



# EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

POMPLAAN 1 TE LEERSUM

|                |             |
|----------------|-------------|
| Opdrachtgever: | SRO         |
| Projectnr:     | SRO041      |
| Datum:         | 25 mei 2022 |

# EXTERNE VEILIGHEID BUISLEIDINGEN

## POMPLAAN 1 TE LEERSUM

Opdrachtgever: SRO  
Projectnr: SRO041  
Rapportnr: 20220525-SRO041-RAP-CAR 1.0  
Status: Concept  
Datum: 25 mei 2022

Opsteller:  
RvH

Verificatie:  
PC

Validatie:  
PC

T 088 - 33 66 333  
F 088 - 33 66 099  
E [info@kragten.nl](mailto:info@kragten.nl)



© 2022 Kragten  
Niets uit dit rapport mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Kragten. Het is tevens verboden informatie en kennis verwerkt in dit rapport ter beschikking te stellen aan derden of op andere wijze toe te passen dan waaraan in de overeenkomst toestemming wordt verleend.



# INHOUDSOPGAVE

|       |                                                  |   |
|-------|--------------------------------------------------|---|
| 1     | INLEIDING.....                                   | 4 |
| 2     | HOGEDRUK AARDGASLEIDINGEN .....                  | 5 |
| 2.1   | Inleiding .....                                  | 5 |
| 2.2   | Wettelijk kader .....                            | 5 |
| 2.3   | Inventarisatie lokale buisleidingen .....        | 5 |
| 2.4   | Plaatsgebonden risico.....                       | 6 |
| 2.5   | Berekening hoogte groepsrisico.....              | 6 |
| 2.5.1 | Buisleiding W-526-01-deel-1 .....                | 7 |
| 2.6   | Samenvatting rekenresultaten buisleidingen ..... | 8 |

## BIJLAGEN

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| B1 | REKENRESULTATEN CAROLA – HUIDIGE SITUATIE |
| B2 | REKENRESULTATEN CAROLA – BEOOGDE SITUATIE |

# 1 INLEIDING

In opdracht van SRO is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's van het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen ten behoeve van een plan aan de Pomplaan 1 te Leersum (gemeente Utrechtse Heuvelrug). Het plan bestaat uit de sloop van de bestaande fysiopraktijk te slopen en de realisatie van een gebouw waarin op de begane grond en eerste verdieping een gezondheidscentrum wordt gevestigd. Op de tweede verdieping worden vier appartementen gerealiseerd.

Het planvoornemen past het plan niet binnen de vigerende bestemming, waardoor een ruimtelijke procedure doorlopen dient te worden.

Het plangebied ligt in de nabijheid van een hogedruk aardgasleiding. Onderzocht is of de buisleiding een belemmering vormt voor de planvorming. Tevens is bepaald welke effecten het plan heeft op de hoogte van het groepsrisico van de betreffende buisleiding. De berekeningen hebben overeenkomstig de voorschriften plaatsgevonden met het rekenprogramma CAROLA.

In afbeelding 1 is de globale ligging van het plangebied en de buisleiding weergegeven.



Afbeelding 1 Globale ligging plangebied ten opzichte van buisleiding (bron: Signaleringskaart)

## 2 HOGEDRUK AARDGASLEIDINGEN

### 2.1 Inleiding

Bij de realisatie van (beperkt) kwetsbare objecten dient rekening te worden gehouden met het vervoer van gevaarlijke stoffen door buisleidingen waarvoor bepaalde aan te houden risico-afstanden gelden. Deze afstanden zijn onder andere afhankelijk van de aard van de stof, de druk waaronder deze wordt getransporteerd en de diepteligging, de diameter en wanddikte van de buisleiding. Ten aanzien van de externe veiligheid gaat het met name om de risico's in het geval er iets fout gaat met een hogedruk aardgastransportleiding.

### 2.2 Wettelijk kader

Het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en de bijbehorende Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) zijn op 1 januari 2011 in werking getreden. Het Bevb regelt onder andere welke veiligheidsafstanden moeten worden aangehouden rond buisleidingen met gevaarlijke stoffen. De normstelling is in lijn met het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

Het begrip risico wordt in beeld gebracht door middel van twee begrippen: het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR). Het PR is de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats langs een buisleiding verblijft, komt te overlijden als gevolg van een incident met het transport van gevaarlijke stoffen door die buisleiding. De hoogte van het GR representeert de kans per jaar per kilometer buisleiding dat een groep van 10 of meer personen in de omgeving van de buisleiding in één keer het dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval met die buisleiding.

Voor hogedruk aardgasleidingen is sinds 1 mei 2010 het rekenpakket CAROLA beschikbaar voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van ondergrondse hogedruk aardgastransportleidingen. CAROLA staat voor: Computer Applicatie voor Risicoberekeningen aan Ondergrondse Leidingen met Aardgas. Het rekenpakket is gebaseerd op een rekenmethodiek die is ontwikkeld door Gasunie en het RIVM.

### 2.3 Inventarisatie lokale buisleidingen

De leidingdata binnen het inventarisatiegebied rondom het plan zijn opgevraagd bij de leidingbeheerder Gasunie. De beschikbaar gestelde leidinggegevens kunnen in het rekenprogramma CAROLA worden ingelezen om invloedsgebieden inzichtelijk te maken waarbinnen de hoogte van het groepsrisico bepaald dient te worden.

In afbeelding 2 is het daadwerkelijke invloedsgebied, zoals bepaald met het programma CAROLA, weergegeven.

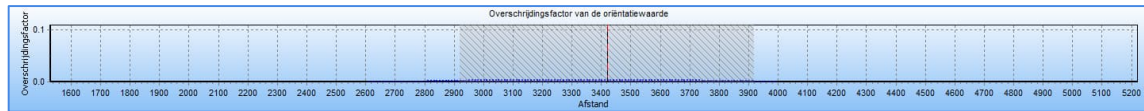




dag- en 10 in de nachtperiode). Het totaal in de beoogde situatie bedraagt daarmee 27 in de dagperiode en 10 in de nachtperiode, een toename van 16 en 10 in de dag en nacht ten opzichte van de huidige situatie.

## 2.5.1 Buisleiding W-526-01-deel-1

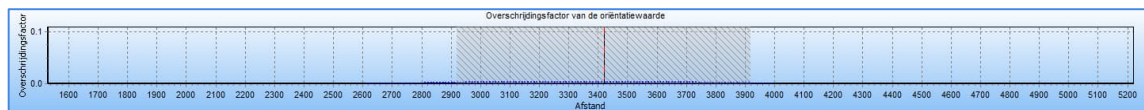
In de onderstaande afbeeldingen is de groepsrisico-screening voor buisleiding W-526-01-deel-1 opgenomen voor de huidige en beoogde situatie.



Afbeelding 3 Groepsrisico screening W-526-01-deel-1 huidige situatie ter hoogte van het plangebied

De maximale overschrijdingsfactor ter hoogte van het plangebied in de huidige situatie is gelijk aan 0,502098 en correspondeert met die kilometer leiding die is gevisualiseerd in afbeelding 5.

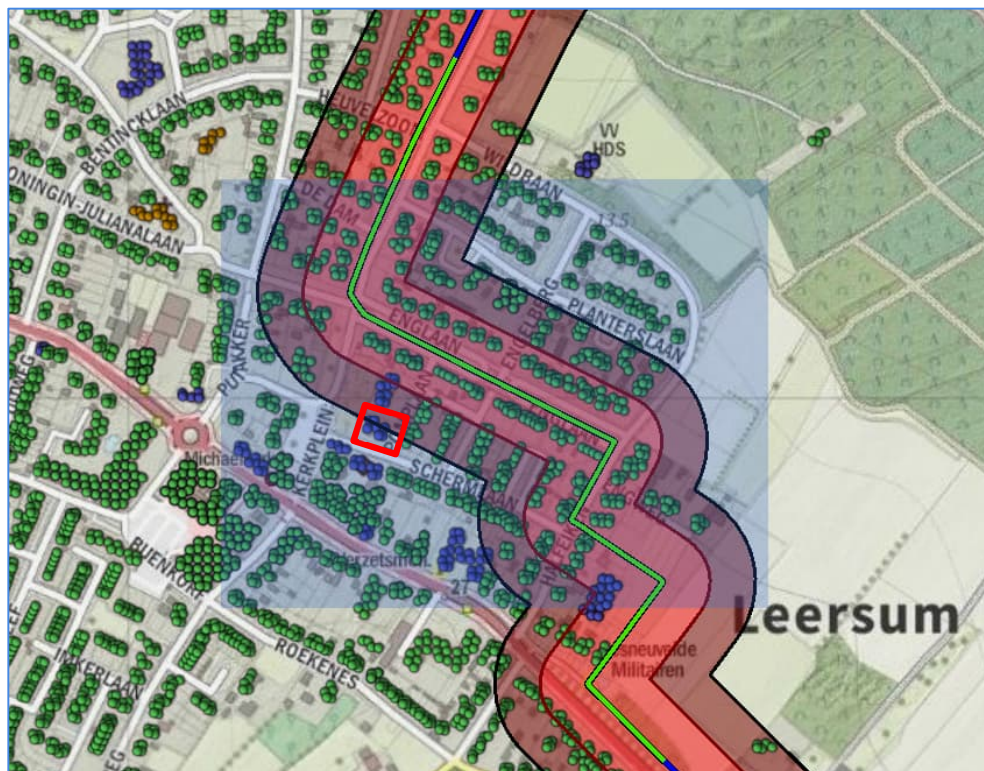
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer wordt gevonden bij 829 slachtoffers en een frequentie van  $7,31E-09$ .



Afbeelding 4 Groepsrisico screening W-526-01-deel-1 beoogde situatie ter hoogte van het plangebied

De maximale overschrijdingsfactor ter hoogte van het plangebied in de beoogde situatie is eveneens gelijk aan 0,502098 en correspondeert met dezelfde kilometer leiding als gevisualiseerd in afbeelding 5.

De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer wordt ook gevonden bij 829 slachtoffers en een frequentie van  $7,31E-09$ .



Afbeelding 5 Kilometer leiding ter hoogte van plangebied (in groen weergegeven)

In de navolgende afbeeldingen zijn de fN-curves voor de hoogte van het groepsrisico van buisleiding W-526-01-deel-1 van het traject ter hoogte van het plangebied in de huidige en beoogde situatie weergegeven.



Afbeelding 6 fN-curve buisleiding W-526-01-deel-1, huidige situatie



Afbeelding 7 fN-curve buisleiding W-526-01-deel-1, beoogde situatie

Voor de uitgebreide rekenresultaten wordt verwezen naar bijlage 1 en 2.

## 2.6 Samenvatting rekenresultaten buisleidingen

De belangrijkste kenmerken van de fN-curves zijn onderstaand samenvattend weergegeven.

Tabel 1 Samenvatting kenmerken fN-curves

|                          | Normwaarde*     | Aantal slachtoffers | Frequentie                   |
|--------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|
| W-526-01-deel-1 - Huidig | 0,004926 / jaar | 11                  | $4,07 \times 10^{-7}$ / jaar |
| W-526-01-deel-1 - Beoogd | 0,004926 / jaar | 11                  | $4,07 \times 10^{-7}$ / jaar |

\* Normwaarde: de maximale waarde van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde. De maximale waarde wordt berekend als het product van de frequentie met het kwadraat van het aantal slachtoffers. Een normwaarde > 1 betekent een overschrijding van de oriëntatiewaarde.

Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat voor betreffende buisleidingen zowel in de huidige als beoogde situatie sprake is van een groepsrisico dat lager is dan de oriëntatiewaarde. Er vindt geen rekenkundige toename plaats van de hoogte van het groepsrisico na planvorming.

In artikel 12 lid 3 van het Besluit externe veiligheid buisleidingen juncto artikel 8 van de Regeling externe veiligheid buisleidingen is opgenomen wanneer sprake is van het verantwoorden van het groepsrisico. In onderhavige situatie is sprake van een beperkte verantwoordingsplicht. Voor een verantwoording van het



groepsrisico moet door het bevoegd gezag advies worden gevraagd bij de regionale brandweer/Veiligheidsregio.

# BIJLAGEN

## **B1 REKENRESULTATEN CAROLA – HUIDIGE SITUATIE**

# Kwantitatieve Risicoanalyse Hardwijkerweg 84-86 Nunspeet - huidige situatie

Door:  
Robert van Hooy

## Samenvatting



# Inhoud

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Samenvatting .....                                                                                                                                                | 2  |
| 1 Inleiding .....                                                                                                                                                 | 4  |
| 2 Invoergegevens .....                                                                                                                                            | 6  |
| 2.1 Interessegebied .....                                                                                                                                         | 6  |
| 2.2 Relevante leidingen.....                                                                                                                                      | 6  |
| 2.3 Populatie.....                                                                                                                                                | 7  |
| 3 Plaatsgebonden risico.....                                                                                                                                      | 9  |
| 3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                       | 9  |
| 3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                       | 9  |
| 3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                       | 10 |
| 4 Groepsrisico screening .....                                                                                                                                    | 11 |
| 4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                      | 11 |
| 4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                      | 12 |
| 4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie.....                                                      | 12 |
| 5 FN curves.....                                                                                                                                                  | 14 |
| 5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse<br>Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2770.00 en stationing 3770.00 ..... | 14 |
| 5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse<br>Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00.....       | 14 |
| 5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse<br>Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00 .....       | 15 |
| 6 Conclusies.....                                                                                                                                                 | 16 |
| 7 Referenties.....                                                                                                                                                | 17 |

# 1 Inleiding

In deze rapportage worden de gebruikte invoergegevens en de door CAROLA gegenereerde resultaten weergegeven. Deze gegevens vormen de basis voor een QRA-rapportage. Naast deze basisinvoergegevens en –resultaten wordt in de Handleiding Risicoberekeningen Bevb aangegeven welke elementen ook in de QRA beschreven moeten worden. In onderstaand overzicht worden welke elementen beschreven moeten worden en of deze door CAROLA worden aangeleverd. Indien de elementen niet door CAROLA worden gegenereerd, moeten ze door de opsteller van de QRA-rapportage worden ingevuld. Het meest recente overzicht van de te beschrijven elementen wordt gegeven in de van kracht zijnde versie van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb.

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].

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

| Onderwerp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vertrouwelijk/<br>Openbaar | Aangeleverd<br>door CAROLA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>1 Algemene rapportgegevens</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |                            |
| Administratieve gegevens:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Openbaar                   | Deels                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb)</li> <li>naam en adres van de opsteller van de QRA</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |                            | Nee                        |
| Reden opstellen QRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Openbaar                   | Nee                        |
| Gevolgde methodiek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Openbaar                   | Ja                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>rekenpakket met versienummer</li> <li>parameterbestand met versienummer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |                            |                            |
| Peildatum QRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>datum van de berekening</li> <li>datum van aanmaak van de buisleidinggegevens</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |                            | Ja<br>Nee                  |
| <b>2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                            |
| Gegevens buisleiding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>naam buisleiding</li> <li>diameter</li> <li>druk</li> <li>eventuele mitigerende maatregelen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   |                            | Ja<br>Ja<br>Ja<br>Ja       |
| Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>leiding</li> <li>noordpijl en schaalindicatie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |                            | Ja<br>Ja                   |
| <b>3 Beschrijving omgeving</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                            |
| Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>bestemmingsplannen al dan niet gedeeltelijk binnen de PR 10<sup>-6</sup>-contour en het invloedsgebied</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |                            | Ja indien<br>ingevoerd     |
| Actuele topografische kaart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Openbaar                   | Ja indien<br>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, vliegroutes, windturbines)                                                                                                                                                                      | Openbaar                   |                            |
| Gebruikt weerstation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Openbaar                   | Ja                         |
| <b>4 Beschrijving per leiding van mogelijke risico's voor de omgeving</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                            |
| Samenvattend overzicht van de resultaten van de QRA, waarin tenminste is opgenomen:                                                                                                                                                                                                                                                             | Openbaar                   | Ja                         |
| Kaart met het berekende plaatsgebonden risico, met contouren voor 10 <sup>-4</sup> , 10 <sup>-5</sup> , 10 <sup>-6</sup> , 10 <sup>-7</sup> en 10 <sup>-8</sup> (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 <sup>-9</sup> 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                   | Nee                        |
| Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10 <sup>-6</sup> per jaar zijn                                                                                                                                                                                                          | Openbaar                   |                            |
| 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 23-05-2022.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\SRO\041\2\_Werk\Onderzoek\Externe veiligheid\Carola\Rekenmodel\Pomplaan Leersum.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 13-05-2022.

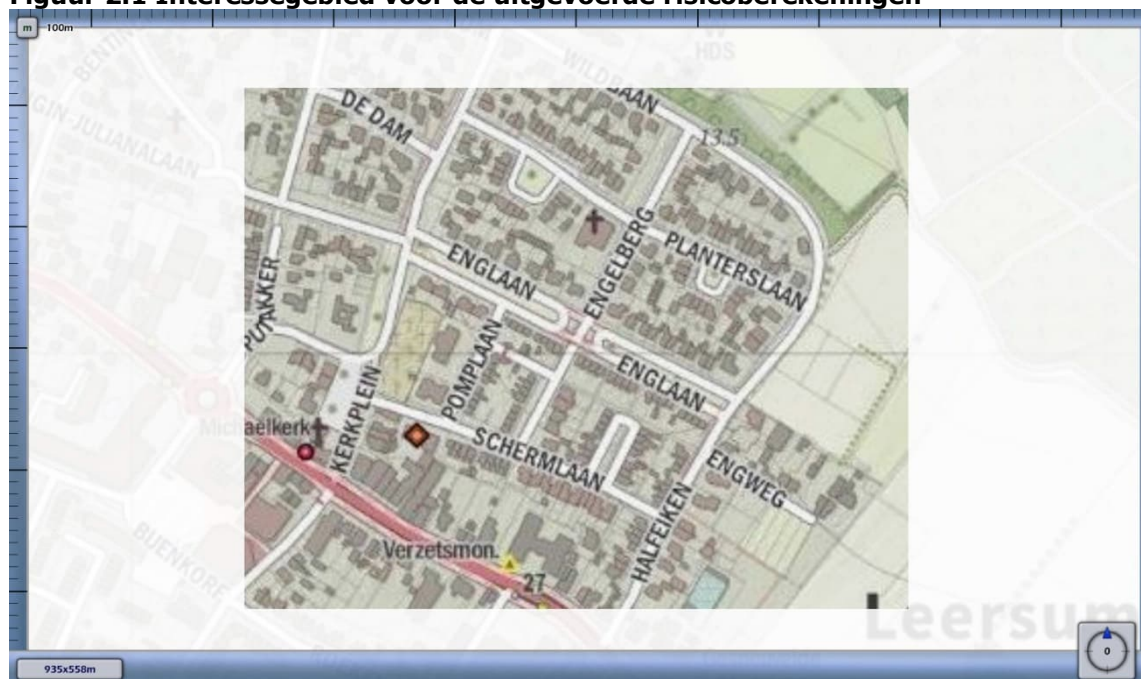
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Soesterberg. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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.

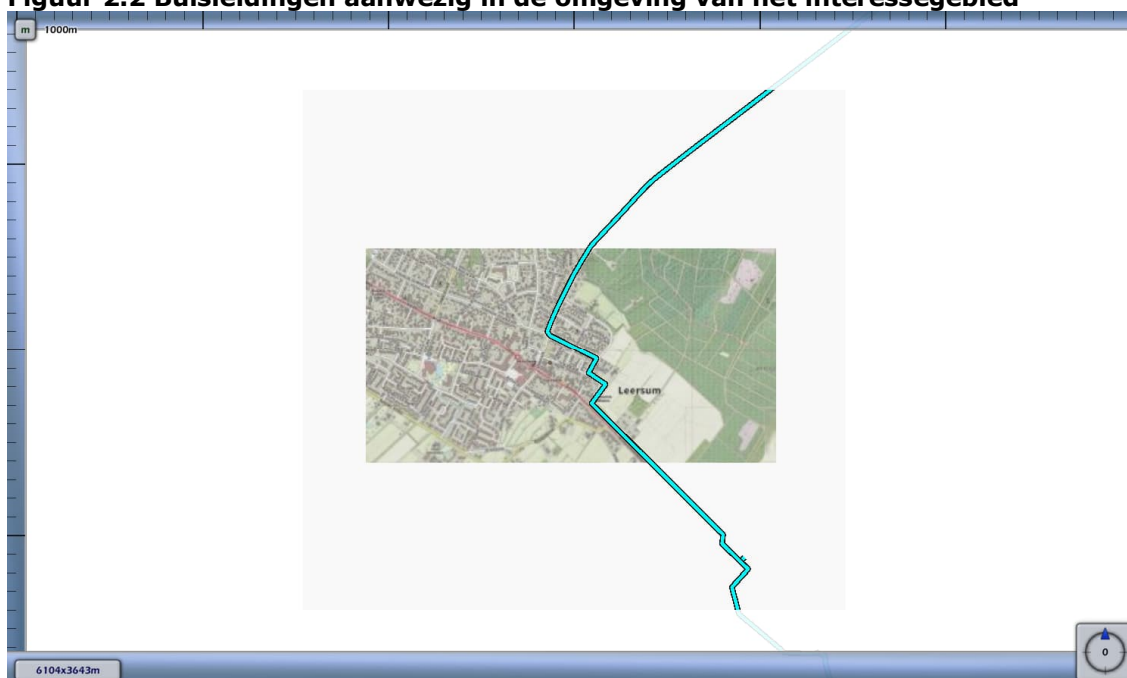
| Eigenaar                 | Leidingnaam                  | Diameter [mm] | Druk [bar] | Datum aanleveren gegevens |
|--------------------------|------------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| N.V. Nederlandse Gasunie | 8114_leiding-W-526-01-deel-1 | 212.00        | 40.00      | 08-04-2022                |

|                                |                                      |        |       |            |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|-------|------------|
| N.V.<br>Nederlandse<br>Gasunie | 8114_leiding-<br>W-526-03-<br>deel-1 | 114.30 | 40.00 | 08-04-2022 |
| N.V.<br>Nederlandse<br>Gasunie | 8114_leiding-<br>W-526-06-<br>deel-1 | 212.00 | 40.00 | 08-04-2022 |

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**



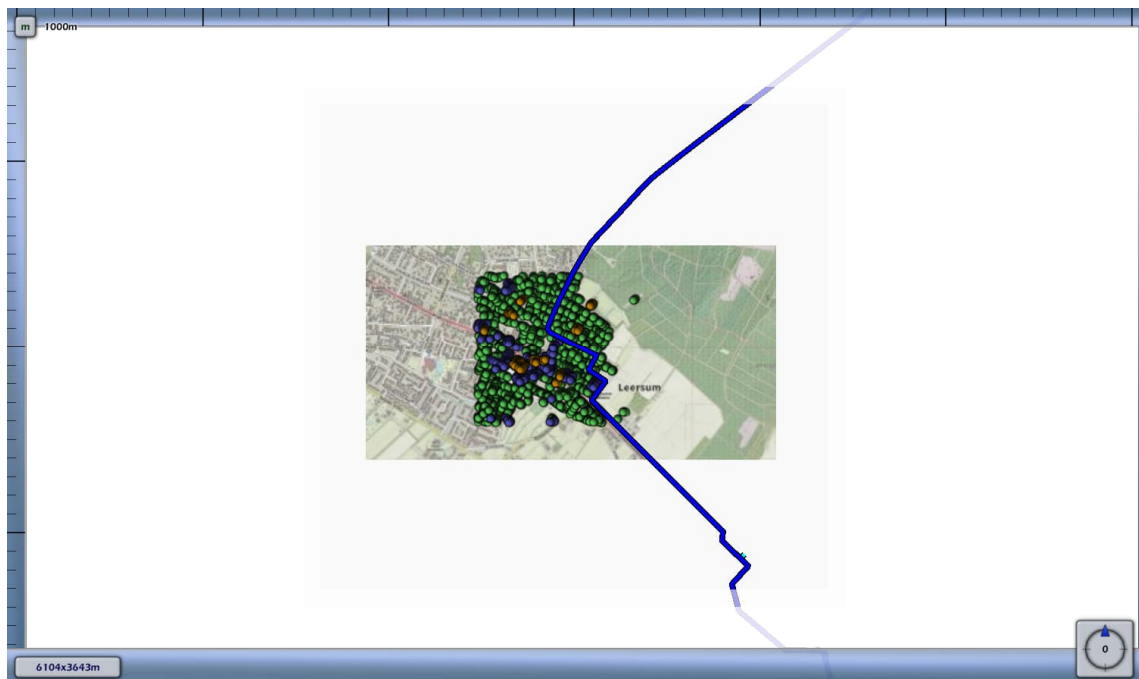
|                                                                        |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen                          |  |
| Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstreken is |  |

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

**Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen**



| Populatietype | Polygoonpunten                                                                      | Populatiepolygoon                                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Wonen         |  |  |
| Werken        |  |  |
| Evenement     |  |  |

### Populatiepolygoonen

| Label | Type | Aantal | Dichtheid | Vervangmodus | Percentage Personen |
|-------|------|--------|-----------|--------------|---------------------|
|-------|------|--------|-----------|--------------|---------------------|

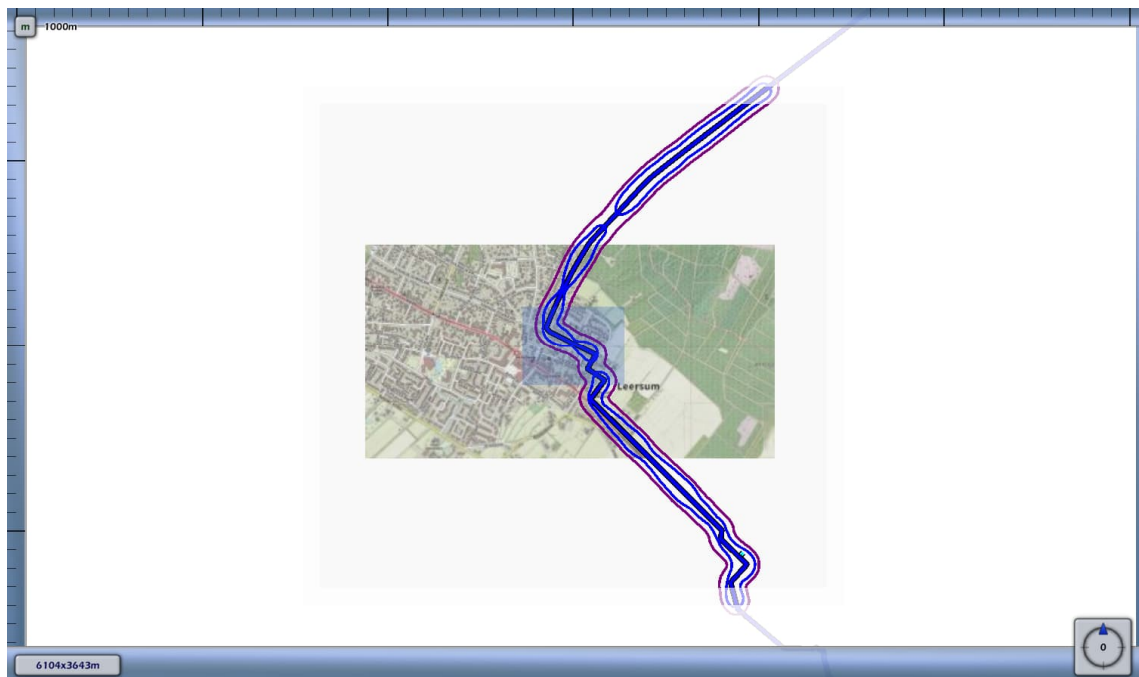
### Populatiebestanden

| Pad                                                                 | Type      | Aantal | Percentage Personen |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|--------|---------------------|
| populatie huidig\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt            | Evenement | 931    |                     |
| populatie huidig\industrie-dag100-nacht30.txt                       | Werken    | 21     |                     |
| populatie huidig\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt | Werken    | 1180   |                     |
| populatie huidig\wijzigingen.txt                                    | Wonen     | 0      |                     |
| populatie huidig\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt             | Wonen     | 2173   |                     |

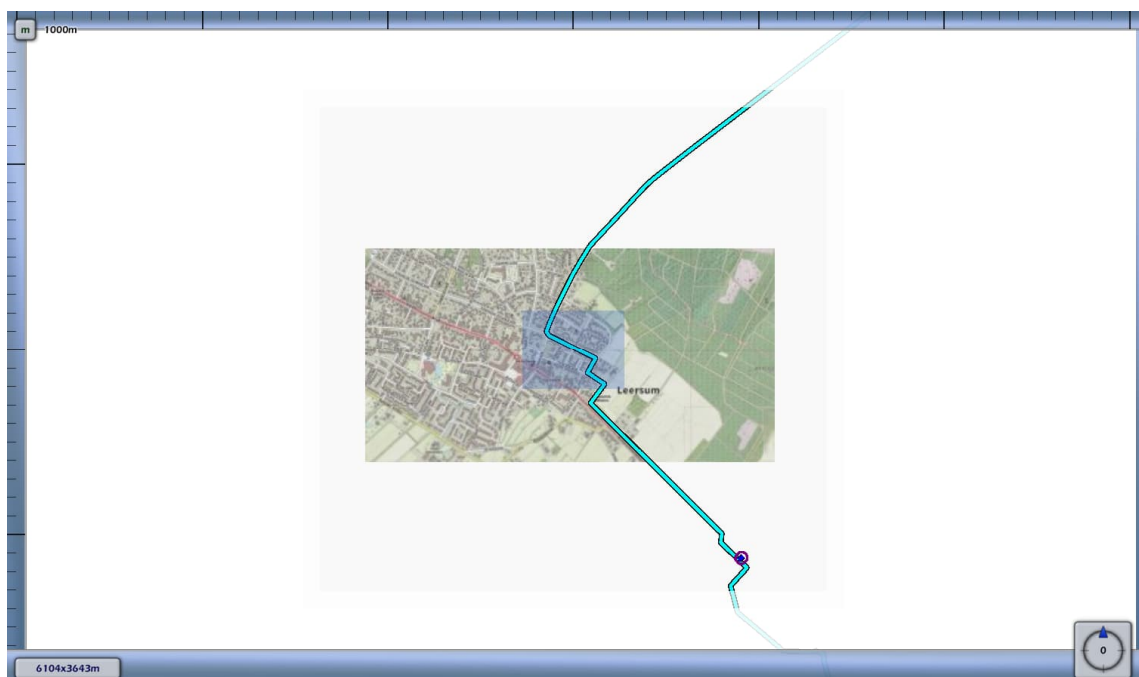
### 3 Plaatsgebonden risico

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.

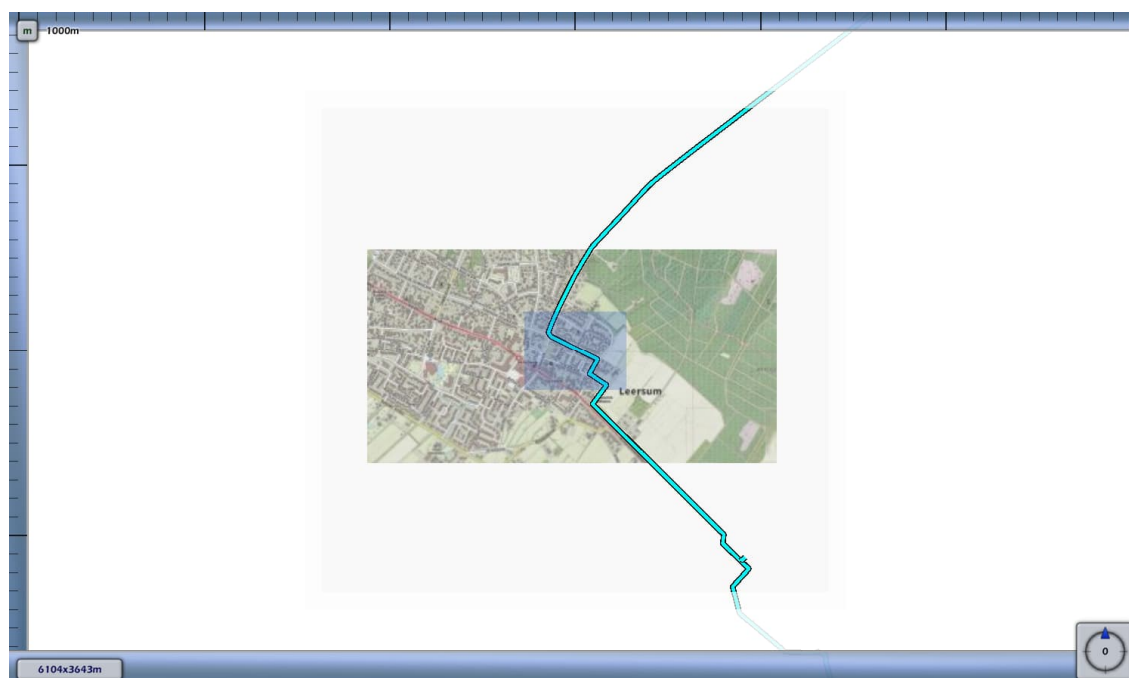
#### 3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



#### 3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



### 3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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



## 4 Groepsrisico screening

Om in één oogopslag een indruk te krijgen van het groepsrisico wordt het groepsrisico gescreend alvorens voor specifieke segmenten FN-curves te visualiseren. Voor elk van de leidingen wordt per stationing de overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico weergegeven. Deze is berekend door rondom elk punt op de leiding één kilometer segment te kiezen die gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding is een FN-curve berekend en voor deze FN-curve de overschrijdingsfactor.

De overschrijdingsfactor is de verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan 1 geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van 1 zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan 1 wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

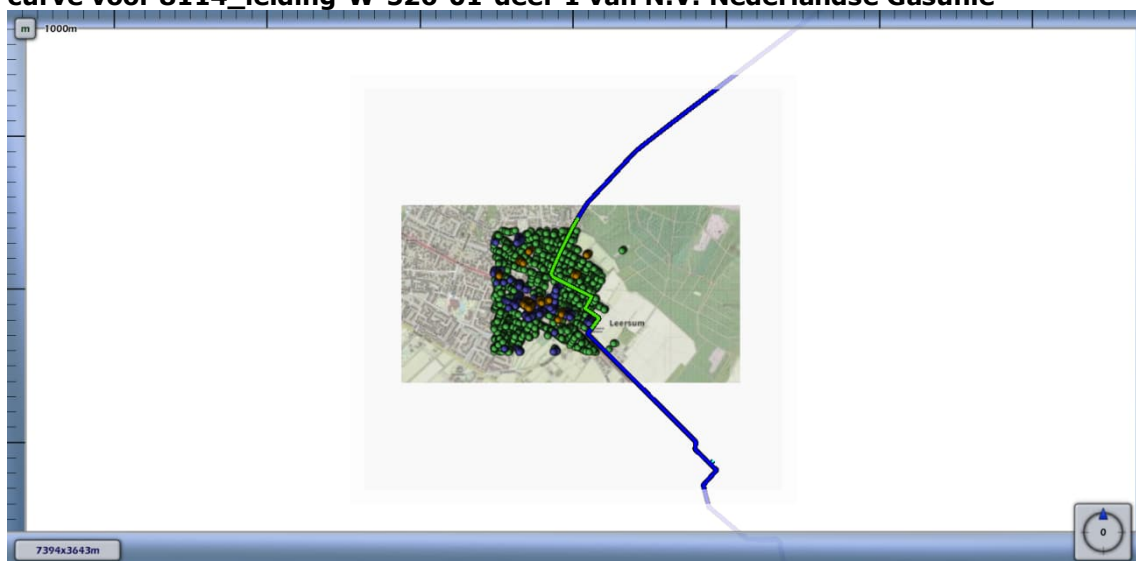
### 4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



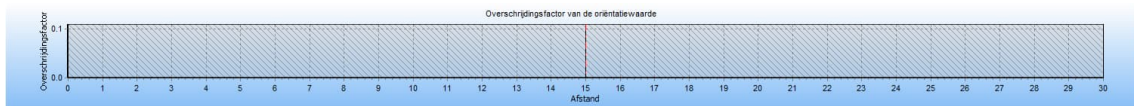
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 11 slachtoffers en een frequentie van  $4.07E-007$ .

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan  $4.926E-003$  en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2770.00 en stationing 3770.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

### Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



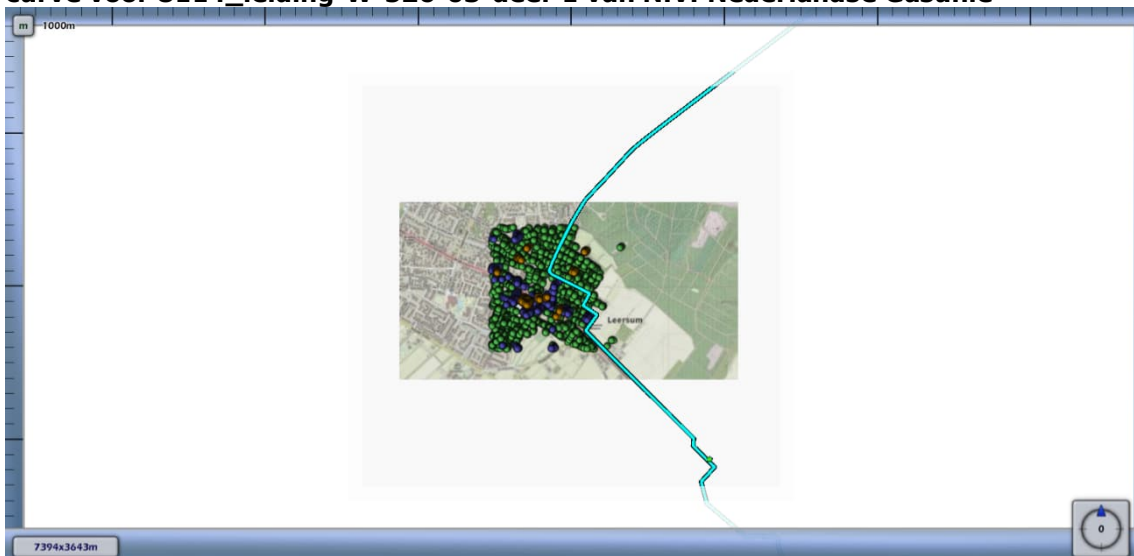
#### 4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 30.00. 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 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie**



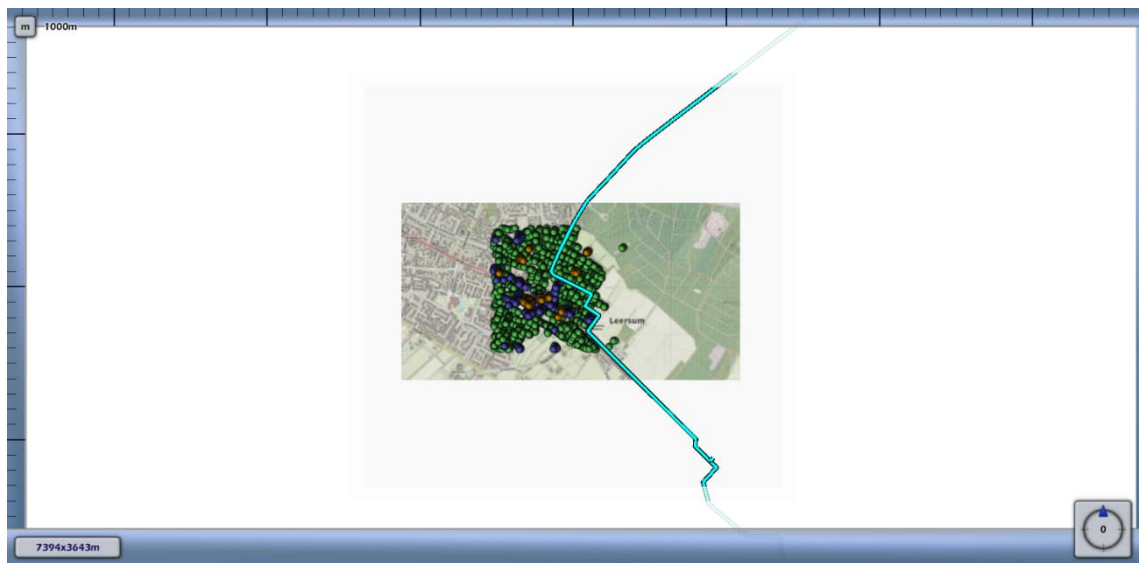
#### 4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

**Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie**



## 5 FN curves

Voor elk van de eerder genoemde leidingen is het groepsrisico berekend. Een samenvatting van de resultaten hiervan is gegeven in het voorgaande hoofdstuk; in dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

### 5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2770.00 en stationing 3770.00



### 5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00



**5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**



## 6 Conclusies

## 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.

## **B2 REKENRESULTATEN CAROLA – BEOOGDE SITUATIE**



# Kwantitatieve Risicoanalyse Hardwijkerweg 84-86 Nunspeet - beoogde situatie

Door:  
Robert van Hooy

## Samenvatting

# Inhoud

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Samenvatting .....                                                                                                                                             | 2  |
| 1 Inleiding .....                                                                                                                                              | 4  |
| 2 Invoergegevens .....                                                                                                                                         | 6  |
| 2.1 Interessegebied .....                                                                                                                                      | 6  |
| 2.2 Relevante leidingen.....                                                                                                                                   | 6  |
| 2.3 Populatie.....                                                                                                                                             | 7  |
| 3 Plaatsgebonden risico.....                                                                                                                                   | 10 |
| 3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                       | 10 |
| 3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                       | 10 |
| 3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                       | 11 |
| 4 Groepsrisico screening .....                                                                                                                                 | 12 |
| 4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                      | 12 |
| 4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                      | 13 |
| 4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....                                                      | 13 |
| 5 FN curves.....                                                                                                                                               | 15 |
| 5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 8114_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2770.00 en stationing 3770.00 ..... | 15 |
| 5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 8114_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00.....       | 15 |
| 5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 8114_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00 .....       | 16 |
| 6 Conclusies.....                                                                                                                                              | 17 |
| 7 Referenties.....                                                                                                                                             | 18 |

# 1 Inleiding

In deze rapportage worden de gebruikte invoergegevens en de door CAROLA gegenereerde resultaten weergegeven. Deze gegevens vormen de basis voor een QRA-rapportage. Naast deze basisinvoergegevens en –resultaten wordt in de Handleiding Risicoberekeningen Bevb aangegeven welke elementen ook in de QRA beschreven moeten worden. In onderstaand overzicht worden welke elementen beschreven moeten worden en of deze door CAROLA worden aangeleverd. Indien de elementen niet door CAROLA worden gegenereerd, moeten ze door de opsteller van de QRA-rapportage worden ingevuld. Het meest recente overzicht van de te beschrijven elementen wordt gegeven in de van kracht zijnde versie van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb.

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].

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

| Onderwerp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Vertrouwelijk/<br>Openbaar | Aangeleverd<br>door CAROLA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>1 Algemene rapportgegevens</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |                            |
| Administratieve gegevens:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Openbaar                   | Deels                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb)</li> <li>naam en adres van de opsteller van de QRA</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |                            | Nee                        |
| Reden opstellen QRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Openbaar                   | Nee                        |
| Gevolgde methodiek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Openbaar                   | Ja                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>rekenpakket met versienummer</li> <li>parameterbestand met versienummer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |                            |                            |
| Peildatum QRA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>datum van de berekening</li> <li>datum van aanmaak van de buisleidinggegevens</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |                            | Ja<br>Nee                  |
| <b>2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                            |
| Gegevens buisleiding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>naam buisleiding</li> <li>diameter</li> <li>druk</li> <li>eventuele mitigerende maatregelen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   |                            | Ja<br>Ja<br>Ja<br>Ja       |
| Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>leiding</li> <li>noordpijl en schaalindicatie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |                            | Ja<br>Ja                   |
| <b>3 Beschrijving omgeving</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                            |
| Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Openbaar                   |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>bestemmingsplannen al dan niet gedeeltelijk binnen de PR 10<sup>-6</sup>-contour en het invloedsgebied</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |                            | Ja indien<br>ingevoerd     |
| Actuele topografische kaart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Openbaar                   | Ja indien<br>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, vliegroutes, windturbines)                                                                                                                                                                      | Openbaar                   |                            |
| Gebruikt weerstation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Openbaar                   | Ja                         |
| <b>4 Beschrijving per leiding van mogelijke risico's voor de omgeving</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                            |
| Samenvattend overzicht van de resultaten van de QRA, waarin tenminste is opgenomen:                                                                                                                                                                                                                                                             | Openbaar                   | Ja                         |
| Kaart met het berekende plaatsgebonden risico, met contouren voor 10 <sup>-4</sup> , 10 <sup>-5</sup> , 10 <sup>-6</sup> , 10 <sup>-7</sup> en 10 <sup>-8</sup> (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 <sup>-9</sup> 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                   | Nee                        |
| Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10 <sup>-6</sup> per jaar zijn                                                                                                                                                                                                          | Openbaar                   |                            |
| 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 23-05-2022.

Dit project is opgeslagen onder de naam P:\prj100\SRO\041\2\_Werk\Onderzoek\Externe veiligheid\Carola\Rekenmodel\Pomplaan Leersum - beoogd.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 13-05-2022.

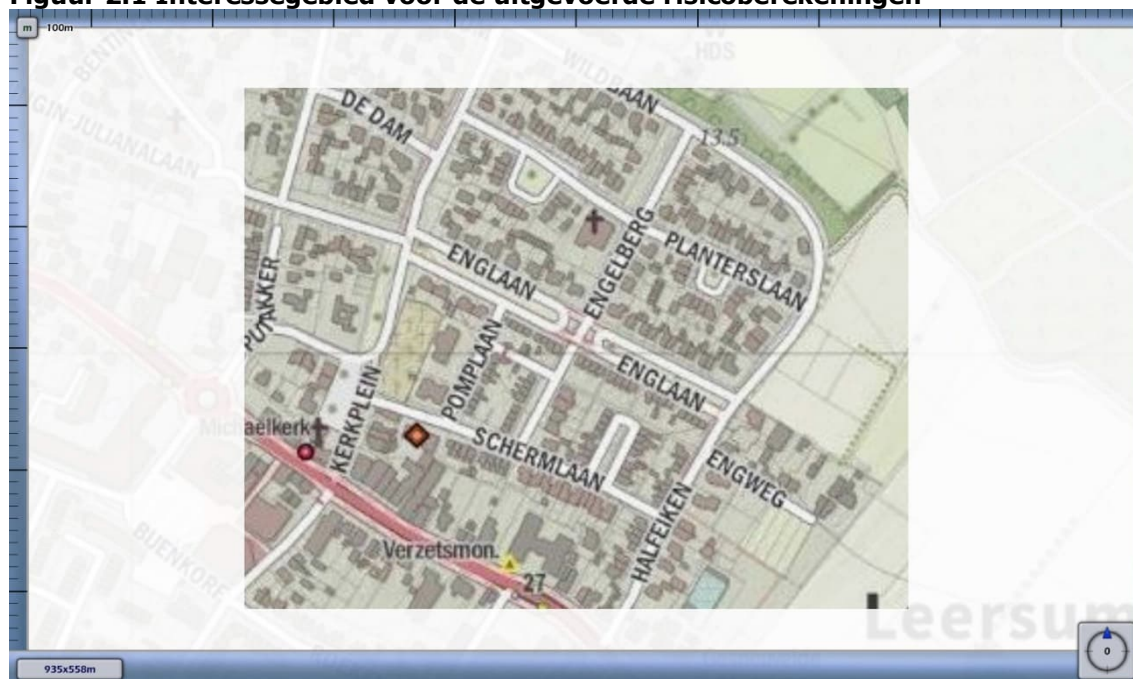
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Soesterberg. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

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.

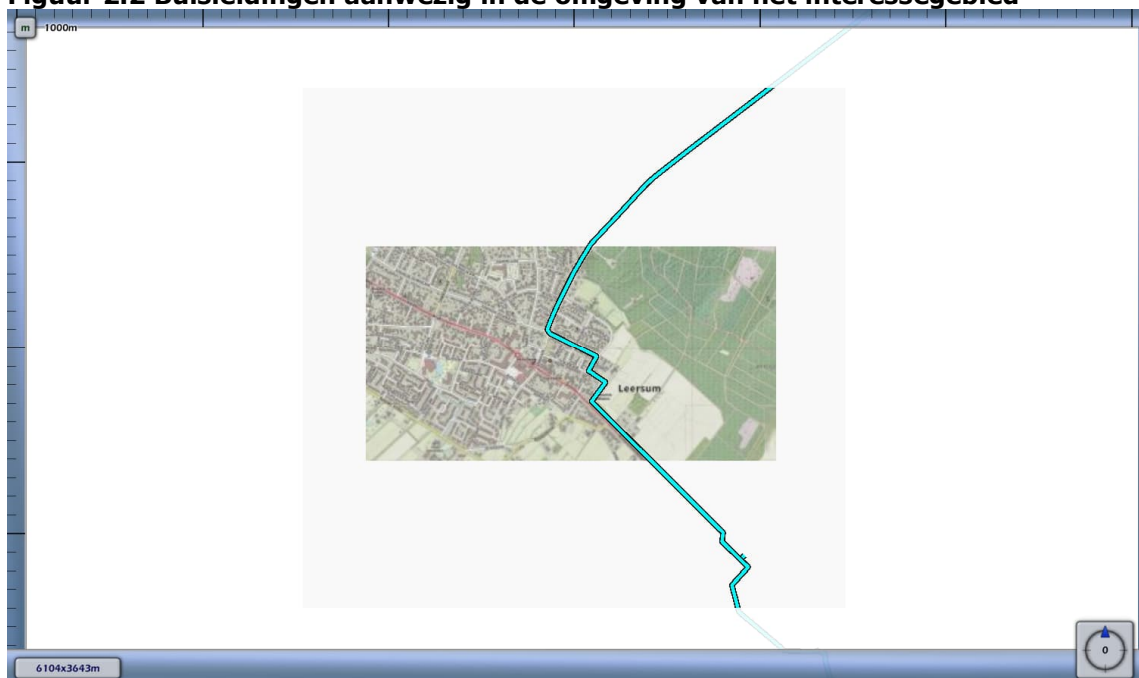
| Eigenaar                 | Leidingnaam                  | Diameter [mm] | Druk [bar] | Datum aanleveren gegevens |
|--------------------------|------------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| N.V. Nederlandse Gasunie | 8114_leiding-W-526-01-deel-1 | 212.00        | 40.00      | 08-04-2022                |

|                                |                                      |        |       |            |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------|-------|------------|
| N.V.<br>Nederlandse<br>Gasunie | 8114_leiding-<br>W-526-03-<br>deel-1 | 114.30 | 40.00 | 08-04-2022 |
| N.V.<br>Nederlandse<br>Gasunie | 8114_leiding-<br>W-526-06-<br>deel-1 | 212.00 | 40.00 | 08-04-2022 |

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**



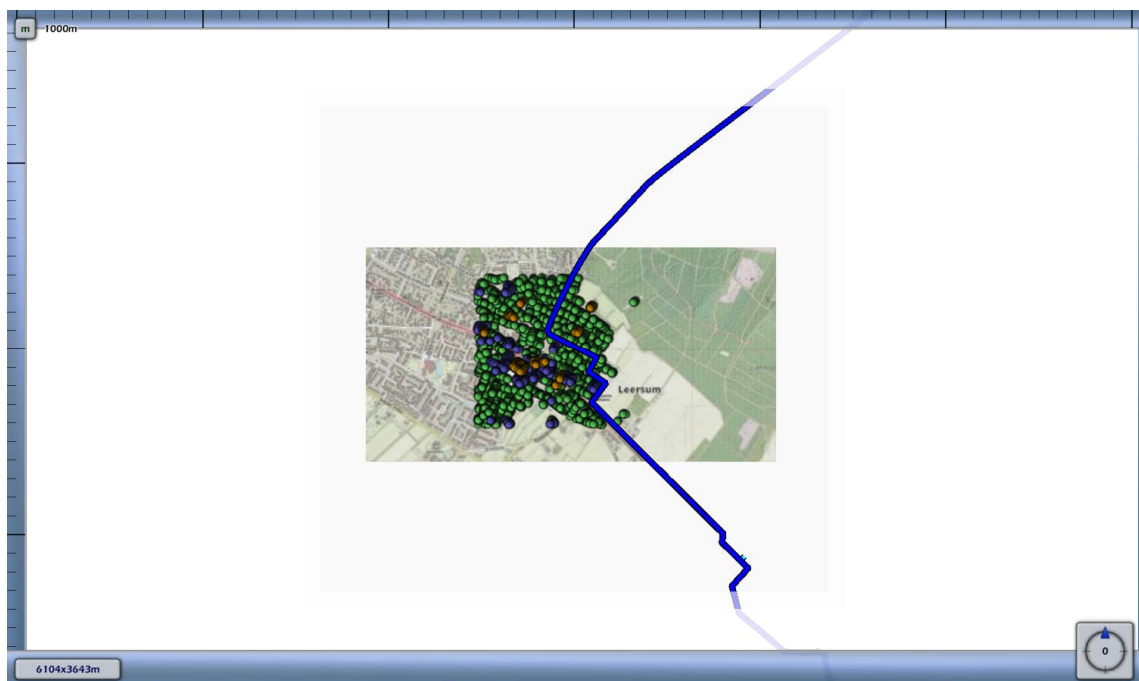
|                                                                        |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen                          |  |
| Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstreken is |  |

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

**Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen**



| Populatietype | Polygoonpunten                                                                      | Populatiepolygoon                                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Wonen         |  |  |
| Werken        |  |  |
| Evenement     |  |  |

### Populatiepolygoon

| Label      | Type  | Aantal | Dichtheid | Vervangmodus                     | Percentage Personen        |
|------------|-------|--------|-----------|----------------------------------|----------------------------|
| plangebied | Wonen | 27.0   |           | Toevoegen<br>Nieuwe<br>Populatie | 100/ 37/ 7/ 1/<br>100/ 100 |

### Populatiebestanden

| Pad                                                                 | Type      | Aantal | Percentage Personen |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|--------|---------------------|
| populatie beoogd\bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt            | Evenement | 931    |                     |
| populatie beoogd\industrie-dag100-nacht30.txt                       | Werken    | 21     |                     |
| populatie beoogd\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt | Werken    | 1169   |                     |
| populatie beoogd\wijzigingen.txt                                    | Wonen     | 0      |                     |
| populatie beoogd\wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt             | Wonen     | 2173   |                     |

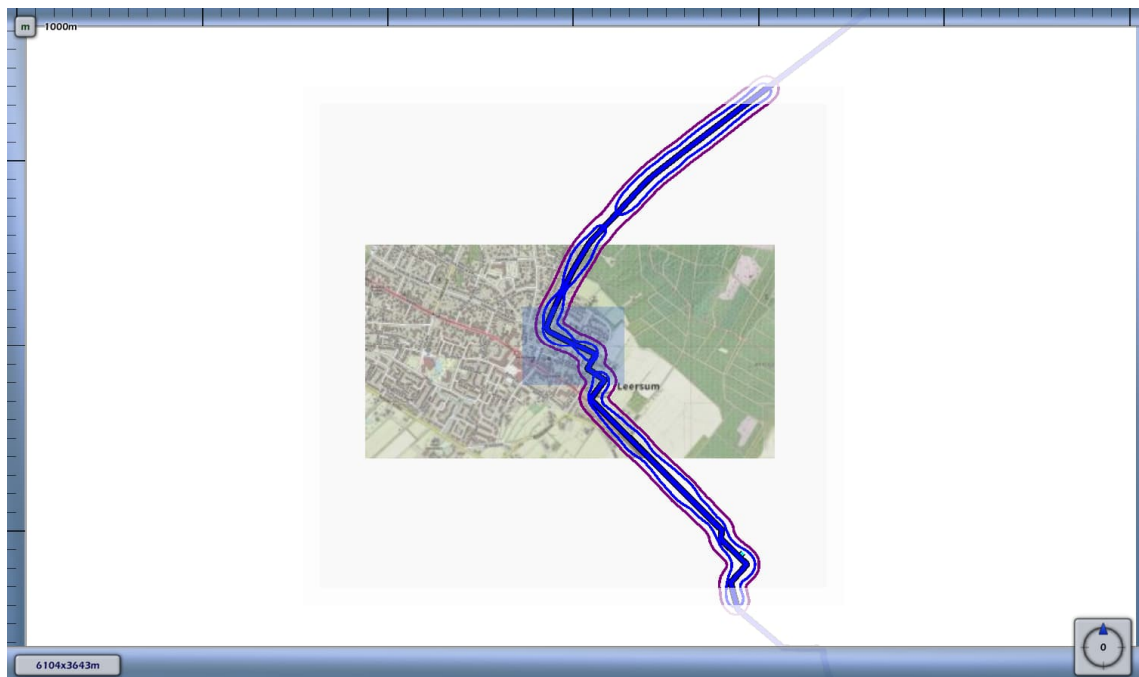




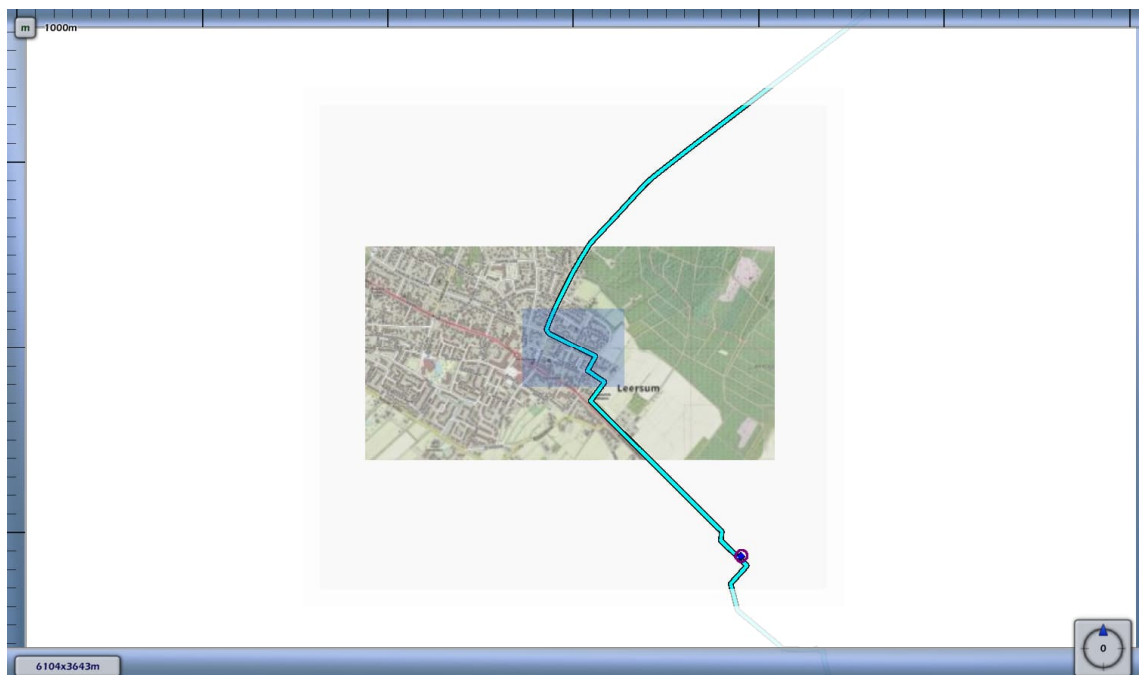
### 3 Plaatsgebonden risico

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.

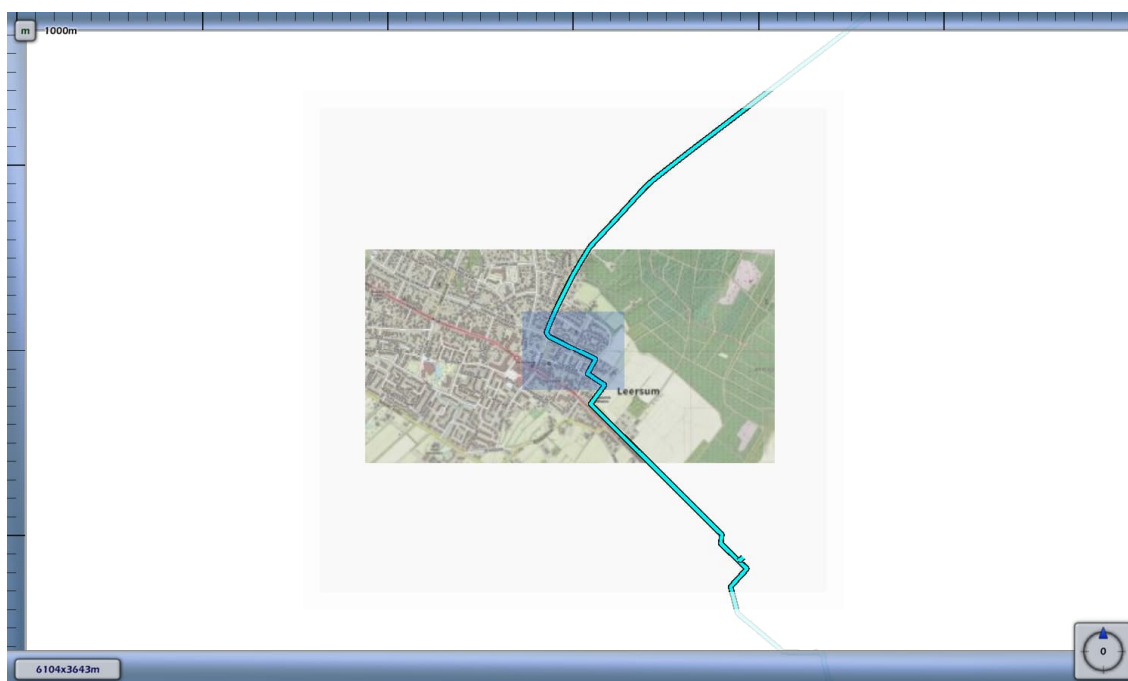
#### 3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



#### 3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



### 3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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

## 4 Groepsrisico screening

Om in één oogopslag een indruk te krijgen van het groepsrisico wordt het groepsrisico gescreend alvorens voor specifieke segmenten FN-curves te visualiseren. Voor elk van de leidingen wordt per stationing de overschrijdingsfactor van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico weergegeven. Deze is berekend door rondom elk punt op de leiding één kilometer segment te kiezen die gecentreerd ligt ten opzichte van dit punt. Voor deze kilometer leiding is een FN-curve berekend en voor deze FN-curve de overschrijdingsfactor.

De overschrijdingsfactor is de verhouding tussen de FN-curve en de oriëntatiewaarde. Daarmee is de overschrijdingsfactor een maat die aangeeft in hoeverre de oriëntatiewaarde wordt genaderd of overschreden. Een overschrijdingsfactor kleiner dan 1 geeft aan dat de FN-curve onder de oriëntatiewaarde blijft. Bij een waarde van 1 zal de FN-curve de oriëntatiewaarde raken. Bij een waarde groter dan 1 wordt de oriëntatiewaarde overschreden.

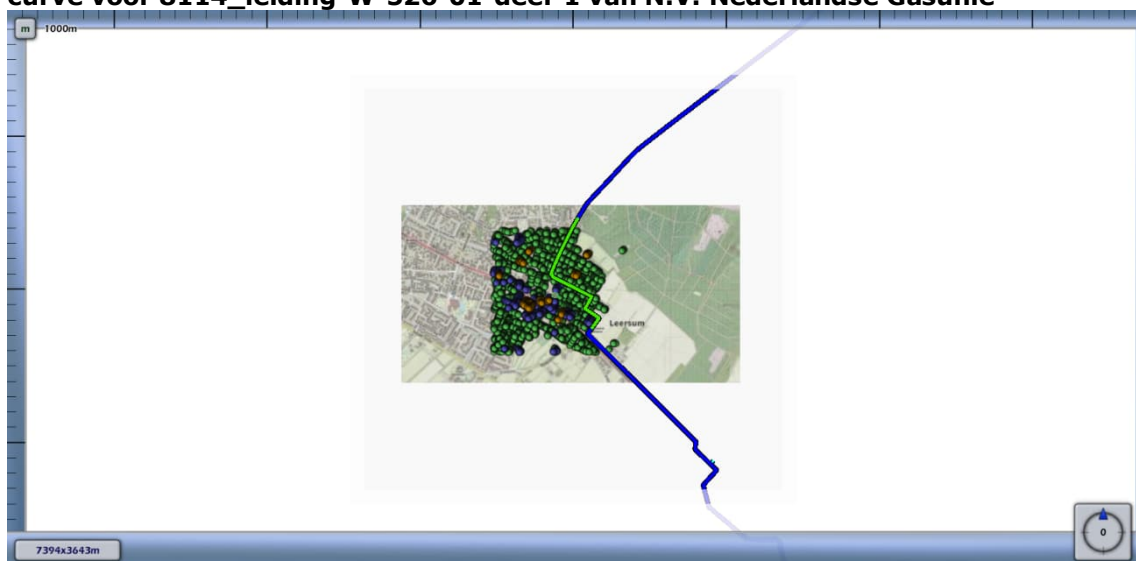
### 4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



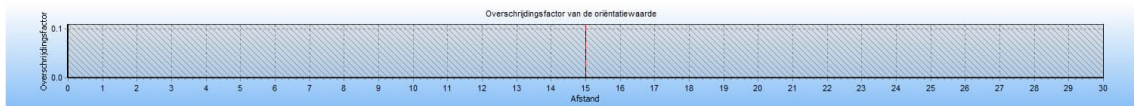
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 11 slachtoffers en een frequentie van  $4.07E-007$ .

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan  $4.926E-003$  en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 2770.00 en stationing 3770.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

### Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



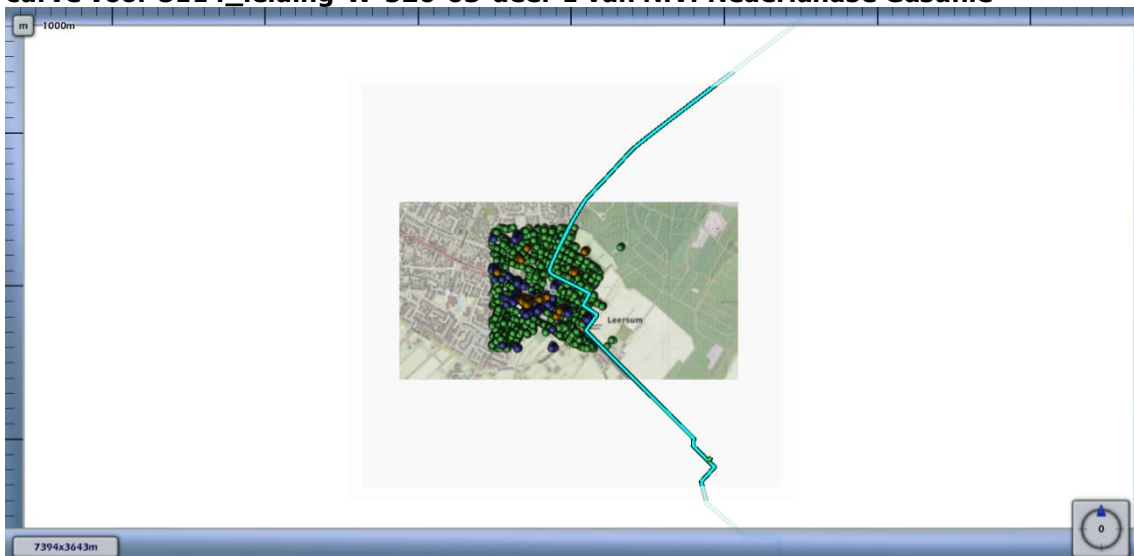
#### 4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 30.00. 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 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie**



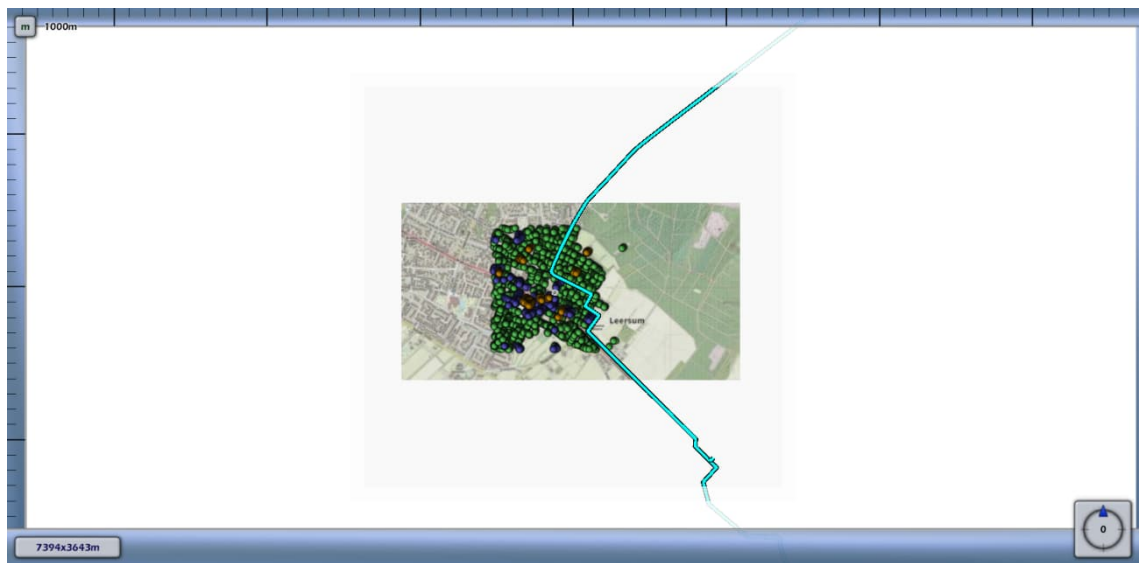
#### 4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

**Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie**



## 5 FN curves

Voor elk van de eerder genoemde leidingen is het groepsrisico berekend. Een samenvatting van de resultaten hiervan is gegeven in het voorgaande hoofdstuk; in dit hoofdstuk wordt voor elk van de leidingen de daadwerkelijke FN-curve gegeven van de (in termen van groepsrisico) "slechtste" kilometer van het betreffende tracé.

### 5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-01-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 2770.00 en stationing 3770.00



### 5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 30.00



**5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 8114\_leiding-W-526-06-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00**





## 6 Conclusies

## 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.