



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

Externe veiligheid / Sportpark Hoornseveld en Oostzijderpark in Zaandam

Project	194021
Datum	12 november 2019

Opdrachtgever
Gemeente Zaanstad
t.a.v. P. Wiersma
Stadhuisplein 100
1506 MZ Zaandam

Externe veiligheid / Sportpark Hoornseveld en Oostzijderpark in Zaandam

Project	194021
Datum	12 november 2019
Auteur(s)	Sophie van Veldhoven Arjen Schulenberg
Versie nr.	1
Opdrachtgever	Gemeente Zaanstad t.a.v. P. Wiersma Stadhuisplein 100 1506 MZ Zaandam

Inhoudsopgave

1 Inleiding	5
2 Normstelling externe veiligheid	6
2.1 Risicobenadering	6
2.2 Besluit externe veiligheid transportroutes	6
2.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen	9
2.4 Besluit externe veiligheid inrichtingen	12
3 Uitgangspunten risicoberekening	13
3.1 Ligging plangebied en risicobronnen	13
3.2 A8 en A7	13
3.3 Hogedruk aardgasleidingen	15
3.4 LPG-tankstation	15
4 Resultaten A8	17
4.1 Plaatsgebonden risico	17
4.2 Groepsrisico	17
5 Resultaten bevoorradersroute (A7)	19
5.1 Plaatsgebonden risico	19
5.2 Groepsrisico	19
6 Resultaten hogedruk aardgasleiding	21
6.1 Plaatsgebonden risico	21
6.2 Groepsrisico	21
6.3 Belemmeringenstrook	22
7 Resultaten LPG-tankstation	23
7.1 Plaatsgebonden risico	23
7.2 Groepsrisico	23
7.3 Effectafstanden	24
8 Conclusies	26
8.1 Wegtransport	26
8.2 Hogedruk aardgasleiding	26
8.3 LPG-tankstation	27
Referenties	28
Bijlage 1. Gegevens bebouwing	30
Bijlage 2. Uitgangspunten LPG-tankstations	35

2.1. Ongevalscenario's tank	35
2.2. Ongevalscenario's tankauto	35
2.3. BLEVE-frequentie tankauto	36
2.4. Parameters	38
Bijlage 3. Lijst kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	39
Bijlage 4. Carola-rapportage	40

1 Inleiding

Er bestaan plannen voor de optimalisatie van sportpark Hoornseveld in Zaandam. De locatie ligt gedeeltelijk binnen 200 m van de A8 waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt en binnen het invloedsgebied van aardgasleiding W-527-01 van Gasunie. Daarnaast ligt de locatie gedeeltelijk binnen het invloedsgebied van LPG-vulpunt en -reservoir van tankstation Texaco zuidzijde en de bevoorradingsroute daarnaartoe (Prins Bernardweg).

Ten westen van sportpark Hoornseveld ligt plangebied 'fase 2 Oostzijderpark'. Dit plangebied ligt op de grens van het invloedsgebied rondom het LPG-tankstation en gedeeltelijk binnen het invloedsgebied rond de bevoorradingsroute daarnaar toe.

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 4 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

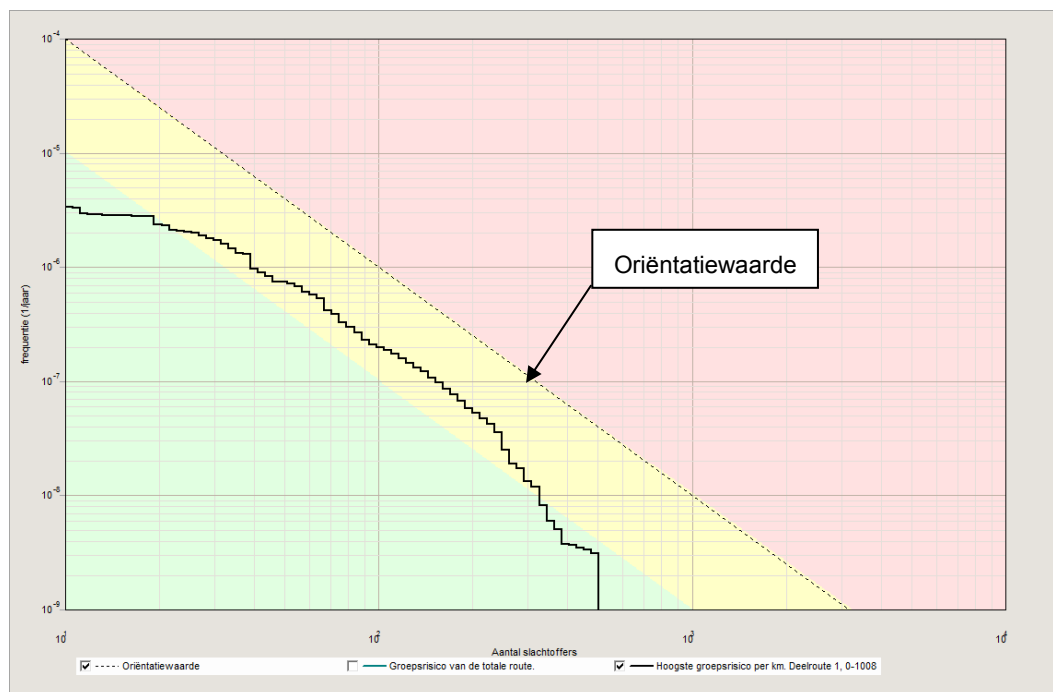
Indien een plangebied ligt binnen het invloedsgebied van een transportroute waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd, wordt in de toelichting bij het bestemmingsplan en in de ruimtelijke onderbouwing van de omgevingsvergunning in elk geval ingegaan op:

- 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.



Figuur 1. Voorbeeld groepsrisico transportroute

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.

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 groepsrisico 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 bebouwing¹ 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

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

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 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 (gelegen binnen de 100%-letaliteitszone van de leiding), 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 risico reducerende maatregelen en ruimtelijke alternatieven met een lager groepsrisico is in dat geval niet nodig.

2.4 Besluit externe veiligheid inrichtingen

De normstelling voor bepaalde bedrijven met opslag van gevaarlijke stoffen is opgenomen in de Regeling externe veiligheid inrichtingen, afgekort tot Revi [7]. Het Revi is een ministeriële regeling die valt onder het Bevi [1].

2.4.1 Plaatsgebonden risico

De normstelling voor het plaatsgebonden risico gaat voor nieuwe situaties uit van een grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr voor kwetsbare objecten, dit betekent dat altijd moet worden voldaan aan deze grenswaarden. Voor beperkt kwetsbare objecten is dit een richtwaarde, dit betekent dat om gewichtige redenen daarvan mag worden afgeweken.

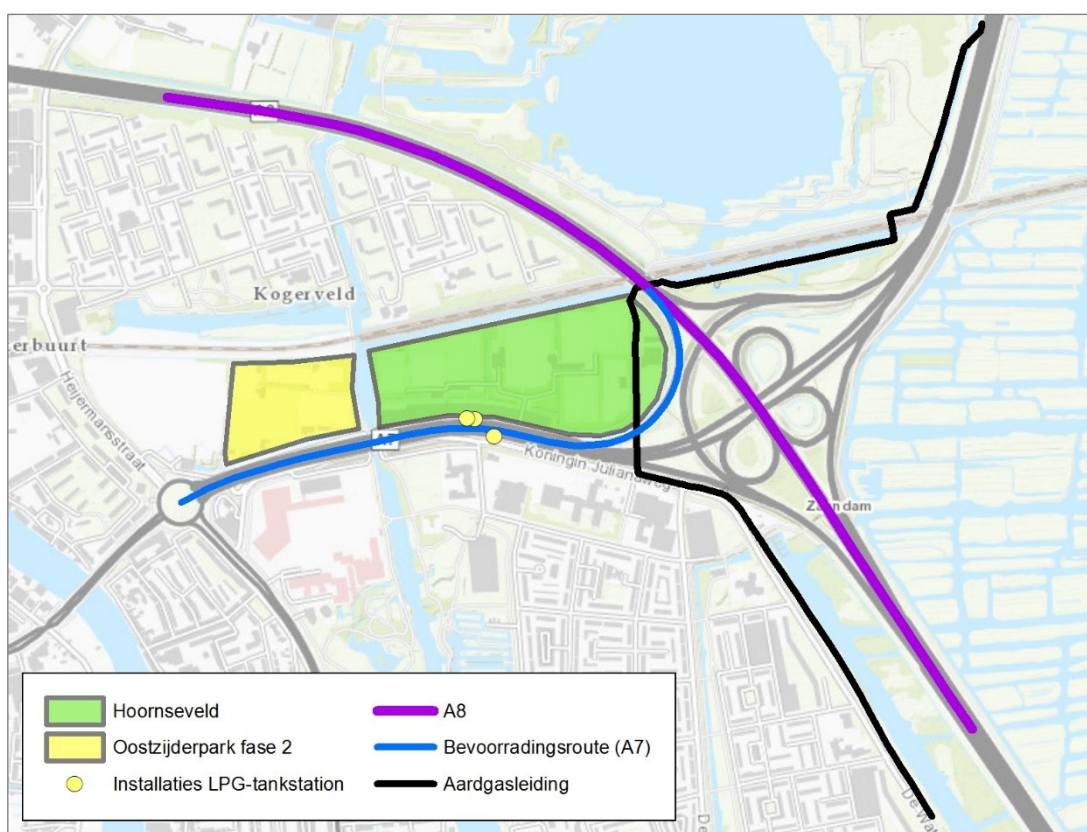
2.4.2 Groepsrisico

Voor het groepsrisico is in het Bevi een oriëntatiewaarde en een verantwoordingsplicht voorgeschreven. De oriëntatiewaarde is gelijk aan $10^{-3} / N^2$, dat wil zeggen een frequentie van 10^{-5} /jr voor 10 slachtoffers, 10^{-7} /jr voor 100 slachtoffers, etc. en is gedefinieerd voor 10 of meer slachtoffers. Tevens is in het Revi aangegeven dat binnen het invloedsgebied veranderingen in de omgeving dienen te worden beschouwd bij het vaststellen van de grootte van het groepsrisico en bij de verantwoording conform artikel 13 van het Bevi.

3 Uitgangspunten risicoberekening

3.1 Ligging plangebied en risicobronnen

Figuur 2 toont de ligging van de plangebieden ten opzichte van de risicobronnen. De wijze waarop deze risicobronnen worden behandeld en de daarbij gehanteerde uitgangspunten worden in dit hoofdstuk beschreven.



Figuur 2. Plangebieden en risicobronnen

3.2 A8 en A7

Het risico van het transport wordt berekend met RBM II versie 2.3 [8]. De berekening wordt uitgevoerd conform de Handleiding risicoanalyse transport [5]. Voor de berekening zijn de volgende gegevens nodig:

- De transportintensiteit van gevaarlijke stoffen.

- 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 bevolkingsdichtheden worden aangegeven in veelhoeken langs de route met een uniforme dichtheid per veelhoek.
- De meteorologische condities: hiervoor is weerstation Schiphol gebruikt.

3.2.1 Transportintensiteit

Voor de transportintensiteit is uitgegaan van de GF3-plafonds (brandbare gassen zoals LPG) zoals voorgeschreven en opgenomen in de regeling Basisnet [4]. Voor de route ter bevoorrading van het LPG tankstation is het aantal transporten niet bekend. Het tankstation heeft een vergunde doorzet van maximaal 500 m³ per jaar [9]. Dit komt overeen met 35 transporten LPG. Aangenomen wordt dat deze zowel heen als terug over hetzelfde wegvak worden afgewikkeld. Standaard wordt aangenomen dat 61% van het transport gedurende de werkweek en overdag plaatsvindt tussen 8:00 en 18:30 uur. Het aantal transporten per wegvak wordt getoond in tabel 2.

Wegnr.	Wegvak	Omschrijving	Aantal GF3
A8	N91	afrit S101 - afrit S102	4000
A8	N99	afrit S102 - afrit S103	1500
A7	--	Route ter bevoorrading LPG-tankstation	70

Tabel 2. Aantal vervoershoeveelheden GF3 voor berekening van het groepsrisico

3.2.2 Trajecteigenschappen

Voor alle wegvakken is uitgegaan van de standaard uitstromingsfrequentie van $8.3 \cdot 10^{-8}$ /vtg.km (voertuigkilometer) voor een autosnelweg en de standaard wegbreedte van 25 m tussen de buitenste kantstrepen van de buitenste rijstroken [5].

3.2.3 Bebouwing

Voor de inventarisatie van bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen binnen 355 m van de trajecten is in de referentiesituatie is gebruik gemaakt van de BAG-populatieservice [10]. Bebouwingsvlakken met meer dan 25 personen zijn geleverd als polygonen, beneden deze drempelwaarde zijn personen toegekend aan het bevolkingsgrid. Hiervoor is de standaard gridgrootte van 50 x 50 m gebruikt.

In aanvulling daarop is ruimtelijkeplannen.nl geraadpleegd [11]. De aanwezigheidsgegevens voor de invulling van beide plangebieden zijn aangeleverd door de opdrachtgever. In bijlage 2 wordt in meer detail ingegaan op de modellering van het plangebied en de omgeving.

3.3 Hogedruk aardgasleidingen

Het risico door de hogedruk aardgasleidingen wordt berekend met Carola versie 1.0.0.52 parameterbestand 1.3 [12]. De berekening wordt uitgevoerd met de volgende gegevens:

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

3.3.1 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.

3.3.2 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 aardgasleidingen worden getoond in tabel 3.

Leidingnr.	Diameter [mm]	Druk [bar]	Afstand 100% letaliteit [m]	Afstand 1% letaliteit [m]
N-572-01-deel 2	406.4	40	80	170

Tabel 3. Kenmerken hogedruk aardgasleiding

3.3.3 Bebouwing

De bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen binnen het invloedsgebied van de aardgasleiding is opgevraagd via de BAG-Populatieservice [10]. De gehanteerde uitgangspunten en modellering van de omgeving worden in meer detail beschreven in bijlage 1.

3.4 LPG-tankstation

Voor een LPG-tankstation wordt het extern veiligheidsrisico bepaald door ongevalsscenario's van de opslagtank en de tankauto aanwezig tijdens de bevoorrading. Andere ongevalsscenario's, bijvoorbeeld het falen van de vloeistofleiding tussen het vulpunt en de tank

of tussen de tank en de afleverzuil, leveren een te verwaarlozen bijdrage aan het groepsrisico. De berekening van het risico wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1], het stappenplan groepsrisico [13] en een specifiek berekeningsvoorschrift [14]. Het stappenplan en het specifieke berekeningsvoorschrift houden rekening met de invloed van de omgeving op de BLEVE-frequentie van de lossende tankauto. Een uitgebreidere toelichting op de uitgangspunten is opgenomen in bijlage 2.

De gegevens over het LPG-tankstation zijn verkregen via de risicokaart [9]. De berekening van het groepsrisico wordt uitgevoerd voor een doorzet tot 500 m³/jr. De berekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van hittewerende bekleding op de tankauto en verbeterde vulslangen conform [14].

Bebouwing

De bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen binnen het invloedsgebied van 150 m rond het LPG-tankstation is gemodelleerd met gegevens afkomstig van de BAG-populatieservice [10].

4 Resultaten A8

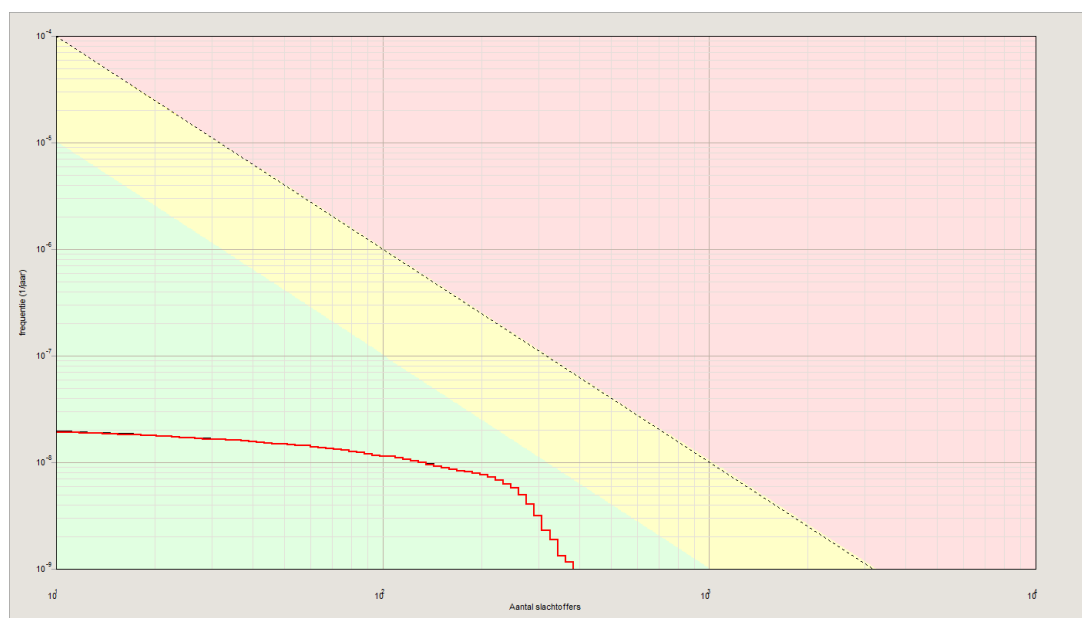
4.1 Plaatsgebonden risico

Voor wegen behorende tot het Basisnet zijn in bijlage 1 van de regeling Basisnet afstanden vastgelegd voor de zogeheten veiligheidszone (de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6}) [4].

Voor zowel wegvak N99 als wegvak N91 is de afstand '0' vermeld. Dit betekent dat het plaatsgebonden risico vanwege het vervoer van gevaarlijke stoffen op (0 m van) het midden van de weg niet meer bedragen dan 10^{-6} per jaar.

4.2 Groepsrisico

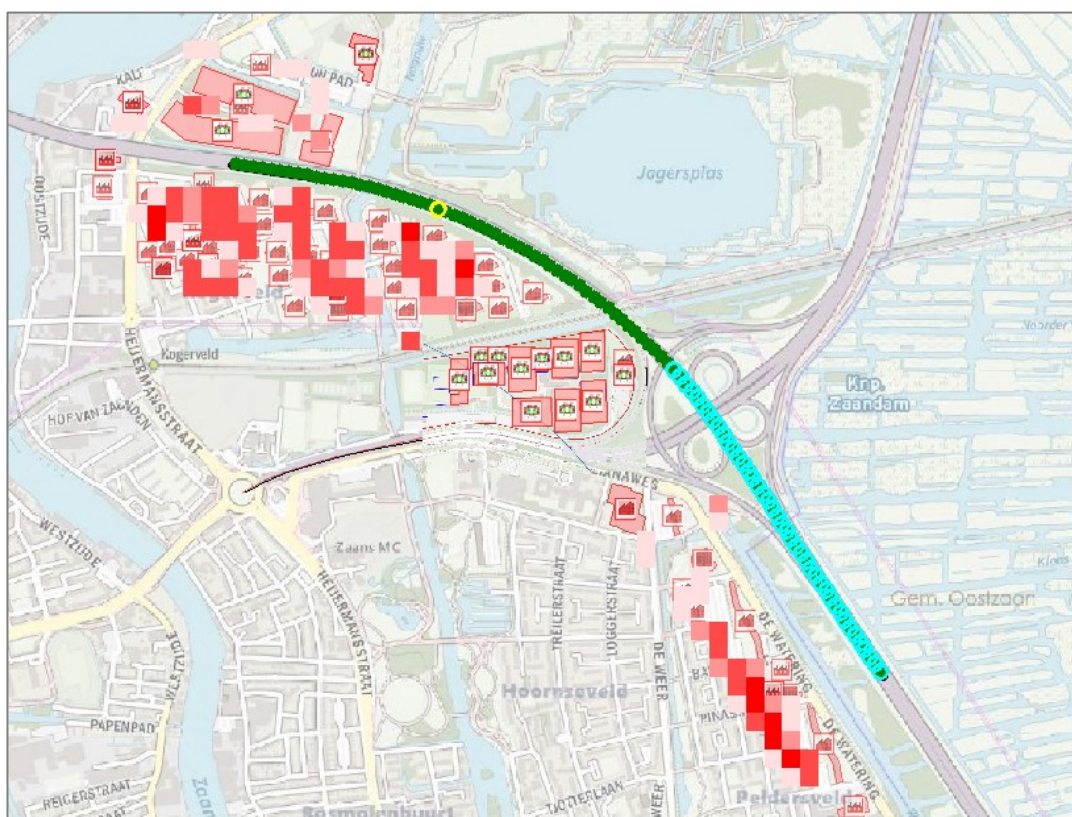
Figuur 3 toont de hoogte van het groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Er is aangegeven hoeveel de berekende frequentie op een bepaald aantal slachtoffers maximaal afwijkt van de oriëntatiewaarde. In zowel de huidige als toekomstige situatie is het groepsrisico een factor 0.039 ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Dit betekent dat het groepsrisico meer dan 25 keer kleiner is dan de oriëntatiewaarde.



Figuur 3. Groepsrisico A8, huidige en toekomstige situatie

— Huidige situatie
— Toekomstige situatie

Figuur 4 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 zijn de ongevalspunten die de grootste bijdrage leveren aan het groepsrisico.



Figuur 4. Ligging kilometer hoogste groepsrisico toekomstige situatie

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

4.2.1 Plasbrandaandachtsgebied

Het 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. De 30 m voor het PAG wordt gemeten vanaf de rechterkant van de rechter rijstrook. Voor wegvak N91 is een (PAG) voorgeschreven [4]. Het plangebied ligt buiten het PAG m van wegvak N91.

5 Resultaten bevoorradingsroute (A7)

5.1 Plaatsgebonden risico

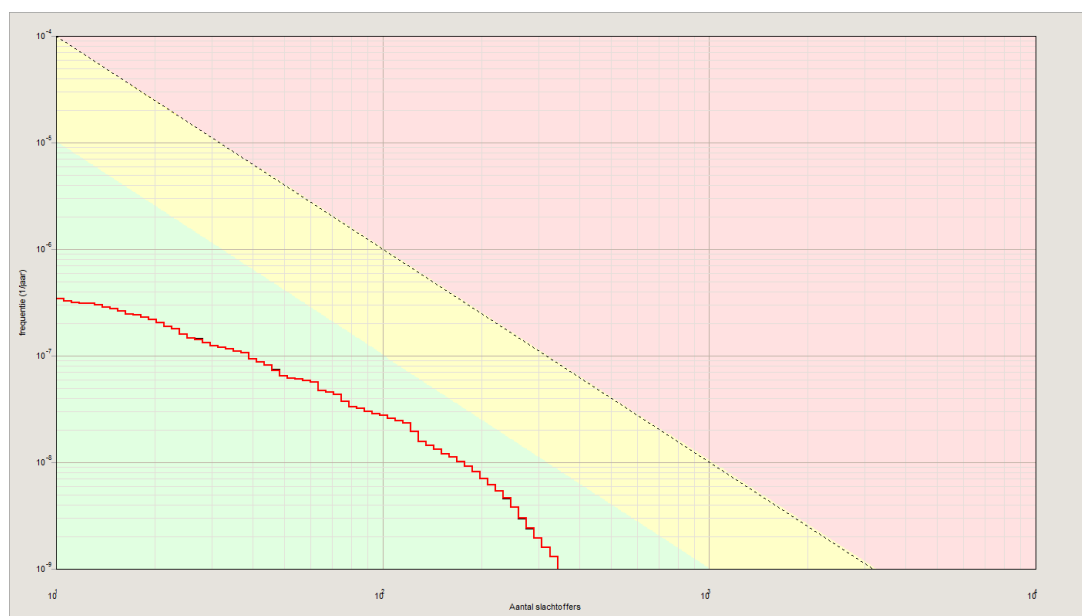
Voor bepaling van het plaatsgebonden risico van de bevoorradingsroute zijn de vuistregels voor *snelweg* toegepast.

- Vuistregel 1: Een autosnelweg heeft geen 10^{-5} -contour.
- Vuistregel 2: Wanneer het aantal GF3-transporten per jaar lager is dan 4000 heeft een autosnelweg geen 10^{-6} -contour.

Het aantal GF3-transporten is 70. Er is geen sprake van een PR 10^{-6} contour rond de bevoorradingsroute.

5.2 Groepsrisico

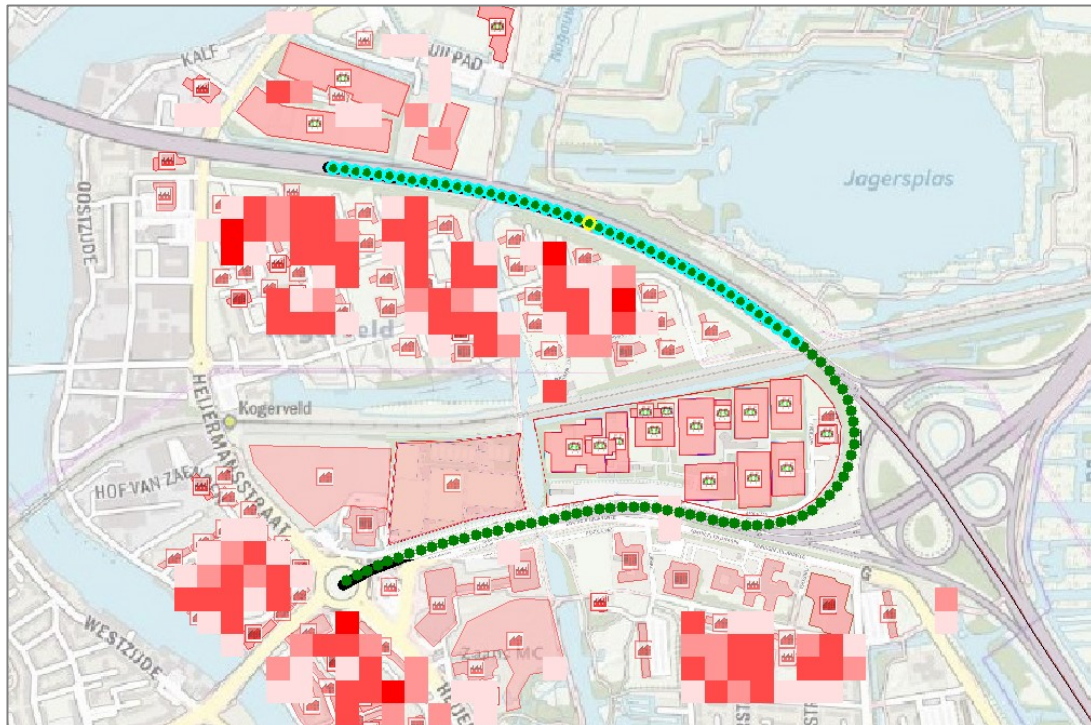
Het groepsrisico is berekend voor de (bevoorradings)route vanuit het noorden via de A8 naar het LPG-tankstation aan de Prins Bernardweg. Figuur 5 toont de groepsrisicocurven. In zowel de huidige als toekomstige situatie is het groepsrisico een factor 0.035 ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Dit betekent dat het groepsrisico meer dan 25 keer kleiner is dan de oriëntatiewaarde.



Figuur 5. Groepsrisico A7, huidige en toekomstige situatie

— Huidige situatie
— Toekomstige situatie

De ligging van dit kilometervak wordt getoond in figuur 6.



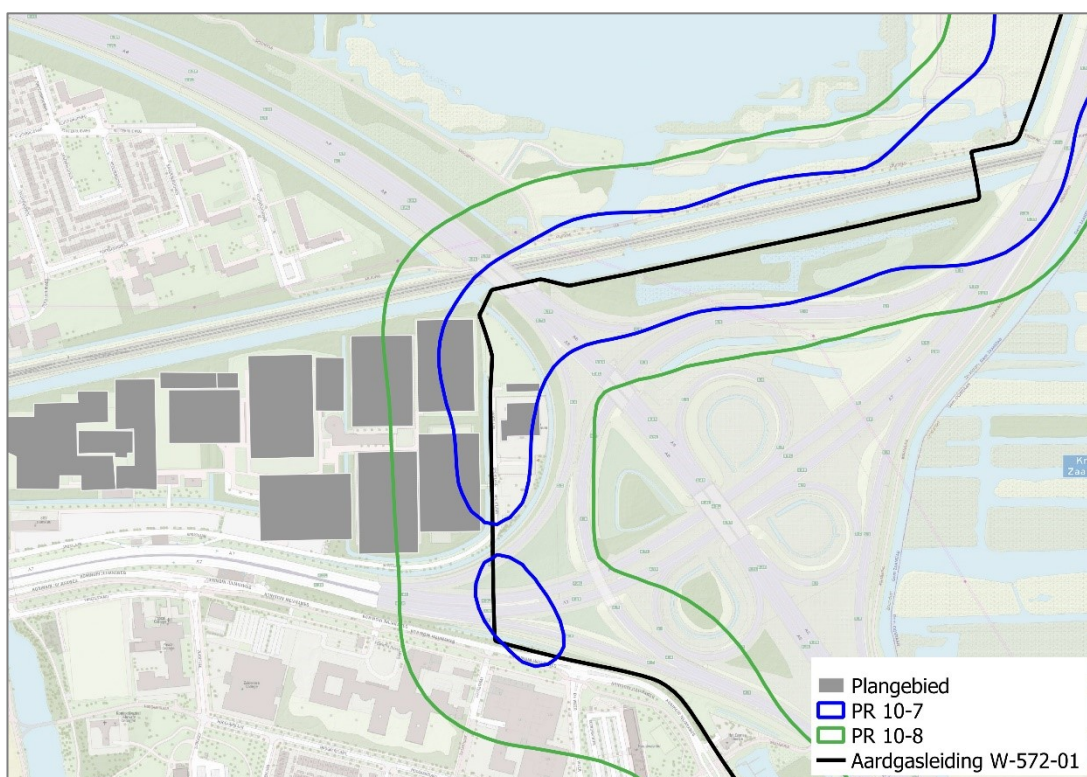
Figuur 6. Ligging kilometer hoogste groepsrisico toekomstige situatie

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

6 Resultaten hogedruk aardgasleiding

6.1 Plaatsgebonden risico

Figuur 7 toont de PR 10^{-7} en PR 10^{-8} contouren rond aardgasleiding W-572-01. De berekeningen hebben niet geleid tot een PR 10^{-6} -contour.



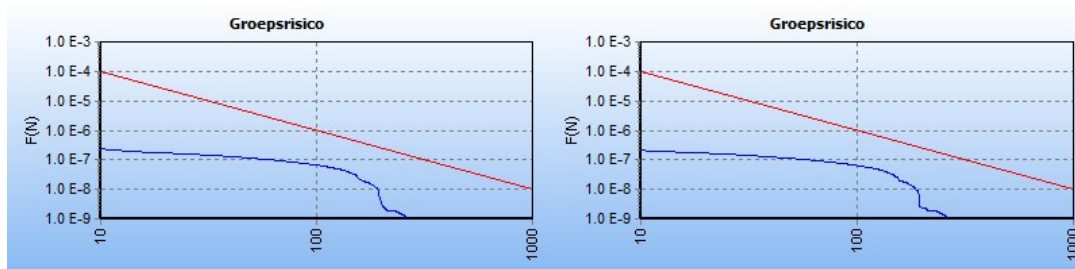
Figuur 7. PR-contouren aardgasleiding

6.2 Groepsrisico

Tabel 4 toont het groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Er is aangegeven hoeveel de berekende frequentie op een bepaald aantal slachtoffers maximaal afwijkt van de oriëntatiewaarde. Een factor 0.079 betekent bijvoorbeeld dat het groepsrisico meer dan 12 keer kleiner is dan de oriëntatiewaarde.

Situatie	Factor t.o.v. OW
Huidig	0.079
Toekomstig	0.075

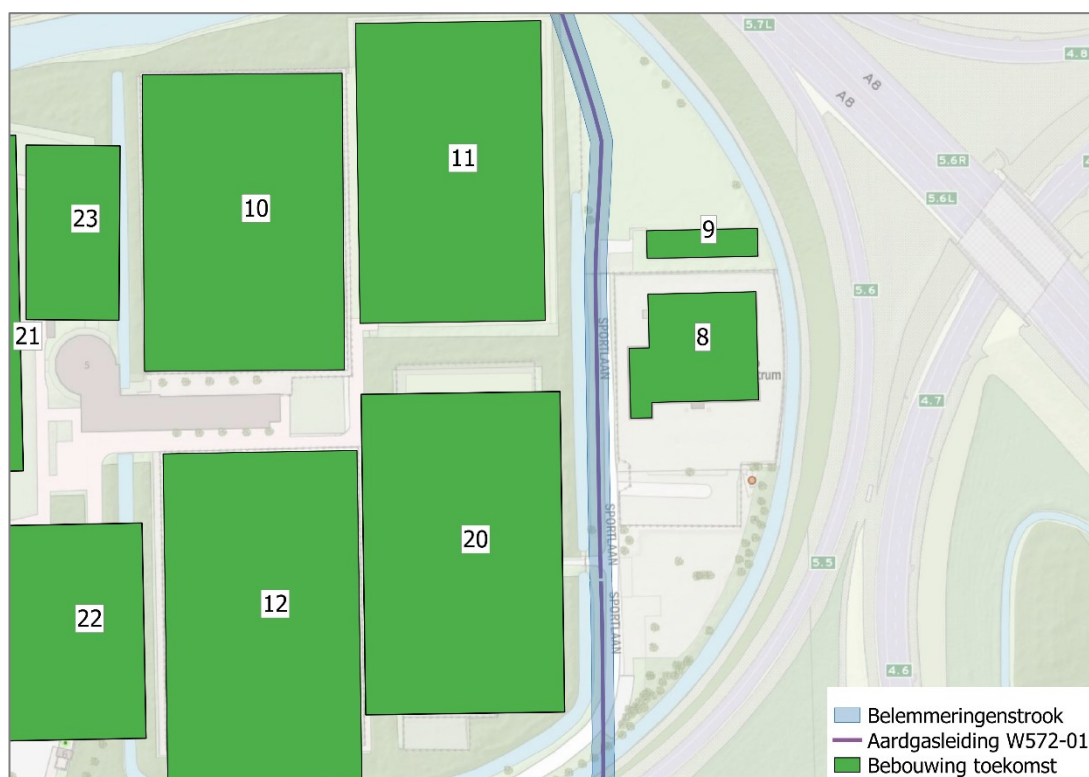
Tabel 4. Groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde (OW)



Figuur 8. Groepsrisico huidige (links) en toekomstige (rechts) situatie

6.3 Belemmeringenstrook

Voor leidingen met een druk van maximaal 40 bar geldt een belemmeringenstrook van ten minste 4 m aan weerszijden van de buisleiding, gemeten vanuit het hart van de buisleiding. De belemmeringenstrook dient ten behoeve van het onderhoud van de buisleiding. Binnen deze strook mogen geen nieuwe bouwwerken opgericht worden. De bebouwing in zowel de huidige als de toekomstige situatie ligt buiten de belemmeringenstrook. De toekomstige situatie wordt weergegeven in figuur 9.

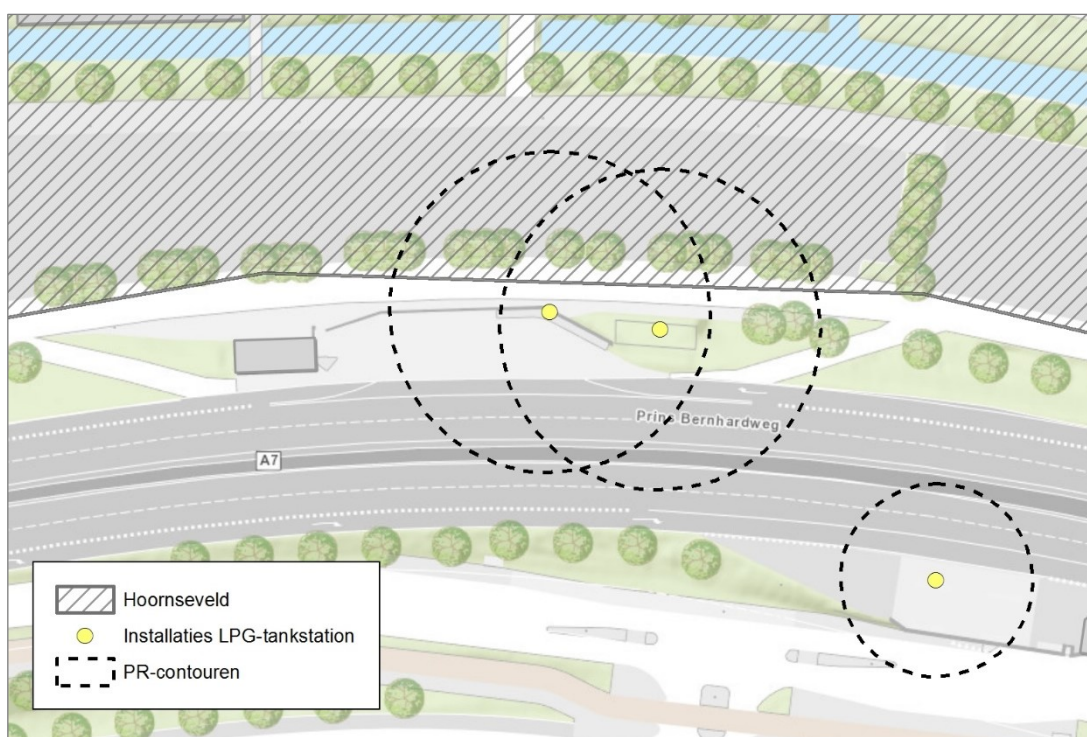


Figuur 9. Bouwwerken en velden ten opzichte van belemmeringenstrook

7 Resultaten LPG-tankstation

7.1 Plaatsgebonden risico

Figuur 10 toont de plaatsgebonden risicocontouren 10^{-6} rond de LPG-afleverzuil (15 m), het LPG-vulpunt (25 m) en de LPG-tank (25 m). Uit de figuur blijkt dat de plaatsgebonden risicocontouren rond vulpunt en tank gedeeltelijk over plangebied Hoornseveld liggen. Binnen deze contouren mogen geen (beperkt) kwetsbare objecten worden opgericht.

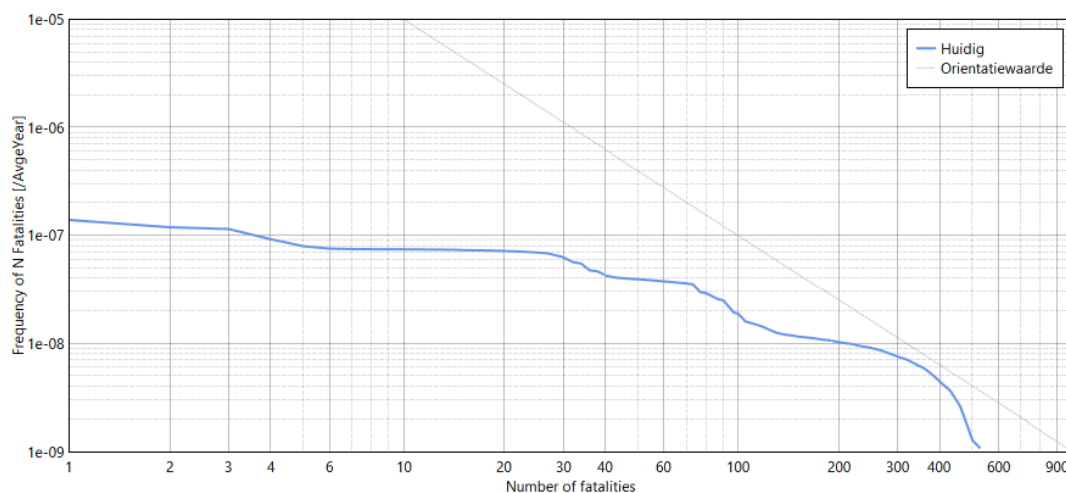


Figuur 10. Plaatsgebonden risico

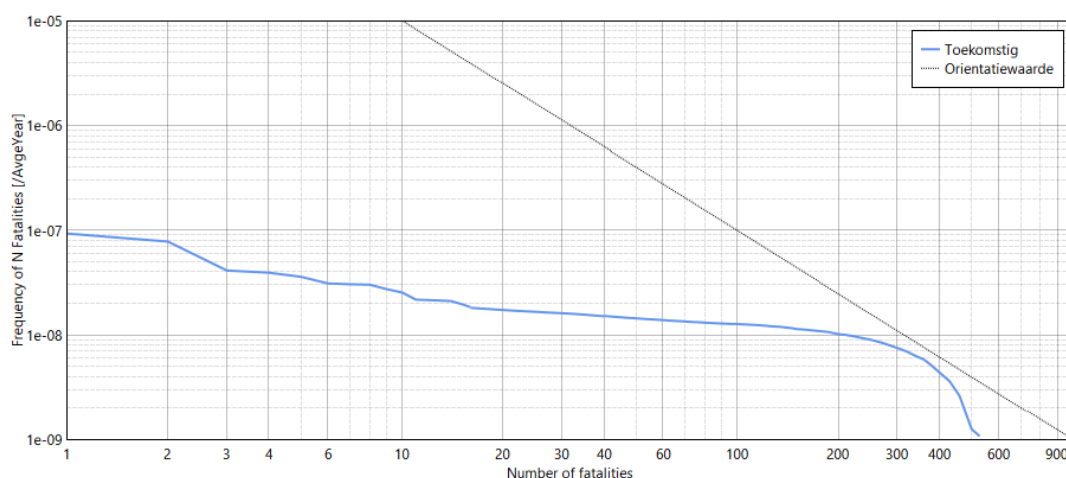
7.2 Groepsrisico

Figuur 11 en figuur 12 tonen het groepsrisico in de huidige en toekomstige situatie. Het maximum aantal slachtoffers is in beide situaties circa 500. Het maximaal aantal slachtoffers wordt voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van de ondergrondse opslagtank.

Het groepsrisico in zowel de huidige als toekomstige situatie is 0.76 keer de oriëntatiewaarde. Wel blijkt uit de vergelijking van figuur 12 met figuur 11 dat tussen 2 en 200 slachtoffers de curve van de toekomstige situatie lager ligt dan die van de huidige situatie.



Figuur 11. Groepsrisico huidige situatie

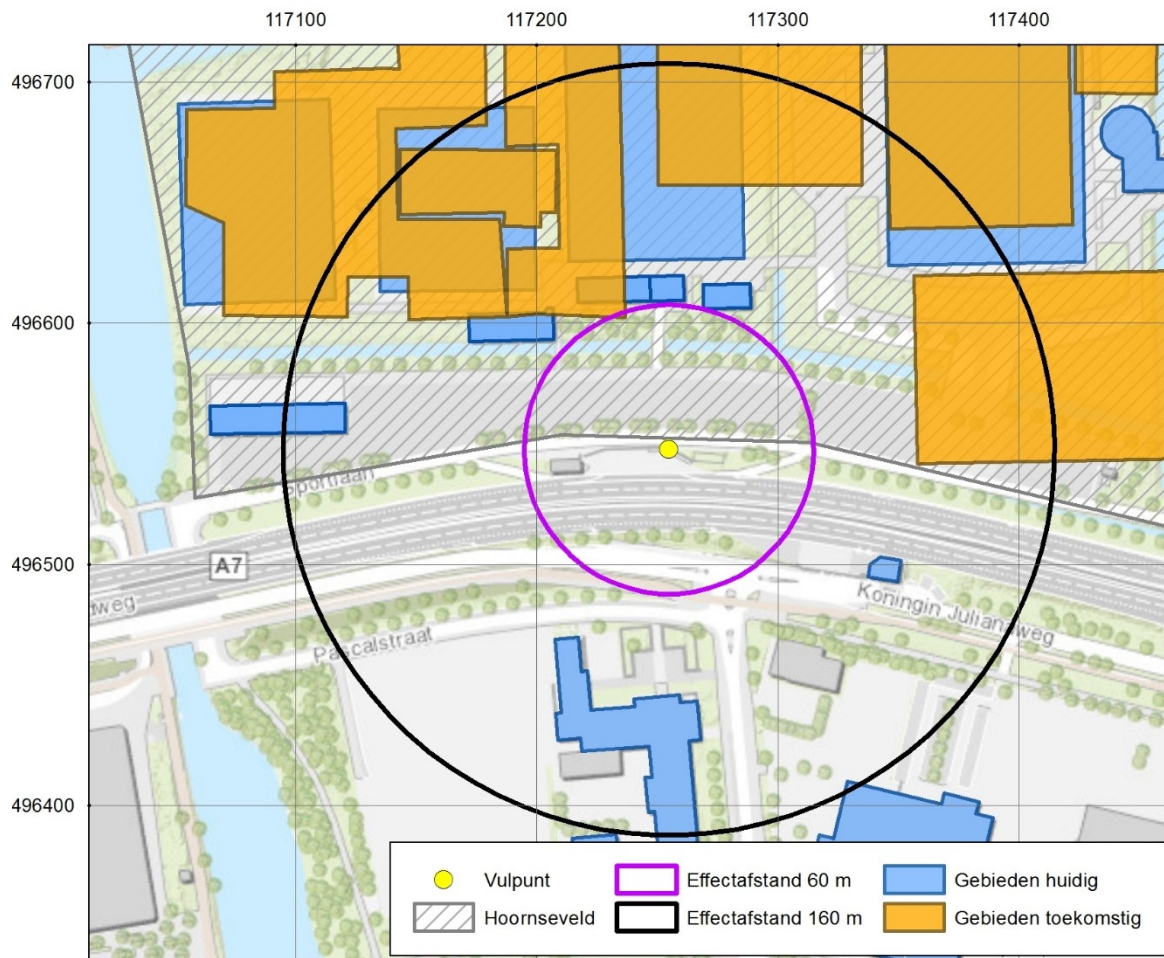


Figuur 12. Groepsrisico toekomstige situatie

7.3 Effectafstanden

Bij de verantwoording van het risico moet ook rekening worden gehouden met de zogeheten effectbenadering [15]. Voor (beperkt) kwetsbare objecten geldt dat als deze binnen de 60 m effectafstand komen te liggen, deze situatie gemotiveerd dient te worden [16]. Hetzelfde geldt voor zeer kwetsbare objecten binnen de 160 m effectafstand. Beide afstanden worden gemeten vanaf het vulpunt. De afstanden gelden alleen bij besluiten waarbij het risico toeneemt. Bij bijvoorbeeld conserverende bestemmingsplannen gelden deze afstanden niet.

Binnen de 60 m effectafstand bevindt zich een parkeerterrein, er zijn geen (beperkt) kwetsbare objecten gesitueerd of geprojecteerd. Binnen de 160 m effectafstand bevinden zich enkele sportvelden en clubgebouwen, er zijn geen zeer kwetsbare objecten gesitueerd of geprojecteerd.



Figuur 13. Effectafstanden rond LPG-vulpunt

8 Conclusies

8.1 Wegtransport

Plaatsgebonden risico

De berekeningen hebben niet geleid tot een PR 10^{-6} contour. Het plaatsgebonden risico vormt daarmee geen belemmering voor het plan.

Groepsrisico

De hoogte van het groepsrisico van alle wegvakken is lager dan 10% van de oriëntatiewaarde. Een verdere verantwoording van het groepsrisico is in dit geval niet nodig.

Wel dient binnen het invloedsgebied rond de wegvakken in de toelichting bij het bestemmingsplan en in de ruimtelijke onderbouwing van een omgevingsvergunning in elk geval ingegaan te worden op:

- de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp op die spoorweg, 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 spoorweg een ramp voordoet.

Plasbrandaandachtsgebied

Voor de A8, afrit S101 - afrit S102, is een plasbrandaandachtsgebied (PAG) voorgeschreven [4]. Het plangebied ligt buiten 30 m van de buitenste kantlijn en daarmee buiten het PAG. Voor de A8, afrit S102 - afrit S103, en provinciale wegen geldt geen PAG.

8.2 Hogedruk aardgasleiding

Plaatsgebonden risico

De berekeningen hebben niet geleid tot een PR 10^{-6} contour. Het plaatsgebonden risico vormt daarmee geen belemmering voor het plan.

Groepsrisico

Het hoogst berekende groepsrisico is een factor 0.08 ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Het groepsrisico is daarmee lager dan 10% van de oriëntatiewaarde. 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.

Belemmeringenstrook

Voor leidingen met een druk van maximaal 40 bar geldt een belemmeringenstrook van ten minste 4 m aan weerszijden van de buisleiding. De toekomstige bebouwing ligt buiten de belemmeringenstrook.

8.3 LPG-tankstation

Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico vormt geen belemmering voor het plan.

Groepsrisico

De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico wordt niet overschreden. In zowel de huidige als toekomstige situatie is het groepsrisico een factor 0.76 keer de oriëntatiewaarde.

Een verantwoording van het groepsrisico is vereist en het bestuur van de veiligheidsregio dient in de gelegenheid te worden gesteld om advies uit te brengen over de mogelijkheden tot voorbereiding van bestrijding en beperking van de omvang van een ramp en over de zelfredzaamheid van personen in het invloedsgebied van de inrichting.

Effectbenadering

Binnen de 60 m effectafstand bevindt zich een parkeerterrein, er zijn geen (beperkt) kwetsbare objecten gesitueerd of geprojecteerd. Binnen de 160 m effectafstand bevinden zich enkele sportvelden en clubgebouwen, er zijn geen zeer kwetsbare objecten gesitueerd of geprojecteerd. Het is daarom niet nodig hier aanvullende maatregelen te overwegen of anderszids te motiveren waarom wordt afgeweken van deze effectafstanden.

Referenties

- | | | | |
|-----|--------------------|------|---|
| 1. | Ministerie VROM | 2004 | Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)
Stb. 2004, 250 |
| 2. | Ministerie I&M | 2014 | Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt)
Stb. 2013, 465 |
| 3. | Ministerie I&M | 2015 | Beleidsregels EV-beoordeling Tracébesluiten
Stct. 2014, 25839 |
| 4. | Ministerie I&M | 2014 | Regeling Basisnet
Stct. 2014, 8242 |
| 5. | Ministerie I&M | 2017 | Handleiding risicoanalyse transport,
versie 1.2 |
| 6. | Ministerie VROM | 2010 | Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (Bevb)
Stb. 2010, 686. |
| 7. | VROM | 2004 | Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi)
Staatscourant 23 september 2004, nr. 183 |
| 8. | Ministerie I&M | 2014 | RBM II versie 2.3 |
| 9. | Ministerie I&M/IPO | 2019 | Risicokaart. Geraadpleegd oktober 2019.
https://www.risicokaart.nl/ |
| 10. | IOV | 2019 | BAG-Populatieservice. Geraadpleegd oktober 2019.
http://populatieservice.demis.nl/ |
| 11. | Geonovum | 2019 | www.ruimtelijkeplannen.nl |
| 12. | RIVM | 2013 | Carola versie 1.0.0.52 |
| 13. | RIVM | 2008 | Stappenplan groepsrisicoberekening LPG-tankstations
(versie gedateerd 12 augustus 2008) |

14.	RIVM	2008	QRA berekening LPG-tankstations (versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008)
15.	RWS/ Infomil	2016	Effectbenadering besluitvorming rondom LPG-tankstations (versie 1 juli 2016)
16.	Ministerie I&M	2016	Circulaire effectafstanden externe veiligheid LPG-tankstations voor besluiten met gevolgen effecten ongeval. Stcrt. 2016, 31453
17.	IOV	2018	Handleiding populatieservice Versie 1.0, juli 2018
18.	Gemeente Zaandam	2019	Ontwerp Bestemmingsplan Oostzijderveld NL.IMRO.0479.STED3851BP-0201 datum 20-6-2019
19.	Gemeente Zaandam	2019	Bestemmingsplan Gouwpark Ref NL.IMRO.0479.STED3861BP-0301, datum 2-10-2019

Bijlage 1. Gegevens bebouwing

1.1. Plangebieden

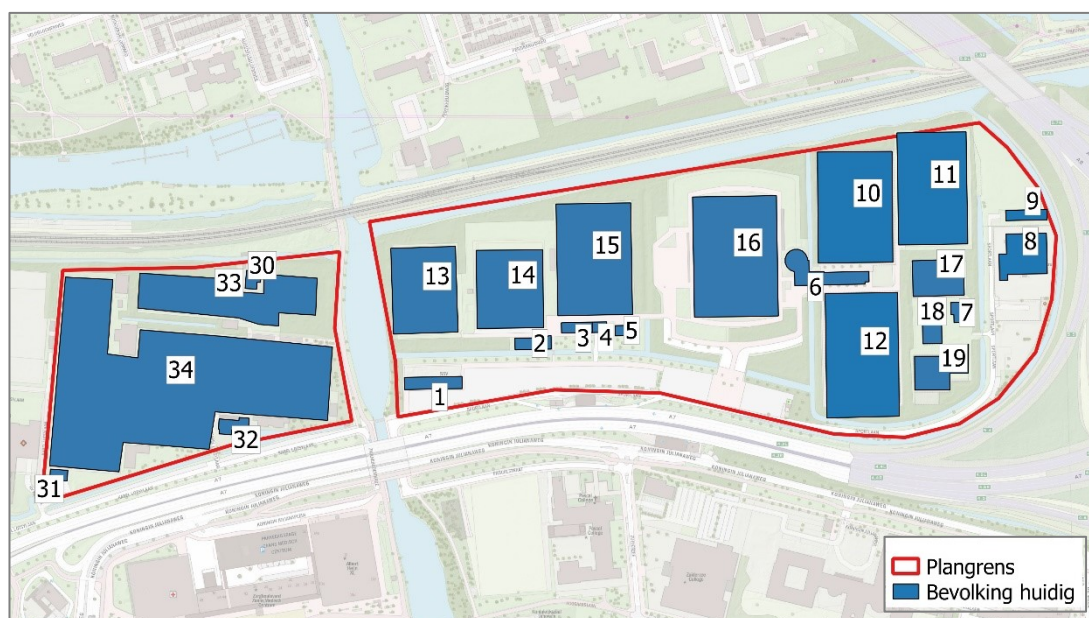
De bevolkingsvlakken in de huidige en toekomstige situatie worden getoond in figuur 14 en figuur 15. De veronderstelde aantallen personen zijn samengevat in tabel 5. Daarbij zijn de volgende kengetallen gehanteerd.

- Voor panden binnen het plangebied wordt in de huidige situatie uitgegaan van bevolkingsgegevens afkomstig van de BAG-populatieservice [10].
- Voor de sportvelden en het zwembad wordt uitgegaan van een dichtheid van 30 personen/ha met een aanwezigheid van 8 uur overdag en 4 uur 's nachts gedurende 183 dagen/jaar [bag pop hl 10]. Aangenomen wordt dat 95% zich buitenshuis bevindt.
- Voor de clubhuizen (vlak 23 en 24) wordt een aanwezigheid verondersteld van 1 persoon/20 m², cf het kengetal voor een sportfunctie (gebouw) [10]. Uitgegaan wordt van een zelfde aanwezigheid als voor de sportvelden en tennisbanen van 8 uur overdag en 4 uur 's nachts gedurende 183 dagen/jaar.
- Voor de tennisbanen wordt uitgegaan van 4 personen per baan en een aanwezigheid van 8 uur overdag en 4 uur 's nachts gedurende 183 dagen/jaar. Aangenomen wordt dat 95% zich buitenshuis bevindt.
- Voor de uitbreiding van de schietvereniging wordt dezelfde dichtheid verondersteld als de dichtheid afkomstig uit de BAG-populatieservice van de huidige locatie (vlak 1), te weten 1 persoon/11.5 m².
- Voor de woningen wordt 2.4 personen per woning aangehouden, met een aanwezigheid van 50% overdag en 100% 's nachts.

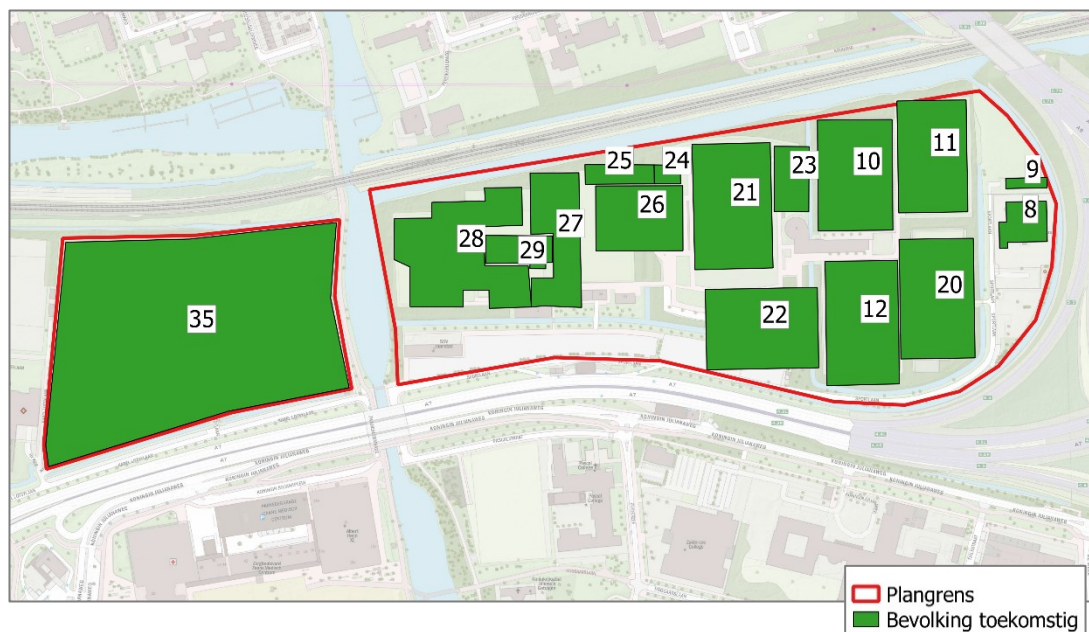
ID	Huidig (H) Toekomstig (T)	Omschrijving	Aantal personen	
			Dag	Nacht
1	H	Pand BAG	58	58
2	H	Pand BAG	19	19
3	H	Pand BAG	12	12
4	H	Pand BAG	5	5
5	H	Pand BAG	18	18
6	H	Pand BAG	55	55
7	H	Pand BAG	13	13
8	HT	Pand BAG	181	181
9	HT	Pand BAG	14	14
10	HT	Sportveld	23 (8 uur)	23 (4 uur)
11	HT	Sportveld	22 (8 uur)	22 (4 uur)
12	HT	Sportveld	25 (8 uur)	25 (4 uur)
13	H	Sportveld	16 (8 uur)	16 (4 uur)
14	H	Sportveld	15 (8 uur)	15 (4 uur)
15	H	Sportveld	24 (8 uur)	24 (4 uur)

ID	Huidig (H) Toekomstig (T)	Omschrijving	Aantal personen	
			Dag	Nacht
16	H	Sportveld	29 (8 uur)	29 (4 uur)
17	H	Tennis	12 (8 uur)	12 (4 uur)
18	H	Tennis	4 (8 uur)	4 (4 uur)
19	H	Tennis	12 (8 uur)	12 (4 uur)
20	T	Sportveld	25 (8 uur)	25 (4 uur)
21	T	Sportveld	28 (8 uur)	28 (4 uur)
22	T	sportveld	25 (8 uur)	25 (4 uur)
23	T	Clubhuis voetbal (1350 m ²)	68 (8 uur)	68 (4 uur)
24	T	Duikvereniging (200 m ²)	10 (8 uur)	10 (4 uur)
25	T	Schietvereniging	151 (8 uur)	151 (4 uur)
26	T	Zwembad	16 (8 uur)	16 (4 uur)
27	T	Sportveld (korfbal)	16 (8 uur)	16 (4 uur)
28	T	Tennis	60 (8 uur)	60 (4 uur)
29	T	Clubhuis (tennis en korfbal) 950 m ²	48 (8 uur)	48 (4 uur)
30	H	Pand BAG	9	9
31	H	Pand BAG	9	9
32	H	Pand BAG	14	14
33	H	Tennisvelden (10 velden)	40 (8 uur)	40 (4 uur)
34	H	sportvelden	85 (8 uur)	85 (4 uur)
35	T	400 woningen	480	960

Tabel 5. Bevolkingsvlakken binnen de plangebieden



Figuur 14. Bevolkingsvlakken huidige situatie



Figuur 15. Bevolkingsvlakken toekomstige situatie

1.2. Omgeving

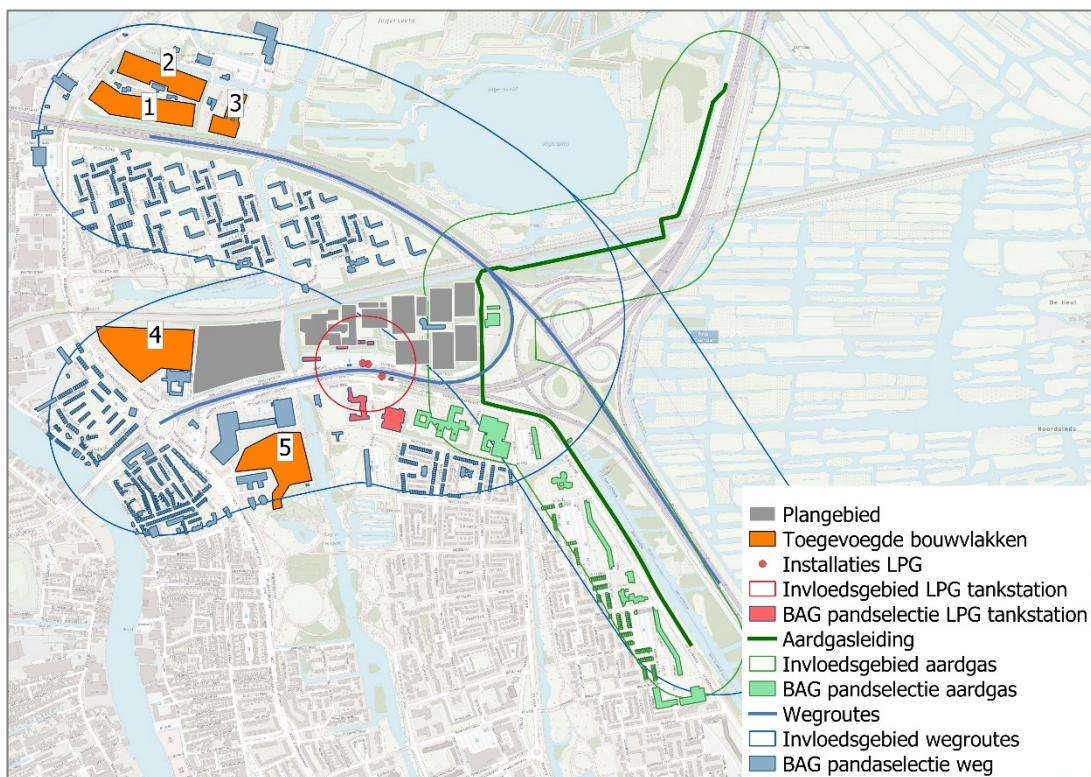
Binnen het invloedsgebied van de risicobronnen is de aanwezigheid van personen opgevraagd via de BAG-populatieservice [10]. De geleverde aanwezigheidsgegevens voor eenzelfde bouwvlak kunnen per risicobron verschillen.

Voor de berekeningen zijn vijf bevolkingsvlakken toegevoegd. De veronderstelde aantallen personen zijn samengevat in tabel 6 en worden weergegeven in figuur 16. Daarbij zijn de volgende kengetallen gebruikt:

- Voor de sportvelden wordt uitgegaan van een dichtheid van 30 personen/ha met een aanwezigheid van 8 uur overdag en 4 uur 's nachts op 183 dagen/jaar [17]. Aangenomen wordt dat 95% zich buitenshuis bevindt.
- Voor de maatschappelijke bestemming wordt 1 persoon/30 m² aangehouden met alleen aanwezigheid overdag.
- Voor de woningen wordt 2.4 personen per woning aangehouden, met een aanwezigheid van 50% overdag en 100% 's nachts.

ID	Omschrijving	Aantal personen	
		dag	nacht
1	sportveld	70 (8 uur)	70 (4 uur)
2	sportveld	57 (8 uur)	57 (4 uur)
3	sportveld	26 (8 uur)	26 (4 uur)
4	450 woningen + 1500 m2 maatschappelijk [18]	590	1080
5	250 woningen [19]	300	600

Tabel 6. Toegevoegde polygoenen

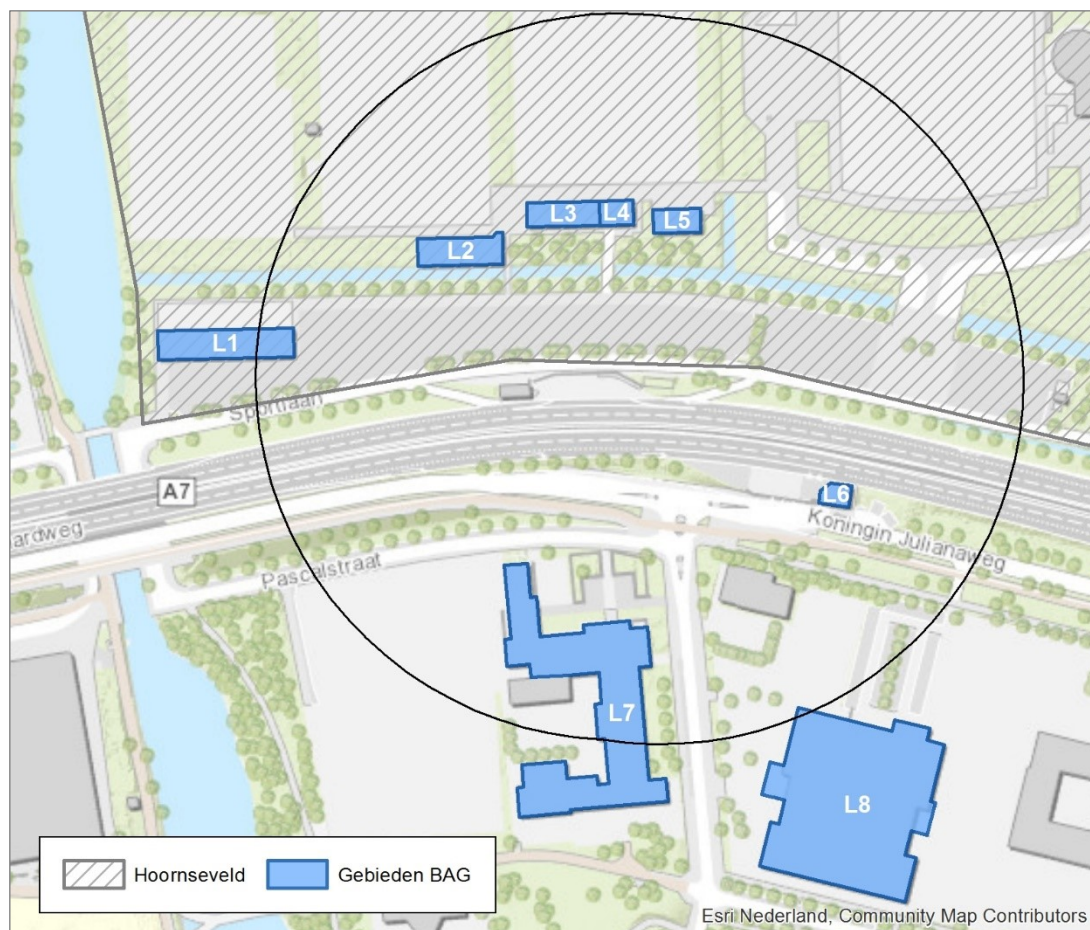


Figuur 16. Toegevoegde bebouwing

De gehanteerde bevolking afkomstig van de BAG-populatieservice binnen het invloedsgebied van het LPG-tankstation wordt samengevat in tabel 7 en figuur 17 [10].

ID	Aantal personen	
	Dag	Nacht
L1	82	59
L2	15	11
L3	9	7
L4	4	3
L5	26	18
L6	9	5
L7	740	0
L8	608	0

Tabel 7. Aantallen personen binnen invloedsgebied LPG-tankstation



Figuur 17. Pandselectie binnen invloedsgebied LPG-tankstation

Bijlage 2. Uitgangspunten LPG-tankstations

2.1. Ongevalscenario's tank

Er wordt uitgegaan van een ondergrondse tank met een volume van 30 m³ met een maximale inhoud van 13.8 ton (de maximale vullingsgraad). Tabel 8 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalscenario's.

Scenario		Frequentie [jr]	Bron sterkte	Toelichting
O.1	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷	13.8 ton	Maximale inhoud
O.2	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷	23.0 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
O.3	Continu 10 mm	1.0 10 ⁻⁵	1.1 kg/s	Vloeistofuitstroming met uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60
O.4	Vloeistofleiding – breuk	4.6 10 ⁻⁵	2.9 kg/s	Lengte 92 m, diameter 1.25"
O.5	Vloeistofleiding – lekkage	1.4 10 ⁻⁴	0.1 kg/s	Lengte 92 m
O.6	Afleverleiding – breuk	3.8 10 ⁻⁵	2.9 kg/s	Lengte 75 m, diameter 1.25"
O.7	Afleverleiding – lekkage	1.1 10 ⁻⁴	0.1 kg/s	Lengte 75 m

Tabel 8. Ongevalscenario's per tank

2.2. Ongevalscenario's tankauto

Voor een doorzet tot 1000 m³/jr zijn er standaard 70 lossingen nodig van elk 30 min. De lostijd per jaar is dan 30 uur (0.6% van de tijd). Bevoorrading vindt plaats met een tankauto van 60 m³ en een maximale inhoud van 26.7 ton. De tankauto kan bij aankomst op de inrichting voor 100%, 67% of 33% gevuld zijn. Deze gegevens worden gebruikt om met een initiële ongevalfrequentie de frequentie van de ongevalscenario's voor de inrichting af te leiden. Voor de ongevalscenario's instantaan falen en uitstroming uit de grootste aansluiting wordt de initiële ongevalfrequentie vermenigvuldigd met de fractie gedurende het jaar dat de betreffende tankauto aanwezig is binnen de inrichting. Voor volledige breuk van de pomp is rekening gehouden met de beperking van de uitstroomtijd door een doorstroombegrenzer. De kans dat de doorstroombegrenzer niet sluit is 0.06. Voor volledige breuk van de losslang is rekening gehouden met de beperking van de uitstroomtijd door een andere doorstroombegrenzer. De kans dat deze doorstroombegrenzer niet sluit is 0.12. Tabel 9 toont de ongevalscenario's voor een doorzet tot 1000 m³/jr.

Scenario		Frequentie [jr]	Bron sterkte	Toelichting
T.1	Instantaan vulgraad 100%	2.0 10 ⁻⁹	26.7 ton	Maximale inhoud
T.2	Continu grootste aansluiting	2.0 10 ⁻⁹	65.8 kg/s	Vloeistof 3 inch gat, uitstroomcoëfficiënt Cd=0.60

Scenario		Frequentie [jr]	Bron sterkte	Toelichting
P.1	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit	$3.8 \cdot 10^{-7}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 5 s en leidinginhoud 102 kg
P.2	Breuk pomp doorstroombegrenzer sluit niet	$2.4 \cdot 10^{-8}$	20.8 kg/s	Leiding 5 m, diameter 3", duur 1800 s
P.3	Lekkage pomp	$1.8 \cdot 10^{-5}$	0.7 kg/s	Vloeistof 7.6 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$
L.1	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit	$1.2 \cdot 10^{-5}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 5 s en leidinginhoud 65 kg
L.2	Breuk losslang doorstroombegrenzer sluit niet	$1.7 \cdot 10^{-6}$	8.3 kg/s	Leiding 5 m, diameter 2", duur 1800 s
L.3	Lekkage losslang	$1.4 \cdot 10^{-3}$	0.3 kg/s	Vloeistof 5 mm gat, uitstroomcoëfficiënt $C_d=0.60$

Tabel 9. Ongevalscenario's overslag tankauto doorzet tot 1000 m³/jr

2.3. BLEVE-frequentie tankauto

Voor de frequentie van een BLEVE van een tankauto tijdens bevoorrading wordt de specifieke modellering voor een LPG-tankstation gevolgd [11 en 12]. Drie oorzaken worden onderscheiden, te weten brand van het LPG-systeem, omgevingsbrand en mechanische inslag. De belangrijkste oorzaak van een BLEVE is een omgevingsbrand. De afspraak in het LPG-convenant om een hittewerende coating aan te brengen op de tankauto is mede ingegeven door de mogelijkheid om de gevolgen van een omgevingsbrand beter te kunnen beheersen. In het modelleringsvoorschrift is ook aangegeven dat, mits bepaalde afstanden tot objecten worden aangehouden, de frequentie op een BLEVE door een omgevingsbrand wel een factor tien kleiner kan zijn. Deze afstanden zijn voorgeschreven in het Besluit LPG-tankstations Hinderwet uit 1988 (maar zijn aangepast in het stappenplan van het RIVM). Een andere belangrijke oorzaak is de mechanische inslag veroorzaakt door een voertuig dat botst met de lossende tankauto.

Voor een BLEVE veroorzaakt door een brand van het LPG-systeem wordt uitgegaan van een frequentie van $5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur voor een onbeschermd tankauto. Door de hittewerende coating wordt de BLEVE-frequentie verlaagd met een factor twintig [12]. Voor een doorzet tot 1000 m³/jr volgt dan een frequentie van $0.05 \times 35 \times 5.8 \cdot 10^{-10} = 1.0 \cdot 10^{-9}$ /jr op dit scenario B.1. Aangenomen wordt dat de tankauto maximaal is gevuld.

Voor een omgevingsbrand geldt dat de afstand tussen de opstelplaats van de LPG-tankauto en een aantal met name genoemde objecten groter moet zijn dan de minimaal benodigde afstand. Toetsing wordt uitgevoerd voor de benzine en LPG-afleverzuil, gebouwen en voor de opstelplaats van de benzinetankauto. In het Besluit LPG-tankstations (en daarmee in de milieuvergunning) is opgenomen dat de benzinetankauto niet tegelijkertijd met de LPG-tankauto op de inrichting aanwezig mag zijn. Deze oorzaak is daarmee uit te sluiten. Tabel 10 vat de beoordeling samen. De frequentie op een omgevingsbrand voor 100 verladingen is dan afgerond $2 \cdot 10^{-7}$ /jr (zie tabel 2b in [11] of tabel 5 in [12]).

Object omgevingsbrand	Toetsings-afstand [m]	Vulpunt binnen deze afstand?
LPG-afleverzuil personenauto's	17.5	Nee
Benzine afleverzuil personenauto's	5	Nee
Opstelplaats benzinetankauto	25	n.v.t.
Gebouwen zonder brandbescherming (hoogte < 5 m)	10	Nee

Tabel 10. Toetsing bijdrage omgevingsbrand aan de BLEVE-frequentie (toetsingsafstand conform stappenplan RIVM)

Tabel 11 toont de specifieke BLEVE frequentie voor de huidige situatie veroorzaakt door een externe brand afhankelijk van de vulgraad. De kans op een BLEVE gegeven een brand is afhankelijk van de vulgraad. Deze kans is 0.19, 0.46 of 0.73 voor een vulgraad van respectievelijk 100%, 67% en 33%.

Verder wordt ervan uitgegaan dat de tankauto is voorzien van een hittewerende coating. Er wordt aangenomen dat de BLEVE-frequentie hierdoor wordt verlaagd met een factor twintig. Deze aanname is opgenomen in de notitie QRA berekening LPG-tankstations van het RIVM [12].

Scenario	Basis frequentie [per 100 verladings]	Factor	Frequentie [/jr]
B.2 BLEVE vulgraad 100%	$2 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.19 \times 0.05$	$4.4 \cdot 10^{-10}$
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$2 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.46 \times 0.05$	$1.1 \cdot 10^{-9}$
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$2 \cdot 10^{-7}$	$70/100 \times 0.333 \times 0.73 \times 0.05$	$1.7 \cdot 10^{-9}$

Tabel 11. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet tot 1000 m³/jr door externe brand

Tabel 12 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan 24.5 bara.

Scenario	Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.2 BLEVE vulgraad 100%	$4.4 \cdot 10^{-10}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.3 BLEVE vulgraad 67%	$1.1 \cdot 10^{-9}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.4 BLEVE vulgraad 33%	$1.7 \cdot 10^{-9}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 12. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet tot 1000 m³/jr door externe brand

Een BLEVE van de tankauto kan ook plaatsvinden door externe impact (aanrijdingen). De frequentie is afhankelijk van het type opstelplaats. Voor dit tankstation wordt uitgegaan van de waarde voor een opstelplaats langs een weg met een maximale snelheid < 70 km/u. Tabel 13 toont de specifieke BLEVE frequentie. Tabel 14 toont de ongevalsscenario's. De BLEVE

wordt gemodelleerd met de barstdruk gelijk aan de evenwichtsdruk bij omgevingstemperatuur.

Scenario		Basis frequentie [per 100 verladingen]	Factor	Frequentie [/jr]
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$4.8 \cdot 10^{-8}$	$70/100 \times 0.333$	$1.1 \cdot 10^{-8}$

Tabel 13. Specifieke BLEVE frequentie tankauto doorzet tot $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ door mechanische inslag (aanrijdingen)

Scenario		Frequentie [/jr]	Bron sterkte	Toelichting
B.5	BLEVE vulgraad 100%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	26.7 ton	Maximale inhoud 100%
B.6	BLEVE vulgraad 67%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	17.8 ton	Maximale inhoud 67%
B.7	BLEVE vulgraad 33%	$1.1 \cdot 10^{-8}$	8.9 ton	Maximale inhoud 33%

Tabel 14. Ongevalsscenario's BLEVE tankauto doorzet tot $1000 \text{ m}^3/\text{jr}$ door externe brand

2.4. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Twente worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. De ruwheidslengte is 0.3 m.

Bijlage 3. Lijst kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

I Kwetsbaar object:

- a woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in categorie II onder a;
- b gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 - 1 Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 - 2 Scholen;
 - 3 Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c gebouwen waarin grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 - 1 Kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object;
 - 2 Complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per object, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd;
- d kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;

II Beperkt kwetsbaar object:

- a
 - 1 Verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare;
 - 2 Dienst- en bedrijfswoningen van derden;
 - 3 Lintbebouwing, voor zover deze loodrecht of nagenoeg loodrecht is gelegen op de contouren van het plaatsgebonden risico van een route of tracé;
- b kantoorgebouwen, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- c hotels en restaurants, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- d winkels, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- e sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f sport- en kampeertreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voor zover zij niet in categorie I onder d vallen;
- g bedrijfsgebouwen, voor zover zij niet in categorie I onder c vallen;
- h objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Bijlage 4. 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 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie	7
4 Groepsrisico screening	8
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie	8
5 FN curves.....	9
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1940.00 en stationing 2940.00	9
6 Referenties.....	9

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/ Openbaar	Aangeleverd door CAROLA
1 Algemene rapportgegevens		
Administratieve gegevens:	Openbaar	Deels
• naam en adres van de leidingexploitant(en) (volgens Bevb)		
• naam en adres van de opsteller van de QRA		Nee
Reden opstellen QRA	Openbaar	Nee
Gevolgdde methodiek	Openbaar	Ja
• rekenpakket met versienummer		
• parameterbestand met versienummer		
Peildatum QRA	Openbaar	
• datum van de berekening		Ja
• datum van aanmaak van de buisleidinggegevens		Nee
2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)		
Gegevens buisleiding	Openbaar	
• naam buisleiding		Ja
• diameter		Ja
• druk		Ja
• eventuele mitigerende maatregelen		Ja
Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
• leiding		Ja
• noordpijl en schaalindicatie		Ja
3 Beschrijving omgeving		
Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	Openbaar	
• bestemmingsplannen al dan niet gedeeltelijk binnen de PR 10 ⁻⁶ -contour en het invloedsgebied		Ja indien ingevoerd
Actuele topografische kaart	Openbaar	Ja indien ingevoerd
Een beschrijving van de bevolking rond de buisleiding, onder opgave van de wijze waarop deze beschrijving tot stand is gekomen (o.a. incidentele bebouwing, lintbebouwing)	Openbaar	Nee
Mogelijke gevaren van buiten de buisleiding die op de buisleiding effect kunnen hebben (risicoverhogende objecten, buurtbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	
Gebruikt weerstation	Openbaar	Ja
4 Beschrijving per leiding van mogelijke risico's voor de omgeving		
Samenvattend overzicht van de resultaten van de QRA, waarin tenminste is opgenomen:	Openbaar	Ja
Kaart met het berekende plaatsgebonden risico, met contouren voor 10 ⁻⁴ , 10 ⁻⁵ , 10 ⁻⁶ , 10 ⁻⁷ en 10 ⁻⁸ (indien aanwezig)	Openbaar	Ja
FN-curve, voor zowel huidige als toekomstige situatie, met het groepsrisico voor de kilometer buisleiding met de grootste overschrijding van de oriënterende waarde. Op de horizontale as van de grafiek met de FN-curve wordt het aantal dodelijke slachtoffers uitgezet, op de verticale as de cumulatieve kans tot 10 ⁻⁹ per jaar	Openbaar	Ja
FN-datapunt waarbij de maximale overschrijding van de oriëntatiewaarde optreedt, inclusief de factor van de overschrijding	Openbaar	Ja
Grafiek met de screening van het groepsrisico	Openbaar	Ja
Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10 ⁻⁶ per jaar zijn	Openbaar	Nee
Voorgestelde preventieve en repressieve maatregelen die in de QRA zijn meegenomen	Openbaar	Ja

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 25-10-2019. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Schiphol. 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

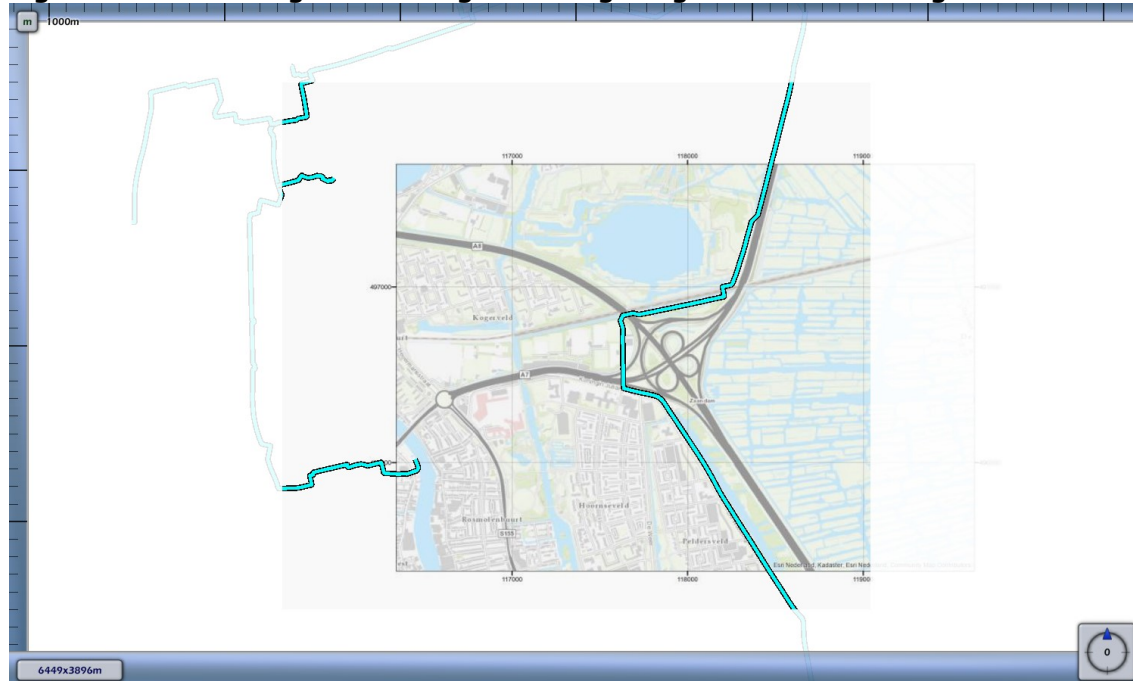
Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen. Voor dit onderzoek is alleen de gearceerd weergegeven leiding relevant. De overige leidingen worden niet verder behandeld in dit rapport.

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-01-deel-1	406.40	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-04-deel-1	219.10	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-07-deel-1	323.90	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-09-deel-1	114.30	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-15-deel-1	114.30	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-570-23-deel-1	323.80	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-572-01-deel-1	406.40	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-572-01-deel-2	406.40	40.00
N.V. Nederlandse Gasunie	6276_leiding-W-572-06-deel-1	168.30	40.00

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



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. De waarden 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.

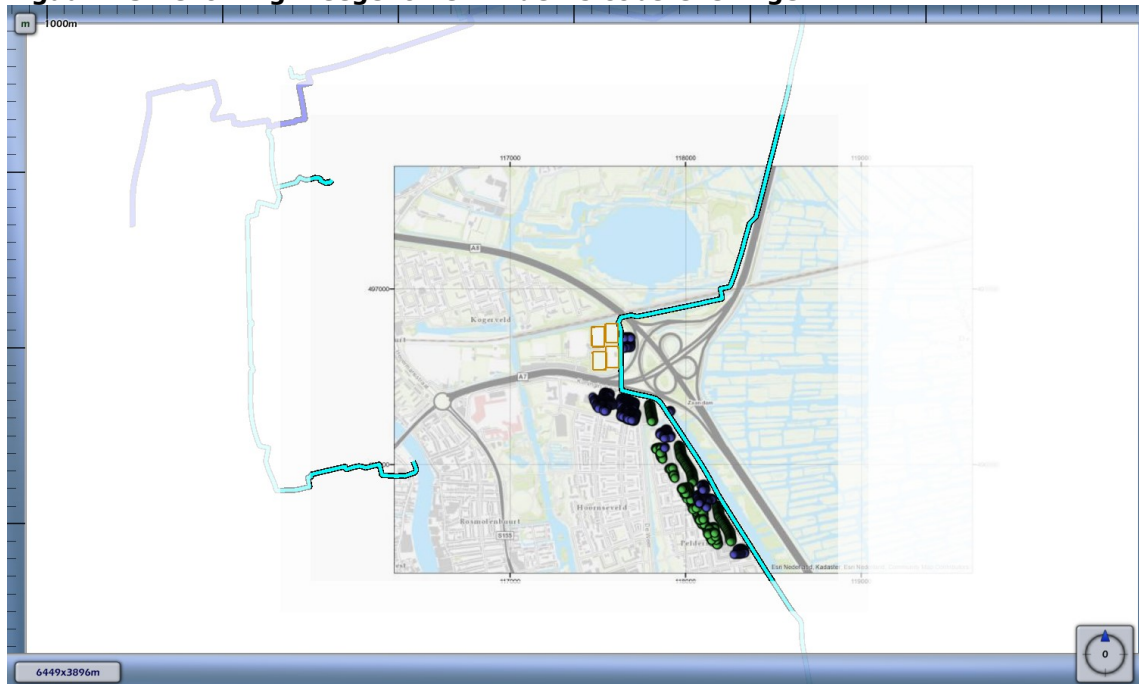
Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Percentage Personen
vlak 10	Evenement	23	100/ 100/ 95/ 95/ 0/ 0
vlak 11	Evenement	22	100/ 100/ 95/ 95/ 0/ 0
vlak 12	Evenement	25	100/ 100/ 95/ 95/ 0/ 0
vlak 20	Evenement	25	100/ 100/ 95/ 95/ 0/ 0

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	482	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	402	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	2915	50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen

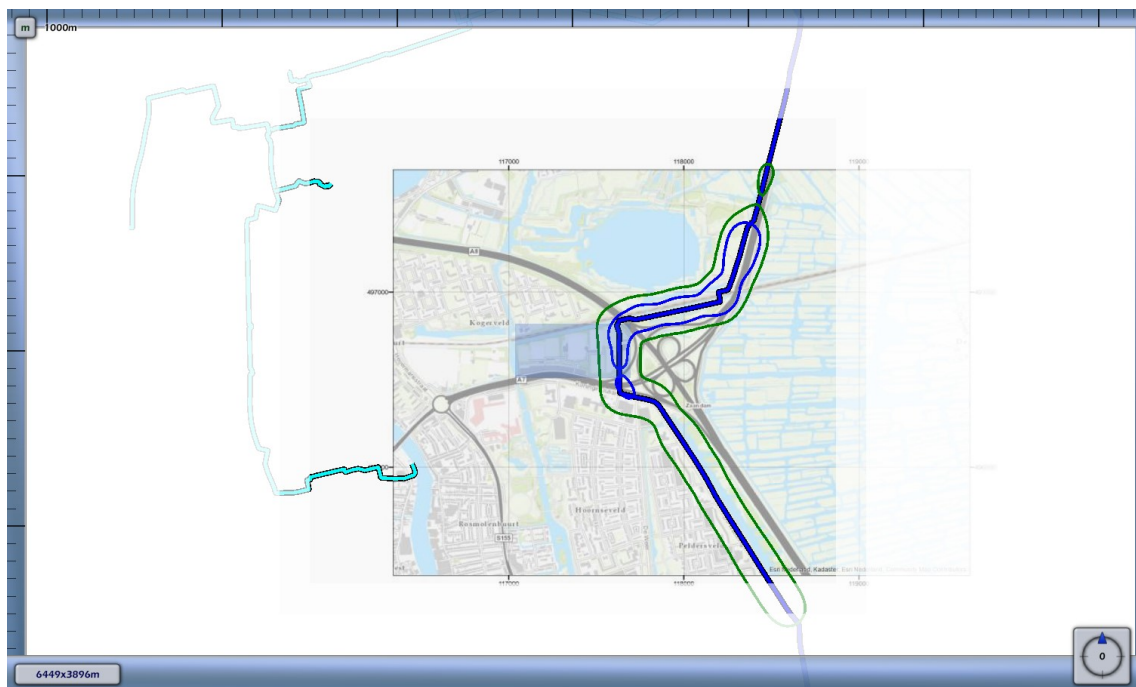


Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

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 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



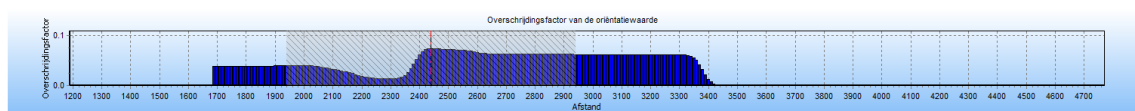
1E-6	
1E-7	
1E-8	

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.

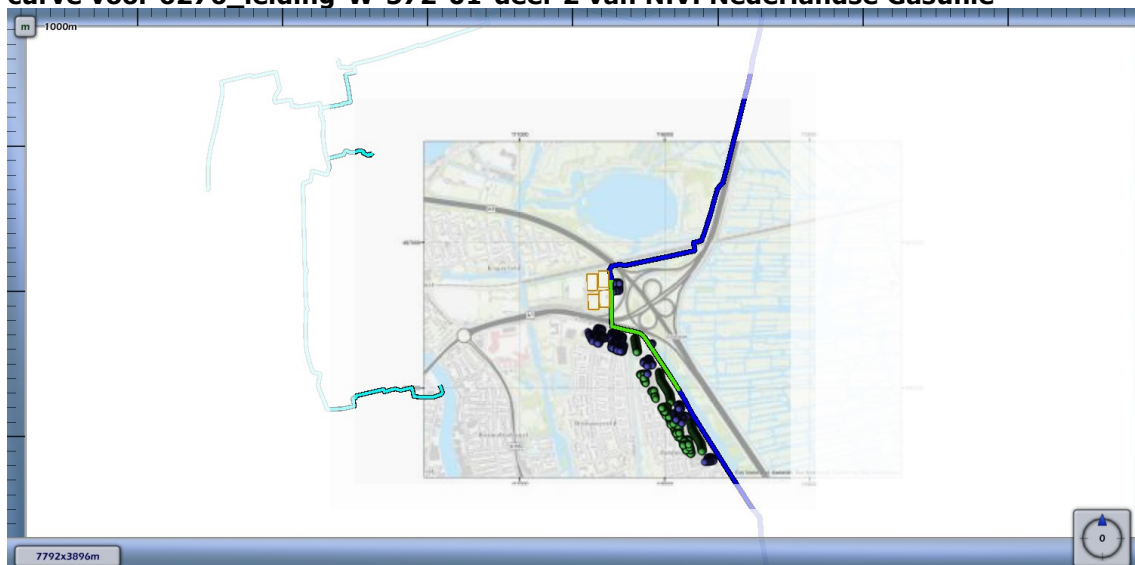
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 131 slachtoffers en een frequentie van $4.34E-008$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.075 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1940.00 en stationing 2940.00. 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 6276_leiding-W-572-01-deel-2 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 6276_leiding-W-572-01-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1940.00 en stationing 2940.00



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.