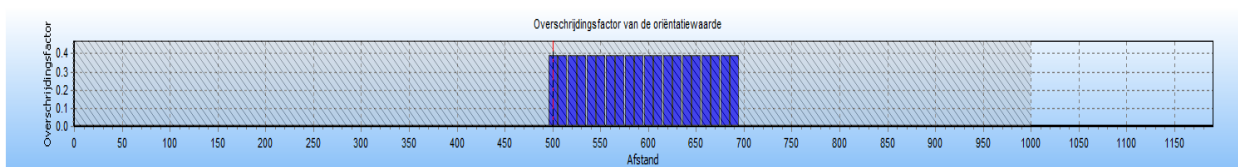
¹ De handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [ref.2] omschrijft: 'Het groepsrisico wordt weergegeven als een curve in een grafiek met twee logaritmisch geschaalde assen, de zogenaamde FN-curve. Op de y-as wordt de cumulatieve frequentie F (per jaar) uitgezet en op de x-as het aantal te verwachten 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

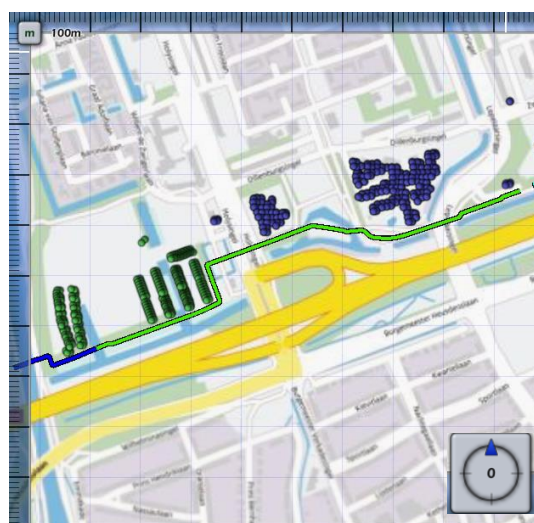
In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor gastransportleiding W-521-28 en A-517-02 in de huidige situatie.



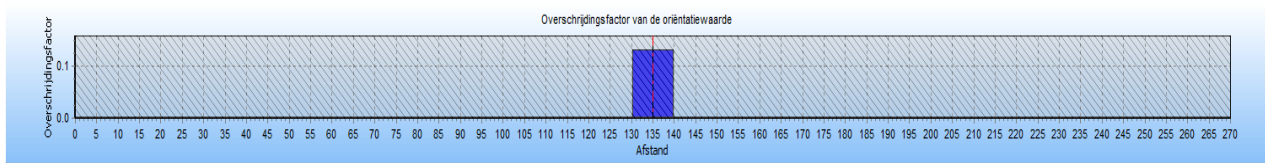
Figuur 10 Overschijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de W-521-28.



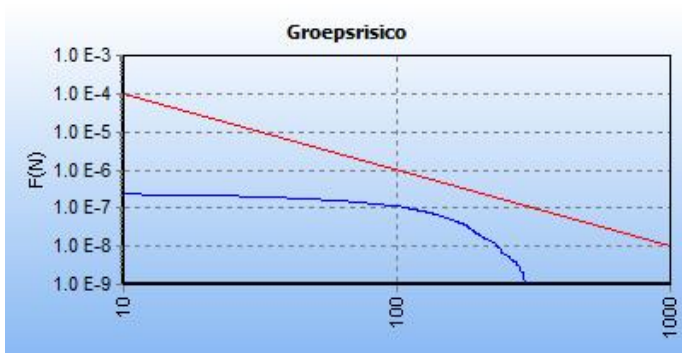
Figuur 11 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding W-521-28 in de huidige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding W-521-28 in de huidige situatie is gelijk aan 0,388 en wordt gevonden bij 248 slachtoffers en een frequentie van $6,3 \times 10^{-8}$ per jaar.



Figuur 12 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de A-517-02.

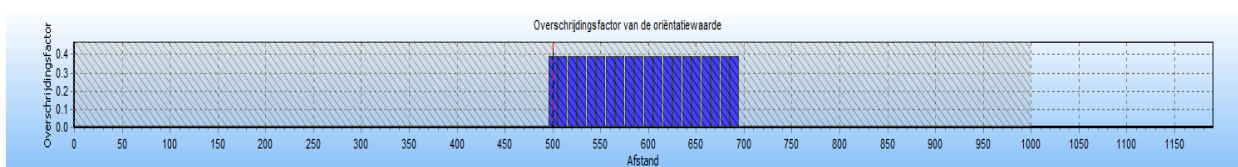


Figuur 13 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding A-517-02 in de huidige situatie. De ligging van deze kilometer is hiernaast in het groen weergegeven op een topografische kaart.



De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding A-517-02 in de huidige situatie is gelijk aan 0,132 en wordt gevonden bij 134 slachtoffers en een frequentie van $7,34 \times 10^{-8}$ per jaar.

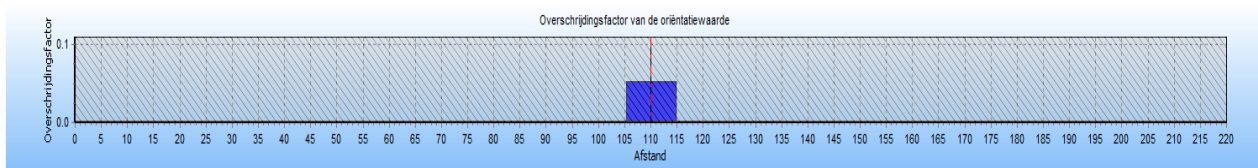
In deze paragraaf worden de resultaten van de groepsrisicoberekening weergegeven voor de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie. Deze is in deze studie beschouwd door analyse van twee delen, met leidingnamen W-521-28-deel-1 en W-521-28_combi_stationing_herb. Van deze twee, wordt het leidingdeel met het hoogste GR in het kader van deze studie aangemerkt als maatgevend voor de gehele leiding W-521-28.



Groepsrisico

Δ (mm)	$F(N)$ (Red Line)	$F(N)$ (Blue Line)
10	1.0×10^{-4}	5.0×10^{-7}
100	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}
200	3.16×10^{-7}	1.0×10^{-7}
300	1.58×10^{-7}	1.0×10^{-7}
400	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}
500	6.31×10^{-8}	1.0×10^{-8}
600	5.01×10^{-8}	1.0×10^{-9}
1000	1.58×10^{-8}	-

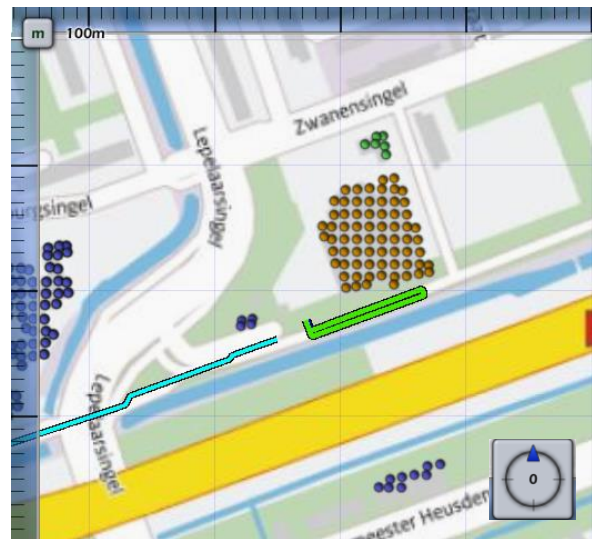
20



Figuur 16 Overschrijding van het groepsrisico als functie van de stationing van de W-521-28_combi_stationing_herb.



Figuur 17 FN-curve van de kilometer met de hoogste overschrijdingsfactor van gastransportleiding W-521-28_combi_stationing_herb 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 W-521-28_combi_stationing_herb in de toekomstige situatie is gelijk aan 0,052 en wordt gevonden bij 105 slachtoffers en een frequentie van $4,73 \times 10^{-8}$ per jaar.

4.2.3 Conclusie GR-berekeningen

Het groepsrisico van de bestaande en nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 en de bestaande, deels her te gebruiken A-517-02 (deels op te nemen in leiding W-521-28 in de toekomstige situatie) 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 van de bestaande en nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 en het groepsrisico van de bestaande, deels her te gebruiken A-517-02 (deels op te nemen in leiding W-521-28 in de toekomstige situatie), zijn kleiner dan de in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [ref. 1] gestelde oriëntatiewaarde. Dit is dus het geval voor zowel de huidige als toekomstige situatie.

Huidige situatie

De maximale overschrijdingsfactor voor het bestaande deel van gastransportleiding W-521-28 in de huidige situatie is gelijk aan 0,388 en wordt gevonden bij 248 slachtoffers en een frequentie van $6,3 \times 10^{-8}$ per jaar.

De maximale overschrijdingsfactor voor het beschouwde gedeelte van gastransportleiding A-517-02 in de huidige situatie is gelijk aan 0,132 en wordt gevonden bij 134 slachtoffers en een frequentie van $7,34 \times 10^{-8}$ per jaar.

Toekomstige situatie

De nieuwe, gecombineerde leiding is beschouwd door analyse in twee delen, van leidingbestanden W-521-28-deel-1 en W-521-28_combi_stationing_herb. Van deze twee, wordt het leidingdeel met het hoogste GR per kilometer in het kader van deze studie aangemerkt als maatgevend voor de gehele leiding W-521-28.

De maximale overschrijdingsfactor voor de nieuwe gecombineerde gastransportleiding W-521-28 in de toekomstige situatie is gelijk aan 0,388 en wordt gevonden bij 248 slachtoffers en een frequentie van $6,3 \times 10^{-8}$ 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>

Bijlage

1. Populatie

Populatie huidige situatie

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
Populatie\Populatie excl. verlegging\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	1928	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie excl. verlegging\levenem-0622100000050123-100dagen-cap393-buit7.txt	Evenement	392	100/ 100/ 7/ 1/ 27/ 27
Populatie\Populatie excl. verlegging\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	1	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie excl. verlegging\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	461	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie excl. verlegging\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	608	50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100

Populatie toekomstige situatie

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
Populatie\Populatie incl. verlegging\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	1923	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie incl. verlegging\evenem-0622100000050123-100dagen-cap393-buit7.txt	Evenement	392	100/ 100/ 7/ 1/ 27/ 27
Populatie\Populatie incl. verlegging\industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	1	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie incl. verlegging\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	255	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
Populatie\Populatie incl. verlegging\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	591	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.