



Adviesgroep AVIV BV  
M.H. Tromplaan 55  
7513 AB Enschede

## Externe veiligheid / Locatie Rijksparallelweg / Schuthekkeweg te Staphorst

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| <b>Project</b> | 183678          |
| <b>Datum</b>   | 5 november 2018 |

**Opdrachtgever**  
BJZ.nu  
t.a.v. N. Broekhuis  
Twentepoort Oost 16a  
7609 RG Almelo

## Externe veiligheid / Locatie

### Rijksparallelweg / Schuthekkeweg te Staphorst

**Project** 183678

**Datum** 5 november 2018

**Auteur** S.J.M. van Veldhoven  
**Review** A.J.H. Schulenberg  
**Versie nr.** 01

**Opdrachtgever** BJZ.nu  
 t.a.v. N. Broekhuis  
 Twentepoort Oost 16a  
 7609 RG Almelo

## Inhoudsopgave

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Inleiding</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>2 Normstelling externe veiligheid</b>       | <b>5</b>  |
| 2.1 Risicobenadering                           | 5         |
| 2.2 Besluit externe veiligheid transportroutes | 5         |
| 2.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen   | 8         |
| <b>3 Uitgangspunten risicoberekening</b>       | <b>12</b> |
| 3.1 Ligging plangebied en risicobronnen        | 12        |
| 3.2 Hogedruk aardgasleidingen                  | 12        |
| 3.3 Wegtransport A28                           | 13        |
| 3.4 Bebouwing                                  | 14        |
| <b>4 Resultaten aardgasleidingen</b>           | <b>15</b> |
| 4.1 Plaatsgebonden risico                      | 15        |
| 4.2 Groepsrisico                               | 15        |
| <b>5 Resultaten A28</b>                        | <b>17</b> |
| 5.1 Plaatsgebonden risico                      | 17        |
| 5.2 Groepsrisico                               | 17        |
| 5.3 Plasbrandaandachtsgebied                   | 18        |
| <b>6 Conclusie</b>                             | <b>19</b> |
| 6.1 Hogedruk aardgasleidingen                  | 19        |
| 6.2 Wegtransport A28                           | 19        |
| <b>Referenties</b>                             | <b>20</b> |
| <b>Bijlage 1. Gegevens bebouwing</b>           | <b>21</b> |
| <b>Bijlage 2. Carola-rapportage</b>            | <b>24</b> |

## 1 Inleiding

Er bestaan plannen voor de realisatie van twee á drie bouwkavels bestemd voor woningen op de locatie Rijksparallelweg/Schuthekkeweg in Staphorst. De locatie ligt binnen de invloedsgebieden van een aardgastransportleiding van Gasunie en de rijksweg A28 waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. Voor een goede ruimtelijke onderbouwing is inzicht in de externe veiligheidsrisico's nodig. In deze rapportage worden de resultaten van de risicoberekeningen gepresenteerd.

## 2 Normstelling externe veiligheid

### 2.1 Risicobenadering

Het risico voor personen die verblijven in de omgeving van activiteiten met gevaarlijke stoffen wordt gevat onder het begrip externe veiligheid (EV). De risicobenadering externe veiligheid kent twee begrippen om het risiconiveau voor dergelijke activiteiten in relatie tot de omgeving aan te geven. Deze begrippen zijn het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR).

Met het PR wordt de aan te houden afstand geëvalueerd tussen de activiteit en kwetsbare functies in de omgeving. Of een functie kwetsbaar of beperkt kwetsbaar is, is te vinden in het Besluit externe veiligheid Inrichtingen (Bevi) [1]. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen, scholen, ziekenhuizen en grote kantoorgebouwen. Beperkt kwetsbare objecten zijn onder andere verspreid liggende woningen, sporthallen en bedrijfsgebouwen. De volledige Bevi-lijst is opgenomen in bijlage 2 van dit rapport.

Met het GR wordt geëvalueerd of als gevolg van een ongeval een groot aantal slachtoffers kan vallen, doordat een grote groep personen blootgesteld wordt.

### 2.2 Besluit externe veiligheid transportroutes

Het transport van gevaarlijke stoffen brengt risico's met zich mee door de mogelijkheid dat bij een ongeval gevaarlijke stoffen kunnen vrijkomen. Voor het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor en het binnenwater is een risiconormering vastgesteld. In het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt) zijn de regels opgenomen voor de ruimtelijke ordening [2]. Voor infrabesluiten zijn de regels vastgelegd in de Beleidsregels EV-beoordeling Tracébesluiten (de Beleidsregels) [3].

Op 1 april 2015 is het Basisnet volledig in werking getreden. Het basisnet bestaat uit een aangewezen aantal routes (wegen, spoorwegen en vaarwegen) waarop het mogelijk moet zijn en blijven om gevaarlijke stoffen te vervoeren. Het doel van het Basisnet is het vastleggen en waarborgen van een duurzame balans tussen het vervoer van gevaarlijke stoffen, de ruimtelijke omgeving en de veiligheid van mensen die wonen en werken langs de route. Het Basisnet stelt grenzen aan het risico vanwege het vervoer van gevaarlijke stoffen over wegen, vaarwegen en spoorlijnen alsmede aan ruimtelijke ontwikkelingen langs die wegen, vaarwegen en spoorlijnen. Voor elke weg, spoorlijn en vaarweg die deel uitmaakt van het Basisnet, is vastgesteld hoeveel risico het vervoer van gevaarlijke stoffen over die weg, spoorlijn of vaarweg maximaal mag veroorzaken. De basisnetroutes en deze zogenoemde "risicoplafonds" zijn vastgelegd in de regeling basisnet [4].

### 2.2.1 Plaatsgebonden risico

Het PR is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een transportroute bevindt, overlijdt door een ongeval met het transport van gevaarlijke stoffen op die route. Plaatsen met een gelijk risico kunnen door zogenaamde risicocontouren op een kaart worden weergegeven. Het PR leent zich daarmee goed voor het vaststellen van een veiligheidszone tussen een route en kwetsbare bestemmingen zoals woonwijken. In tabel 1 wordt weergegeven welke normen voor het plaatsgebonden risico van toepassing zijn.

| Type object                | Omgevingsbesluit         |
|----------------------------|--------------------------|
| Kwetsbare objecten         | Grenswaarde PR $10^{-6}$ |
| Beperkt kwetsbare objecten | Richtwaarde PR $10^{-6}$ |

Tabel 1. Normen plaatsgebonden risico

De grenswaarde moet te allen tijde in acht worden genomen, het bevoegd gezag mag niet van de grenswaarde afwijken. Voor de richtwaarde geldt dat uitsluitend in geval van zwaarwegende belangen (zoals economische) daarvan mag worden afgeweken. Voor ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving van basisnetroutes dienen de afstanden rechtstreeks getoetst te worden aan de risicoplafonds zoals die zijn vastgesteld in de Regeling Basisnet [4]. Voor ruimtelijke ontwikkelingen in de omgeving van andere dan de basisnetroutes dienen de afstanden getoetst te worden aan de berekende  $10^{-6}$  contour van het plaatsgebonden risico. In veel gevallen is een risicoberekening niet nodig en kan worden volstaan met het toepassen van de vuistregels uit de Handleiding Risicoanalyse Transport (Hart) [5].

### 2.2.2 Groepsrisico

Indien een plangebied ligt binnen het invloedsgebied van een transportroute waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd, wordt in de toelichting bij het bestemmingsplan en in de ruimtelijke onderbouwing van de omgevingsvergunning in elk geval ingegaan op:

- De mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp op die transportroute, en
- Voor zover dat plan of die vergunning betrekking heeft op nog niet aanwezige kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten: de mogelijkheden voor personen om zich in veiligheid te brengen indien zich op die transportroute een ramp voordoet.

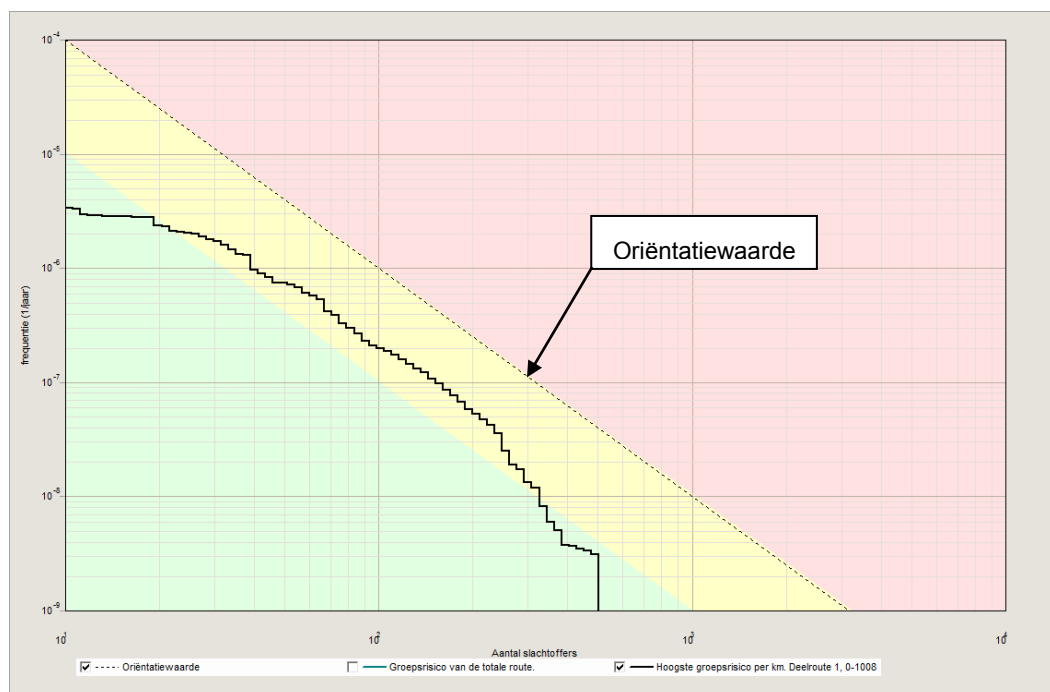
Als het groepsrisico door een bestemmingsplan dat geheel of gedeeltelijk gelegen is binnen 200 m van een transportroute meer dan 10% toeneemt ten opzichte van de bestaande situatie en groter is dan 10% van de oriëntatiewaarde dient het groepsrisico te worden verantwoord. Dit wordt ook wel aangeduid als de verantwoordingsplicht groepsrisico. In de

motivering bij het betrokken besluit moeten ten minste de volgende gegevens worden opgenomen:

- 1°. de dichtheid van personen in het invloedsgebied van de transportroute op het tijdstip waarop het plan of besluit wordt vastgesteld, rekening houdend met de in dat gebied reeds aanwezige personen en de personen die in dat gebied op grond van het geldende bestemmingsplan of de geldende bestemmingsplannen of een omgevingsvergunning redelijkerwijs te verwachten zijn, en
- 2°. de als gevolg van het bestemmingsplan of de omgevingsvergunning redelijkerwijs te verwachten verandering van de dichtheid van personen in het gebied waarop dat plan of die vergunning betrekking heeft;
- het groepsrisico op het tijdstip waarop het plan of de vergunning wordt vastgesteld en de bijdrage van de in dat plan of besluit toegelaten kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten aan de hoogte van het groepsrisico, vergeleken met de oriëntatiewaarde;
- de maatregelen ter beperking van het groepsrisico die bij de voorbereiding van het plan of de vergunning zijn overwogen en de in dat plan of die vergunning opgenomen maatregelen, waaronder de stedenbouwkundige opzet en voorzieningen met betrekking tot de inrichting van de openbare ruimte, en
- de mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkelingen met een lager groepsrisico en de voor- en nadelen daarvan.

Het groepsrisico geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de beschouwde activiteit, kortom de kans op een ramp. Het aantal personen dat in de omgeving van de route verblijft, bepaalt mede de hoogte van het GR. Het GR wordt weergegeven in een zogenaamde fN-curve, op de verticale as staat de cumulatieve kans per jaar f op een ongeval met N of meer slachtoffers en op de horizontale as het aantal slachtoffers. Figuur 1 geeft een voorbeeld.

Het groepsrisico wordt bepaald per kilometer route en vergeleken met de oriëntatiewaarde. Deze waarde helpt het bevoegd gezag bij de afweging of de kans op een ramp opweegt tegen het maatschappelijk voordeel van het voorgenomen besluit. Het begrip *oriëntatiewaarde* houdt in dat het bevoegd gezag gemotiveerd kan besluiten een hogere kans op een ramp te accepteren.



Figuur 1. Voorbeeld groeprisico transportroute

## 2.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen

Sinds 1 januari 2011 is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) van kracht [6]. Hieronder is kort de toetsing aan de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de oriëntatiewaarde van het groeprisico geschetst.

### 2.3.1 Plaatsgebonden risico

In het kader van de risicobenadering moet de vraag worden beantwoord of er sprake is van een relatief hoog risico. Afhankelijk van de kenmerken van de buisleiding en de specifieke gevaren voor de omgeving, kan een zekere scheiding tussen buisleidingen en werk- en woongebieden gewenst zijn. Bij deze vraagstelling worden de risiconormen gehanteerd, die door de rijksoverheid zijn vastgesteld. Voor nieuwe buisleidingen is in het Bevb de eis opgenomen dat deze zodanig aangelegd moeten worden conform de best beschikbare technieken dat de PR  $10^{-6}$  contour zo veel mogelijk binnen de belemmeringenstrook komt te liggen. Deze plicht rust op de exploitant van de leiding. Deze eis geldt ook als een bestaande leiding wordt vervangen. Zo wordt deze strenge norm voor het plaatsgebonden risico van toepassing op nieuwe situaties. Het ontstaan van nieuwe knelpunten wordt daarmee voorkomen en het ruimtebeslag van nieuwe buisleidingen wordt beperkt tot de belemmeringenstrook.



De grenswaarde voor het plaatsgebonden risico is ook van toepassing op bestaande buisleidingen. Dit levert in bepaalde gevallen bij bestaande bebouwing<sup>1</sup> binnen de risicocontour van de buisleiding een knelpunt op. Daar waar kwetsbare objecten zoals woningen en scholen binnen de risicocontour PR  $10^{-6}$  liggen, gaat een wettelijke saneringsplicht gelden. De leidingexploitant is hierop aanspreekbaar en neemt binnen een overgangstermijn zodanige saneringsmaatregelen dat er sprake is van een acceptabele situatie.

Voor de initiatiefnemer van het ruimtelijk plan geldt dat er geen nieuwe kwetsbare bestemmingen gerealiseerd mogen worden binnen de  $10^{-6}$  contour van het plaatsgebonden risico indien aanwezig, en dat deze contour een richtwaarde is voor beperkt kwetsbare bestemmingen. Binnen de belemmeringenstrook mogen geen nieuwe

kwetsbare objecten worden gerealiseerd. De belemmeringenstrook en de buisleidingen moeten in het bestemmingsplan worden aangegeven.

Het Bevb verwijst voor de (niet limitatieve) lijst van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten naar het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

### 2.3.2 Groepsrisico

Bij het beoordelen van het GR wordt het (lokale) bevoegd gezag de mogelijkheid geboden om gemotiveerd van de oriëntatiewaarde voor het GR af te wijken. Er moet sprake zijn van een openbare en goed inzichtelijke belangenafweging, waarin moet zijn aangegeven waarom in het specifieke geval daarvan is afgeweken. De beslissing om van de oriëntatiewaarde af te wijken is vatbaar voor beroep. Het GR wordt voor het gehele relevante gebied berekend. Door middel van bron- of ruimtelijke maatregelen kan mogelijk dat risico worden gereduceerd. Daar waar het gaat om het stellen van randvoorwaarden in de ruimtelijke ordening wordt het afwegingsgebied echter gemaximaliseerd tot de grens waarbinnen nog 1% van de aanwezige personen overlijdt (1%-letaliteitszone). Het GR geeft voor dit gebied aan welke bebouwingsdichtheid nog acceptabel is, gelet op de voorgestelde oriëntatiewaarde. In het aangegeven gebied is bebouwing dus wel toegestaan maar is de dichtheid van bebouwing soms gelimiteerd.

Bij de toetsing moet worden gezien of de kans per kilometer buisleiding op een bepaald aantal slachtoffers groter is dan de oriëntatiewaarde. De oriëntatiewaarde geldt voor zowel bestaande als nieuwe situaties.

De regeling over het groepsrisico in het Bevb vertoont duidelijk overeenkomst met de regelingen in het Bevi. Het uitgangspunt is dat er een verplichting geldt om het groepsrisico mee te wegen en te verantwoorden bij de vaststelling van een bestemmingsplan, inpassingsplan of omgevingsvergunning (projectbesluit) dat betrekking heeft op het

<sup>1</sup> Onder bestaande bebouwing wordt verstaan fysiek aanwezige bebouwing en geprojecteerde bebouwing die is toegestaan op basis van een vastgesteld bestemmingsplan of vrijstellingsbesluit

invloedsgebied van een geprojecteerde of bestaande buisleiding. De toetsing aan de oriëntatiewaarde vindt op dezelfde manier plaats als hierboven geschetst. De verantwoording van het groepsrisico is op onderdelen iets anders geformuleerd en kent in bepaalde gevallen een vereenvoudiging.

#### *Verantwoording groepsrisico*

Bij de vaststelling van een bestemmingsplan, op grond waarvan de aanleg van een buisleiding, of de aanleg, bouw of vestiging van een kwetsbaar of een beperkt kwetsbaar object wordt toegelaten, wordt tevens het groepsrisico in het invloedsgebied van de buisleiding verantwoord. In de toelichting van dit besluit wordt dan vermeld:

- a. de aanwezige en de op grond van het besluit te verwachten dichtheid van personen in het invloedsgebied van de buisleiding of buisleidingen die het groepsrisico mede veroorzaakt of veroorzaken;
- b. het groepsrisico per kilometer buisleiding op het tijdstip waarop het besluit wordt vastgesteld en de bijdrage van de in dat besluit toegelaten kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten aan de hoogte van het groepsrisico, vergeleken met 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;
- c. indien mogelijk, de maatregelen ter beperking van het groepsrisico die worden toegepast door de exploitant van de buisleiding die dat risico mede veroorzaakt;
- d. andere mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkelingen met een lager groepsrisico en de voor- en nadelen daarvan;
- e. de mogelijkheden en de voorgenomen maatregelen tot beperking van het groepsrisico in de nabije toekomst;
- f. de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval als bedoeld in art. 1 van de Wet rampen en zware ongevallen.
- g. de mogelijkheden voor personen die zich bevinden in het invloedsgebied van de buisleiding of buisleidingen die het groepsrisico mede veroorzaakt of veroorzaken, om zich in veiligheid te brengen indien zich een ramp of zwaar ongeval voordoet. Voorafgaand aan de vaststelling van een besluit als bedoeld in het eerste lid stelt het voor dat besluit bevoegde gezag het bestuur van de regionale brandweer in wiens regio het gebied ligt waarop dat besluit betrekking heeft, in de gelegenheid advies uit te brengen in verband met het groepsrisico en de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval alsmede hulpverlening en zelfredzaamheid.

#### *Beperkte verantwoording*

Het Bevb introduceert een nieuwe onderverdeling van situaties waarin een 'volledige' verantwoording van het groepsrisico noodzakelijk is en situaties waarin met een beperktere

verantwoording kan worden volstaan. Er zijn twee situaties waarin volstaan kan worden met een beperkte verantwoording (art. 12, lid 3):

1. Indien het ruimtelijk besluit betrekking heeft op het gebied tussen de 100% letaliteitszone en de 1% letaliteitszone van de buisleiding (in geval van toxische stoffen tussen de 1% letaliteitszone en de afstand waarop het plaatsgebonden risico gelijk is aan  $10^{-8}$ ).
2. a. als het groepsrisico onder 0.1 keer de oriëntatiewaarde blijft;  
b. als het groepsrisico minder dan 10% toeneemt.

In een beperkte verantwoording van het groepsrisico hoeven slechts vier zaken aan de orde te komen, namelijk:

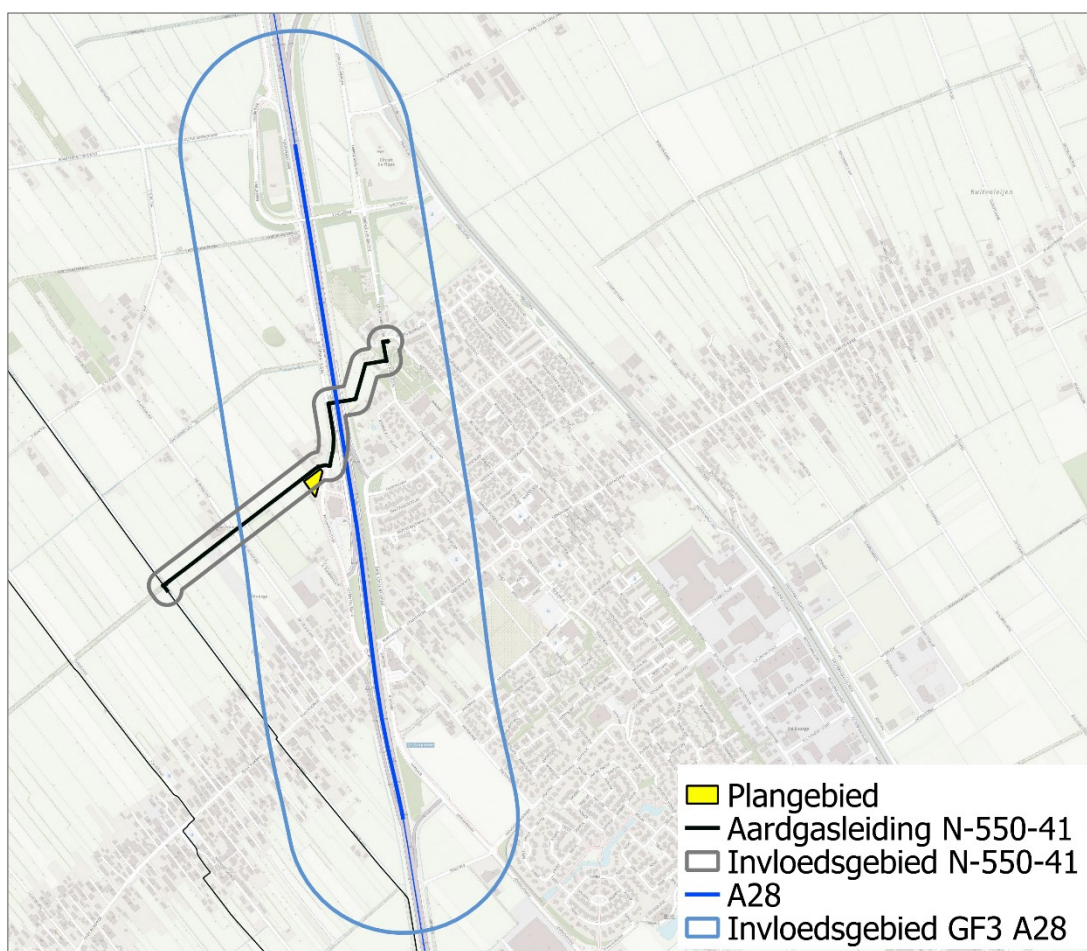
- a. De personendichtheid in het invloedsgebied van de buisleidingen.
- b. De hoogte van het groepsrisico.
- c. De bestrijdbaarheid.
- d. De zelfredzaamheid.

Een nadere beschouwing van risicoreducerende maatregelen en ruimtelijke alternatieven met een lager groepsrisico is in dat geval niet nodig.

### 3 Uitgangspunten risicoberekening

#### 3.1 Ligging plangebied en risicobronnen

Figuur 2 toont het plangebied te Staphorst ten opzichte van de risicobronnen en bijbehorende invloedsgebieden. De wijze waarop deze risicobronnen worden behandeld en de daarbij gehanteerde uitgangspunten worden in dit hoofdstuk beschreven.



Figuur 2. Plangebied en risicobronnen

#### 3.2 Hogedruk aardgasleidingen

##### 3.2.1 Carola

Het risico door hogedruk aardgasleidingen wordt berekend met Carola versie 1.0.0.52 parameterbestand 1.3. De berekening wordt uitgevoerd met de volgende gegevens:

- Het interessegebied.
- Leidingdatabestand van de leidingeigenaar, in dit geval de Nederlandse Gasunie.
- Het aantal personen dat langs de leiding blootgesteld wordt aan de gevolgen van een ongeval met de leiding.

### 3.2.2 Interessegebied

Het interessegebied is het gebied waar een ruimtelijke ontwikkeling langs een buisleiding geprojecteerd is of waar een aanpassing van een bestaande of een nieuwe buisleiding gepland is [6]. Met behulp van het interessegebied selecteert de leidingeigenaar de relevante gegevens die benodigd zijn voor de berekening.

### 3.2.3 Leidingdatabestand

Het leidingdatabestand bevat alle buisleidingdelen, met de bijbehorende leidingspecifieke parameters, die zich binnen een afstand van ten minste 1 km + 2 maal de maximale effectafstand van het interessegebied bevinden. Enkele kenmerken van de voor het plangebied relevante aardgasleiding worden getoond in tabel 2.

| Beheerder | Leidingnr. | Diameter [inch] | Druk [bar] | Afstand 100% letaliteit [m] | Afstand 1% letaliteit [m] |
|-----------|------------|-----------------|------------|-----------------------------|---------------------------|
| Gasunie   | N-550-41   | 4               | 40         | 26                          | 45                        |

Tabel 2. Kenmerken hogedruk aardgasleiding

## 3.3 Wegtransport A28

Op 70 m ten oosten van het plangebied ligt basisnetroute rijksweg A28 (wegvak O111) waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt.

### 3.3.1 RBM II

Het risico van het transport is berekend met RBM II versie 2.3, ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat voor evaluatie van transportroutes [7]. Voor de berekening zijn de volgende gegevens nodig:

- De transportintensiteit van gevaarlijke stoffen.
- Trajecteigenschappen zoals de uitstromingsfrequentie, de kans per voertuigkilometer dat een tankauto met gevaarlijke stoffen betrokken raakt bij een ongeval zodanig dat er uitstroming van de stof optreedt.
- Het aantal personen dat langs de route blootgesteld wordt aan de gevolgen van een ongeval.

- De meteorologische condities: hiervoor is weerstation Eelde gebruikt.

### 3.3.2 Trajecteigenschappen en transportintensiteit

Ter plaatse van het plangebied is de A28 ongeveer 25 m breed. In de berekeningen wordt uitgegaan van de standaard ongevalsfrequentie van  $8.3 \cdot 10^{-8}$  per voertuigkilometer voor autosnelwegen. Conform de regeling Basisnet is voor wegvak O111 uitgegaan van 3314 transporten GF3 [4]. Standaard wordt aangenomen dat 61% van het transport overdag plaatsvindt tussen 8:00 en 18:30 uur en 100% gedurende de werkweek plaatsvindt [5].

## 3.4 Bebouwing

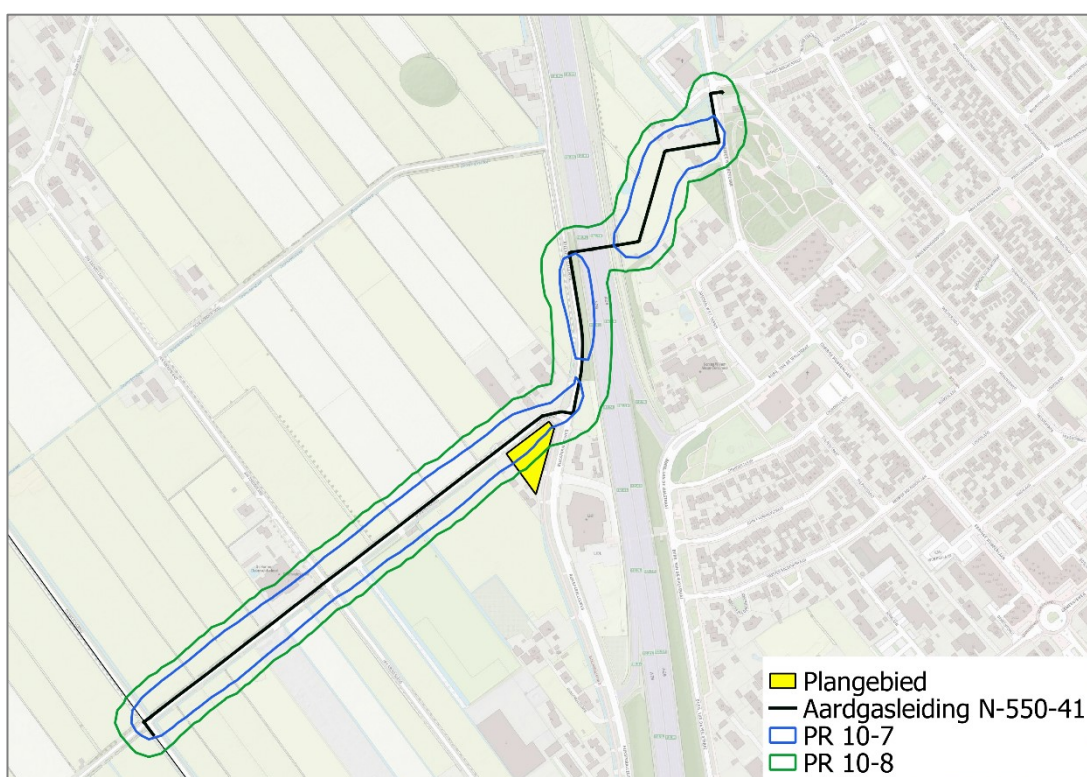
De bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen binnen het invloedsgebied van beide risicobronnen is opgevraagd via de BAG-Populatieservice [8]. De gehanteerde uitgangspunten en modellering van de omgeving worden in meer detail beschreven in bijlage 1.



## 4 Resultaten aardgasleidingen

### 4.1 Plaatsgebonden risico

Figuur 3 toont de plaatsgebonden risicocontouren van de leiding. In de omgeving van het plangebied is geen sprake van een PR  $10^{-6}$  contour. Het plaatsgebonden risico vormt geen belemmering voor de ontwikkeling.



Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren aardgasleiding N-550-41 van de Gasunie

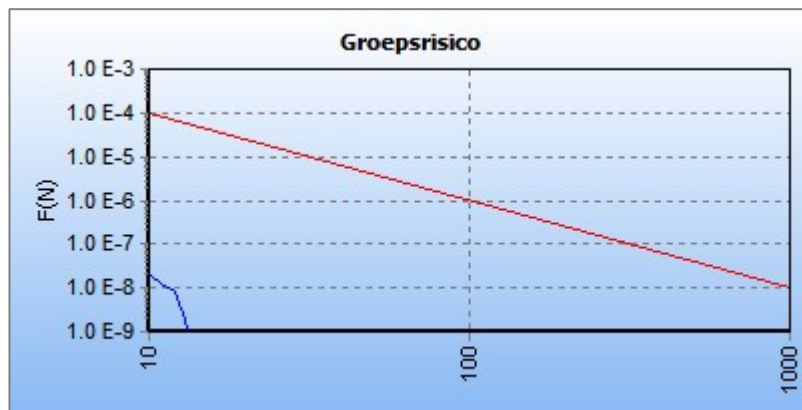
### 4.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is berekend voor de huidige en de toekomstige situatie. Het groepsrisico is in alle gevallen minder dan 10% van de oriëntatiewaarde en wijzigt niet door het plan. Tabel 3 toont per leiding het groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde.

| Aardgasleiding   | Huidig | Toekomstig |
|------------------|--------|------------|
| Gasunie N-550-41 | 2.1E-4 | 2.1E-4     |

Tabel 3. Groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde (OW)

Figuur 4 toont het groepsrisico in de huidige en de toekomstige situatie.



Figuur 4. Groepsrisico in de huidige en toekomstige situatie.

In bijlage 2 is het door Carola automatisch gegenereerde rapport voor de toekomstige situatie opgenomen met daarin de gedetailleerde uitkomsten van de berekeningen.



## 5 Resultaten A28

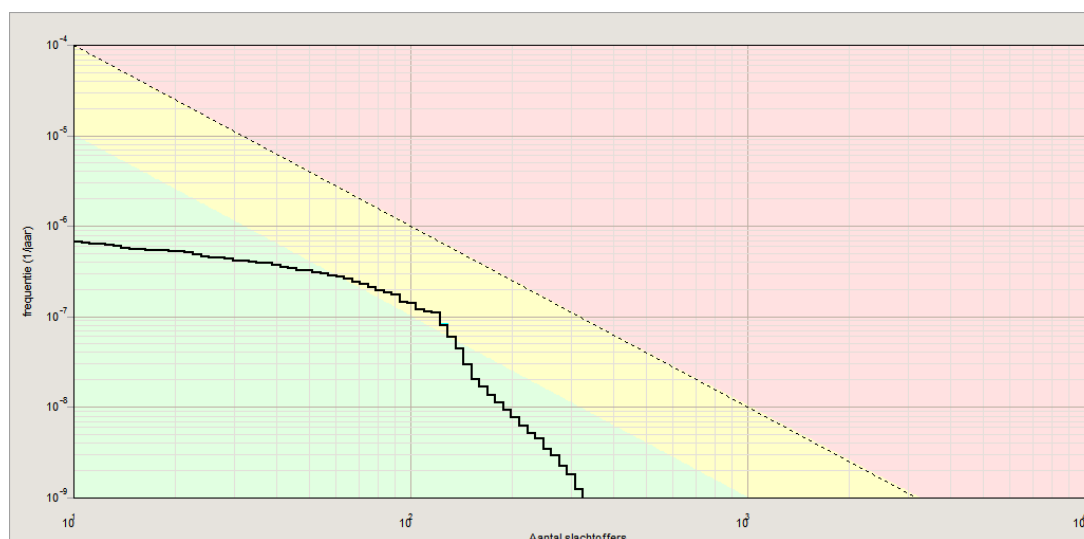
### 5.1 Plaatsgebonden risico

In bijlage 1 van de regeling Basisnet zijn voor wegen behorende tot het Basisnet, afstanden vastgelegd voor de zogeheten veiligheidszone (de  $10^{-6}$  plaatsgebonden risicocontour) [4]. Voor wegvak O111 is de afstand '18' vermeld. Dit betekent dat het plaatsgebonden risico vanwege het vervoer van gevaarlijke stoffen op 18 m vanuit het midden van de weg niet meer bedragen dan  $10^{-6}$  per jaar.

Het plangebied ligt op meer dan 70 m van de as van de weg. Het plaatsgebonden risico vormt daarom geen belemmering voor de ontwikkeling van de woningen.

### 5.2 Groepsrisico

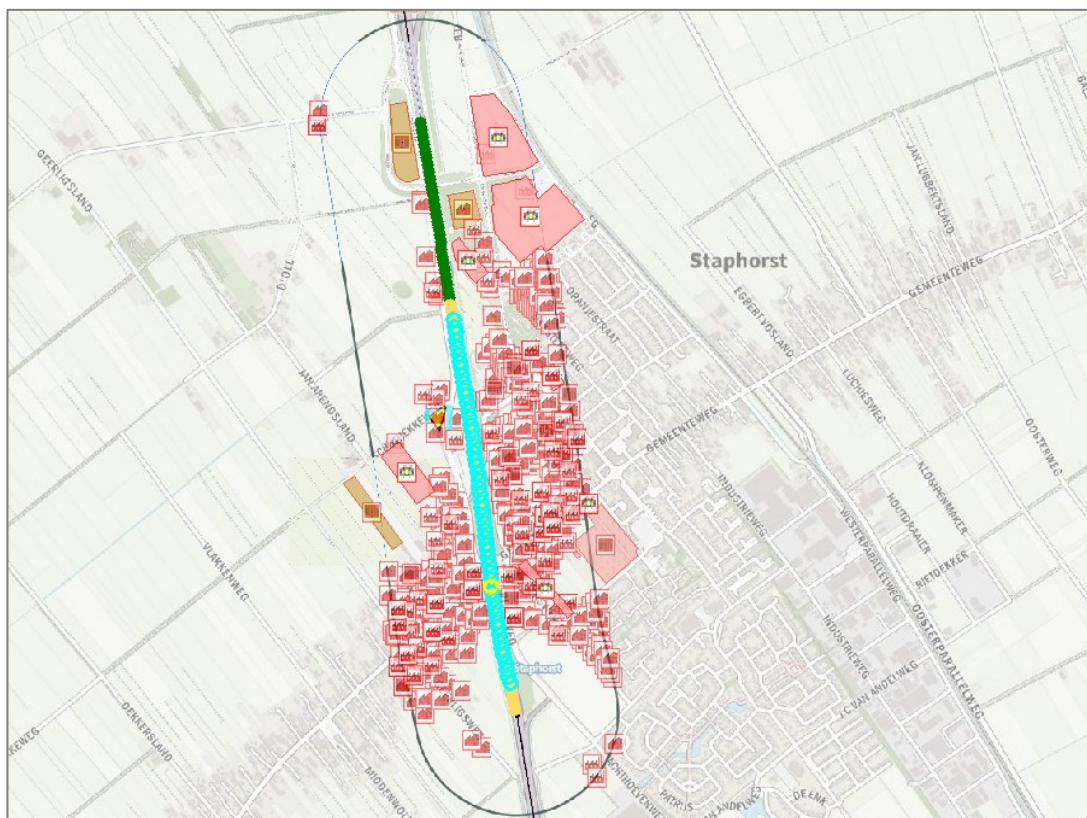
Het groepsrisico in de huidige en toekomstige situatie wordt getoond in figuur 5.



Figuur 5. Hoogste GR per km voor huidige situatie (zwart) en toekomstige situatie (rood)

Het groepsrisico is gelijk aan 0.16 keer de oriëntatiewaarde en wijzigt niet door het planvoornemen.

Figuur 6 vat het berekeningsresultaat op een andere wijze samen. In de figuur is het gedeelte van het traject dat het kilometervak met het maximale groepsrisico omvat weergegeven met blauwe cirkels. Geel gemarkeerd is het ongevalspunt dat de grootste bijdrage levert aan het groepsrisico van dit kilometervak.



**Figuur 6.** Geografische weergave van het groepsrisico in de toekomstige situatie

- Deel van het traject dat het kilometervak met het hoogste groepsrisico omvat.
- Ongevalspunt met de grootste bijdrage aan het groepsrisico van dit kilometervak.
- Overige deel van het traject met een groepsrisico tussen 0.1 en 1.0 keer de oriëntatiewaarde
- Overige deel van het traject met een groepsrisico kleiner dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde

### 5.3 Plasbrandaandachtsgebied

Het plasbrandaandachtsgebied (PAG) is het gebied tot 30 m van de weg waarin, bij de realisering van (kwetsbare) objecten, rekening dient te worden gehouden met de effecten van een plasbrand. Voor wegvak O111 is een PAG voorgeschreven [4]. Het plangebied ligt op meer dan 60 m van de buitenste kantstreep van de A28 en daarmee ruimschoots buiten het plasbrandaandachtsgebied.

## 6 Conclusie

### 6.1 Hogedruk aardgasleiding

#### *Plaatsgebonden risico*

De berekeningen voor aardgasleiding N-550-41 hebben niet geleid tot een PR  $10^{-6}$  contour. Dit betekent dat het plaatsgebonden risico geen belemmering vormt voor de ontwikkeling.

#### *Groepsrisico*

Het groepsrisico van aardgasleiding N-550-41 is meer dan 1000 keer kleiner dan de oriëntatiewaarde en wijzigt niet in de toekomstige situatie. Dit betekent dat volstaan kan worden met een beperkte verantwoording van het groepsrisico. De onderdelen waaruit deze verantwoording dient te bestaan worden beschreven in paragraaf 2.3.2.

### 6.2 Wegtransport A28

#### *Plaatsgebonden risico*

Het plaatsgebonden risico vormt geen belemmering voor de ontwikkeling van het plangebied.

#### *Groepsrisico*

Het groepsrisico is groter dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde maar wijzigt niet in de toekomstige situatie. De verantwoording van het groepsrisico kan achterwege blijven. Wel dient het bestuur van de veiligheidsregio in de gelegenheid te worden gesteld om advies uit te brengen. In de toelichting bij het besluit dient in elk geval in te worden gegaan op de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp en de mogelijkheden voor personen om zich in veiligheid te brengen indien een ramp zich voordoet.

#### *Plasbrandaandachtsgebied (PAG)*

Het plasbrandaandachtsgebied (PAG) is het gebied tot 30 m van de weg waarin, bij de realisering van (kwetsbare) objecten, rekening dient te worden gehouden met de effecten van een plasbrand. Voor wegvak O111 is een PAG voorgeschreven. Het plangebied ligt op meer dan 60 m van de buitenste kantstreep van de A28 en daarmee buiten het plasbrandaandachtsgebied.

## Referenties

- |     |                             |      |                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Ministerie VROM             | 2004 | Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) Stb. 2004, nr. 250                                                         |
| 2.  | Ministerie IenM             | 2014 | Besluit externe veiligheid transportroutes Stb. 2013, 465                                                                 |
| 3.  | Ministerie IenM             | 2015 | Beleidsregels EV-beoordeling Tracébesluiten Stct. 2014, 25839                                                             |
| 4.  | Ministerie IenM             | 2014 | Regeling Basisnet Stct. 2014, 8242                                                                                        |
| 5.  | Ministerie IenM             | 2017 | Handleiding risicoanalyse transport, versie 1.2                                                                           |
| 6.  | Ministerie VROM             | 2010 | Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (Bevb) Stb. 2010, 686                                                            |
| 7.  | Ministerie IenM             | 2012 | RBM II v2.3 B535                                                                                                          |
| 8.  | Impuls Omgevings Veiligheid | 2018 | BAG-Populatieservice. Versie 2018-07<br><a href="http://populatieservice.demis.nl/">http://populatieservice.demis.nl/</a> |
| 9.  | Geonovum/<br>Kadaster       | 2018 | <a href="http://www.ruimtelijkeplannen.nl">www.ruimtelijkeplannen.nl</a> , geraadpleegd in oktober 2018                   |
| 10. |                             | 2018 | Mailwisseling met opdrachtgever                                                                                           |

## Bijlage 1. Gegevens bebouwing

### 1.1. Omgeving

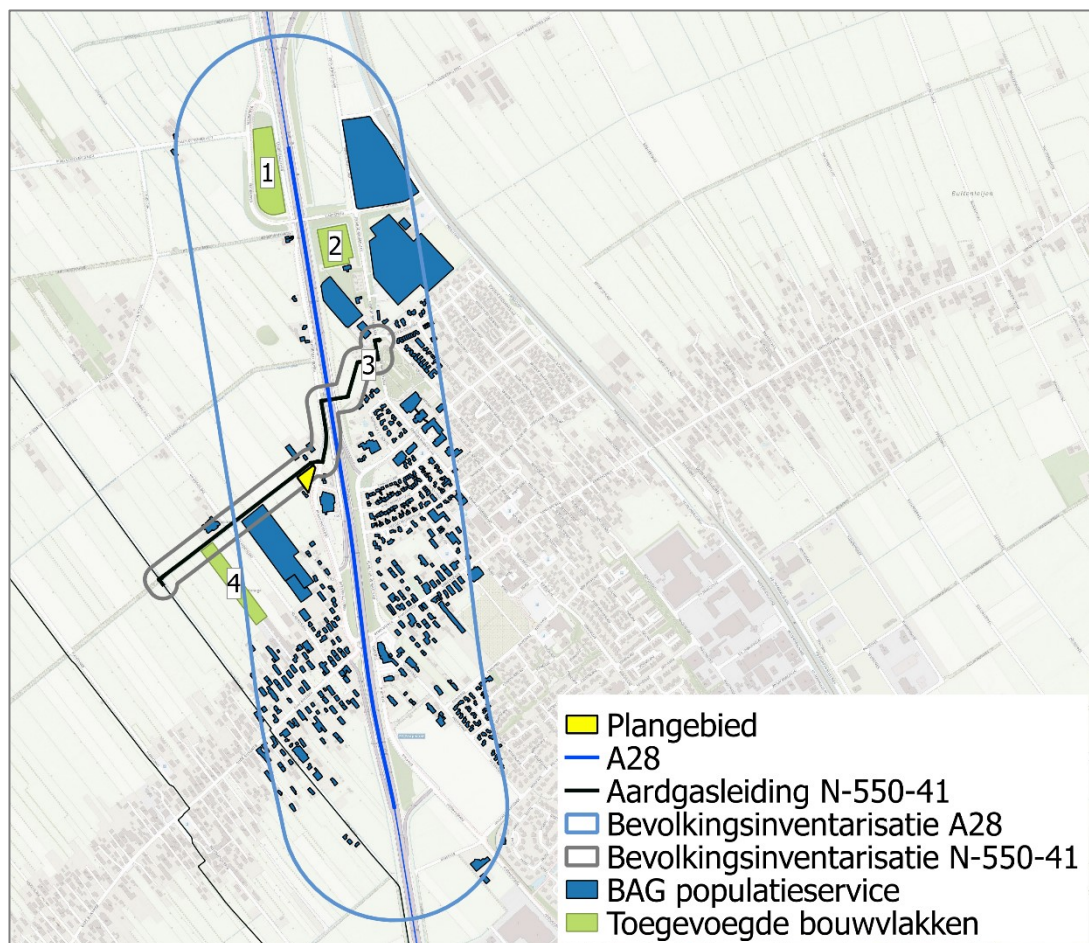
Binnen een zone van 335 m rond de A28 en 45 m rond de aardgasleiding N-550-41 is de bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen opgevraagd bij de BAG-populatieservice [8]. Voor de omzetting naar het bevolkingsbestand voor RBM II zijn de drempelwaarden voor alle functies verlaagd naar 0 personen per object. Dit betekent dat alle bevolking is geleverd in bouwvlakken. Voor overige instellingen zijn de standaardwaarden gehanteerd. Voor de bevolking rond de aardgasleiding is een gridgrootte van 5 m gehanteerd. In beide gevallen zijn terreinen (zoals sportvelden en evenemententerreinen) meegenomen in de BAG.

In aanvulling op de populatiegegevens uit de BAG-populatieservice is bestemmingsplaninformatie geraadpleegd [9]. In totaal zijn vier bouwvlakken toegevoegd aan het project. De bouwvlakken zijn weergegeven in tabel 4 en figuur 7.

- Voor sportvelden is uitgegaan van 25 personen per hectare, waarvan 50% van de tijd aanwezig dag en nacht en 95% aanwezigheid buitenshuis.
- Voor bouwvlakken met een bedrijfsbestemming is uitgegaan van 40 personen per hectare waarbij alleen personen overdag aanwezig zijn.
- Voor de woning wordt uitgegaan van 2.4 personen waarvan 50% overdag en 100% 's nachts aanwezig is.

| Nr. | Bestemming         | Dag | Nacht |
|-----|--------------------|-----|-------|
| 1   | bedrijfsbestemming | 79  | 0     |
| 2   | sportveld          | 15  | 15    |
| 3   | woning             | 2   | 3     |
| 4   | bedrijfsbestemming | 52  | 0     |

Tabel 4. Overzicht van toegevoegde bouwvlakken



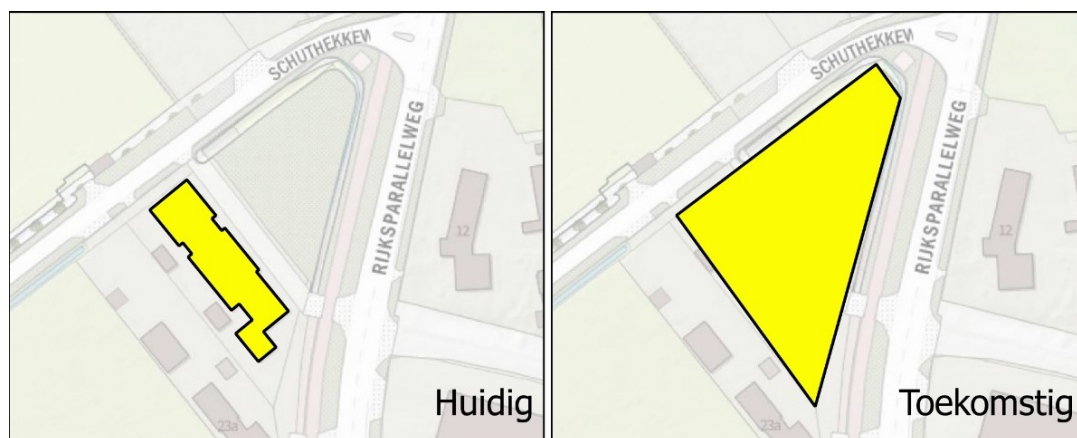
Figuur 7. Toegevoegde bouwvlakken

## 1.2. Plangebied

In de huidige situatie is er binnen het plangebied sprake van een pand bestaande uit twee adressen waarin 6 personen worden verondersteld waarvan 50% overdag en 100% 's nachts aanwezig is [8].

In de toekomstige situatie wordt het pand gesaneerd. Het plangebied wordt opgedeeld in twee of drie bouwkvavels waarop per kavel een woning wordt gebouwd [10]. Uitgegaan wordt van in totaal drie woningen met 2.4 personen per woning, met een personen aanwezigheid van 50% overdag en 100% 's nachts. De ligging van de bevolkingsvlakken in de huidige en toekomstige situatie is zijn weergegeven in figuur 8.





Figuur 8. Plangebied, huidige en toekomstige situatie

## **Bijlage 2. Carola-rapportage**



# Inhoud

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Inleiding .....                                                                                                                                              | 2  |
| 2 Invoergegevens .....                                                                                                                                         | 4  |
| 2.1 Interessegebied .....                                                                                                                                      | 4  |
| 2.2 Relevante leidingen .....                                                                                                                                  | 4  |
| 2.3 Populatie.....                                                                                                                                             | 5  |
| 3 Plaatsgebonden risico .....                                                                                                                                  | 7  |
| 3.1 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 5544_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie .....                                                   | 7  |
| 4 Groepsrisico screening .....                                                                                                                                 | 8  |
| 4.1 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 5544_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V.<br>Nederlandse Gasunie .....                                                  | 8  |
| 5 FN curves.....                                                                                                                                               | 9  |
| 5.1 Figuur 5.3 FN curve voor 5544_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V. Nederlandse<br>Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00 ..... | 9  |
| 6 Referenties.....                                                                                                                                             | 10 |

# 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

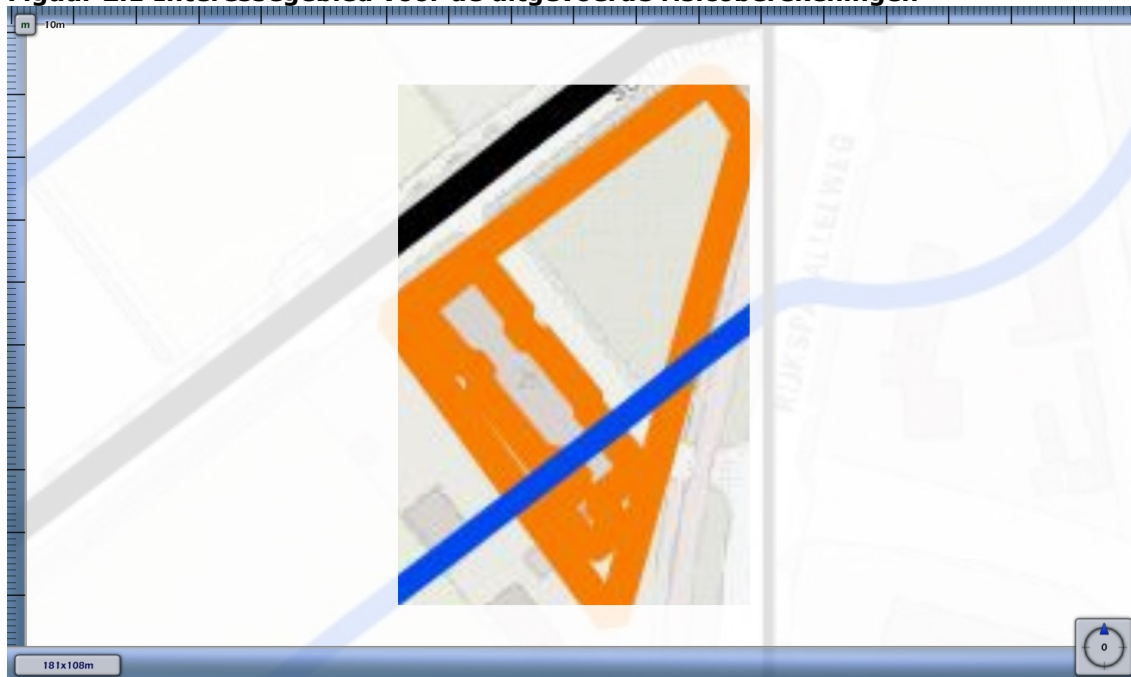
De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 02-11-2018. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Eelde. De 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. Voor dit onderzoek is alleen de gearceerd weergegeven leiding relevant. De overige leidingen worden niet verder behandeld in dit rapport.

| Eigenaar                 | Leidingnaam                  | Diameter [mm] | Druk [bar] | Datum aanleveren gegevens |
|--------------------------|------------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| N.V. Nederlandse Gasunie | 5544_leiding-N-550-32-deel-1 | 323.80        | 50.00      | 22-10-2018                |
| N.V. Nederlandse Gasunie | 5544_leiding-N-550-40-deel-1 | 212.00        | 40.00      | 22-10-2018                |
| N.V. Nederlandse Gasunie | 5544_leiding-N-550-41-deel-1 | 114.30        | 40.00      | 22-10-2018                |

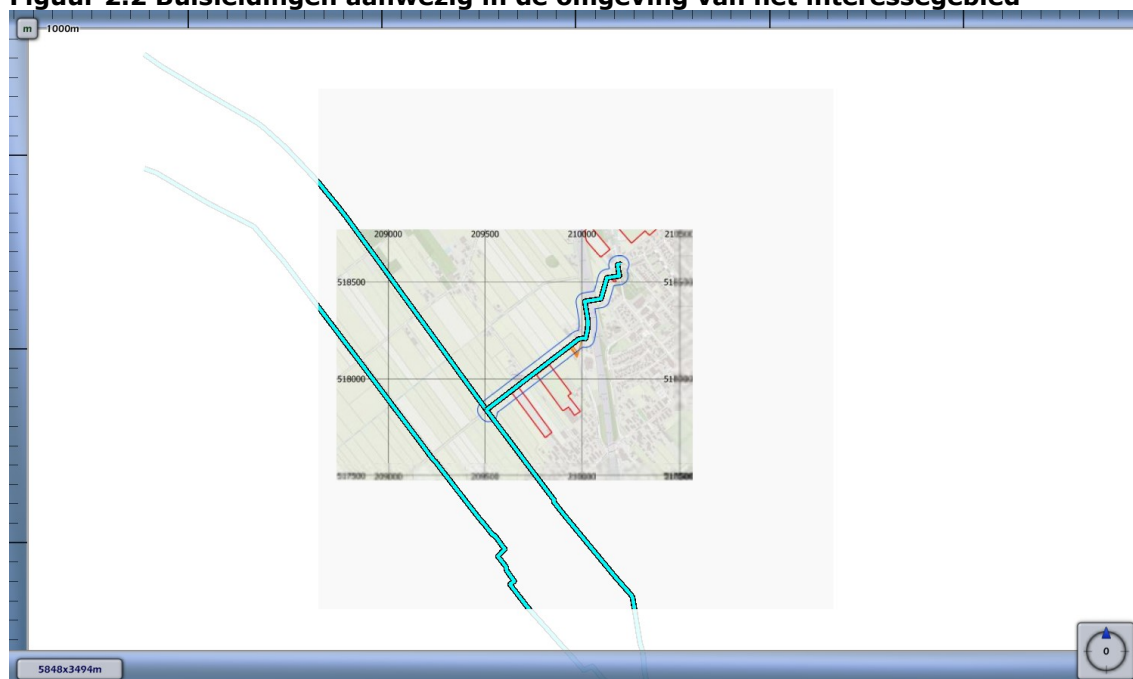
De volgende risicomitigerende maatregelen zijn meegewogen in de risicostudie:

| Leidingnaam                  | Mitigerende maatregel                    | Begin stationing | Eind stationing |
|------------------------------|------------------------------------------|------------------|-----------------|
| 5544_leiding-N-550-40-deel-1 | strikttere begeleiding van werkzaamheden | 1354.130         | 1851.900        |

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**



## 2.3 Populatie

De percentages in de kolom "Percentages Personen" in onderstaande tabellen hebben achtereenvolgens de betekenis:

- % aanwezig gedurende de dagperiode/
- % aanwezig gedurende de nachtperiode/
- % buiten gedurende de dagperiode/
- % buiten gedurende de nachtperiode/
- % overdag aanwezig gedurende het jaar/
- % 's nachts aanwezig gedurende het jaar.

### Populatiepolygonen

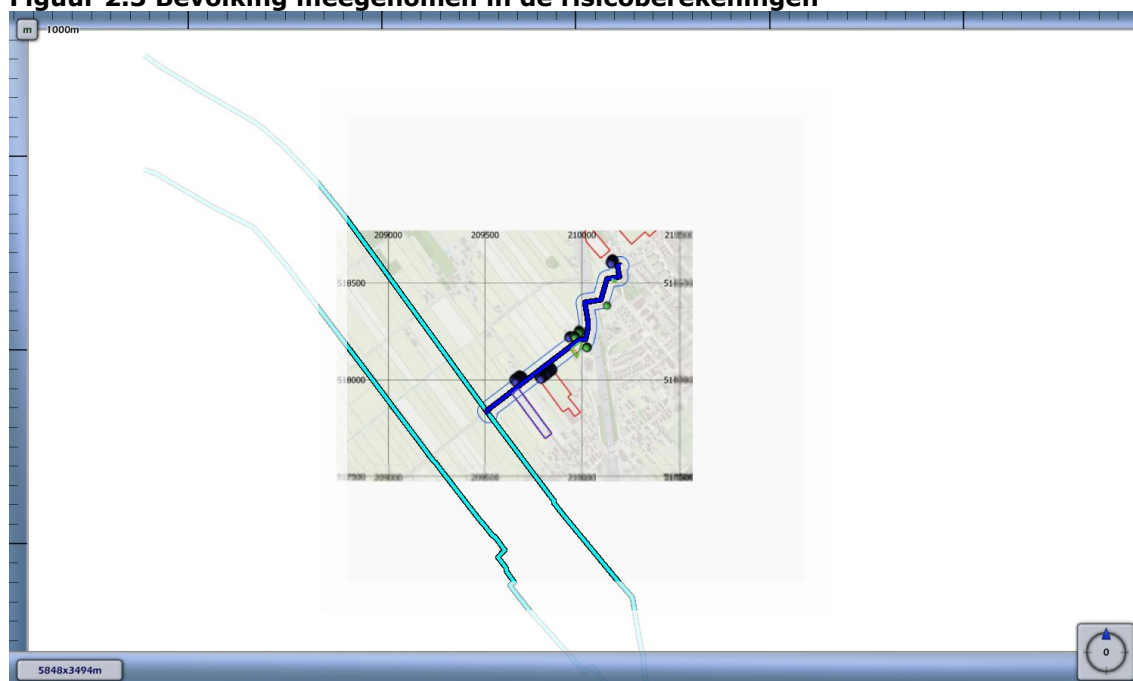
| Label                 | Type   | Aantal | Percentage Personen     |
|-----------------------|--------|--------|-------------------------|
| 3                     | Wonen  | 3      | 50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100 |
| 4                     | Werken | 52     | 100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100  |
| Plangebied toekomstig | Wonen  | 7      | 50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100 |

### Populatiebestanden

| Pad                                                | Type   | Aantal | Percentage Personen         |
|----------------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt            | Werken | 48     | 100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100     |
| evenement_sportterrein-dag100-nacht80-buit100.txt  | Werken | 56     | 100/ 80/ 100/ 100/ 100/ 100 |
| industrie-dag100-nacht30.txt                       | Werken | 1      | 100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100     |
| kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt | Werken | 112    | 100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100      |
| wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt             | Wonen  | 6      | 50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100     |

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

**Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen**

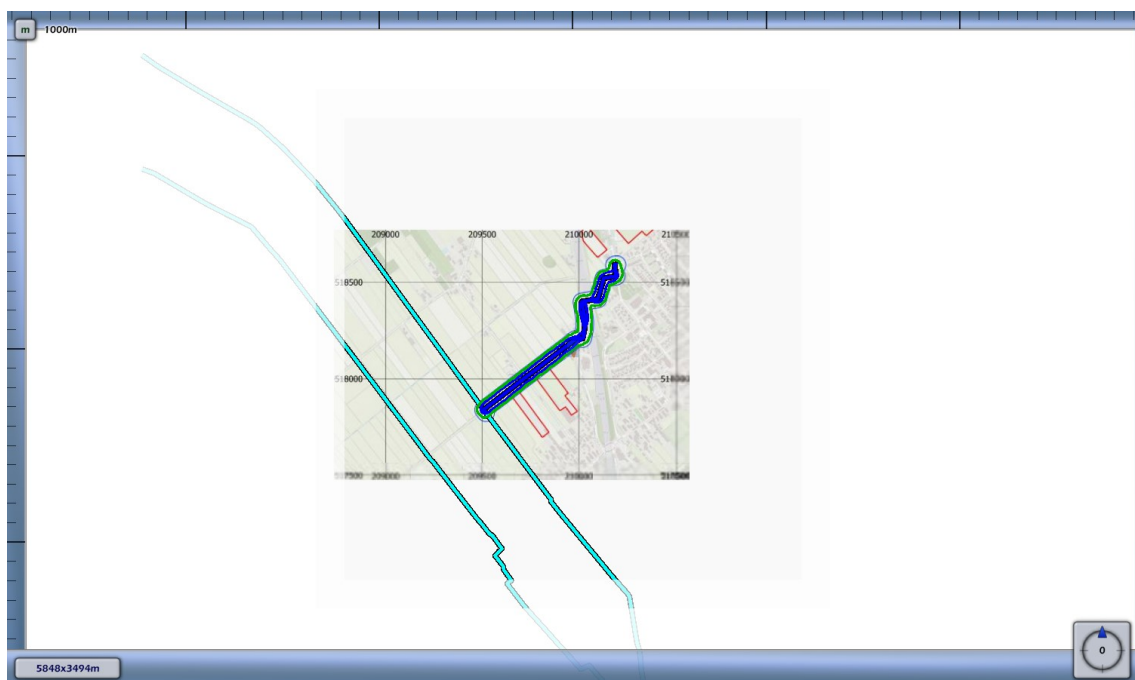


| Populatietype | Polygoonpunten                                                                      | Populatiepolygoon                                                                    |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------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

### 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 5544\_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie**



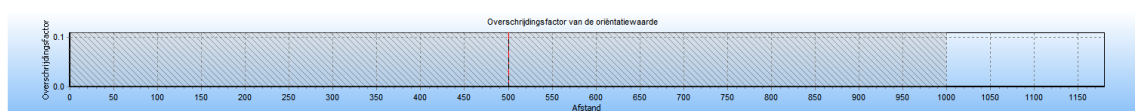
|      |  |
|------|--|
| 1E-6 |  |
| 1E-7 |  |
| 1E-8 |  |

## 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.

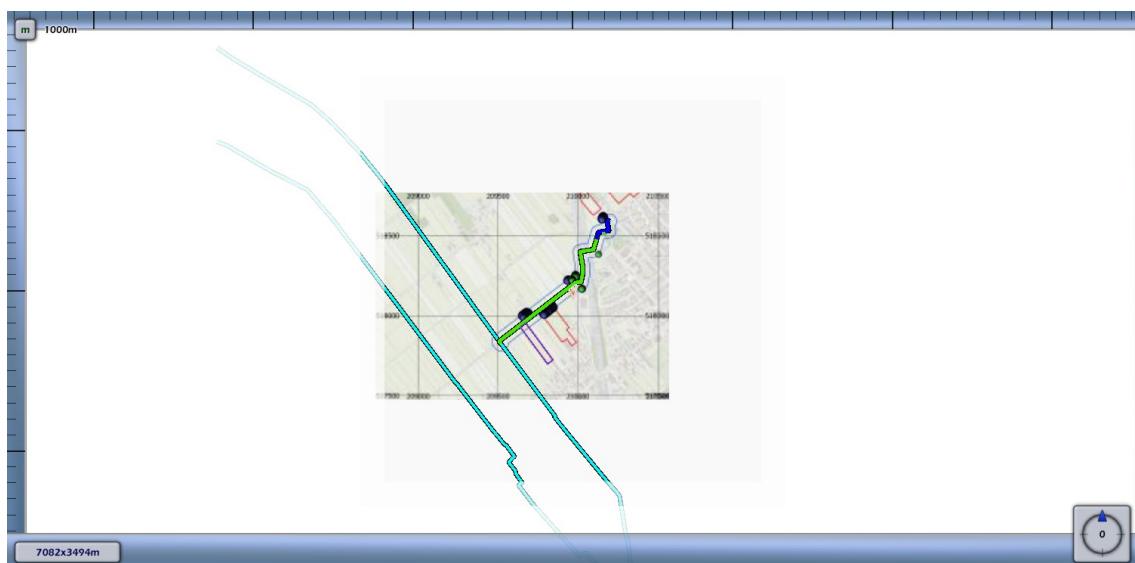
### 4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 5544\_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van  $2.08E-008$ .

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan  $2.085E-004$  en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 1000.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. 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 5544\_leiding-N-550-41-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 5544\_leiding-N-550-41-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 1000.00**



## 6 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.