omgevingsveiligheid
& risicoanalyse

Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Onderzoek externe veiligheid/ Integraal kindcentrum te Zwijndrecht

Project 235332
Datum 28 augustus 2023

Onderzoek EV/ Integraal kindcentrum te Zwijndrecht

Project	235332
Datum	28 augustus 2023
Auteur	R.J.J. Fiering
Review	R.J.M. Scheres
Versie nr.	1
Opdrachtgever	KuiperCompagnons Van Nelleweg 3042 3044 BC Rotterdam

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Normstelling externe veiligheid 5
2.1 Risicobenadering 5
2.2 Besluit externe veiligheid transportroutes 5
2.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen 8

3 Uitgangspunten risicoberekening 12
3.1 Ligging planlocatie en risicobronnen 12
3.2 Hogedruk aardgasleiding 12
3.3 Spoorlijn Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht 13
3.4 Rijksweg A16 13
3.5 Vaarweg Oude Maas 14
3.6 Ashland Industries Nederland B.V 14
3.7 Gasdruk meet- en regelstation W189 14

4 Resultaten aardgasleiding 15
4.1 Plaatsgebonden risico 15
4.2 Groepsrisico 15
4.3 Belemmeringenstrook 16

5 Conclusies 18
5.1 Aardgasbuisleiding 18
5.2 Transportroutes 18
5.3 Ashland Industries Nederland B.V 18

Referenties 19

Bijlage 1. Gegevens bebouwing 20

Bijlage 2. Zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid 22

Bijlage 3. Carola-rapportage 24

1 Inleiding

Men is voornemens een integraal kindcentrum aan de Karel Doormanlaan in Zwijndrecht te realiseren. Dit is in het huidige bestemmingsplan niet toegestaan. De planlocatie bevindt zich binnen of nabij het invloedsgebied van meerdere risicobronnen, namelijk:

- Hogedruk aardgasleiding W-507-03;
- Spoorlijn Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht;
- Rijkweg A16;
- Vaarweg de Oude Maas;
- Ashland Industries Nederland B.V;
- Gasdruk meet- en regelstation W189.

Inzicht in de externe veiligheidsrisico's is daarom nodig. In deze rapportage worden de resultaten van de risicoberekeningen en -beoordelingen 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.

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

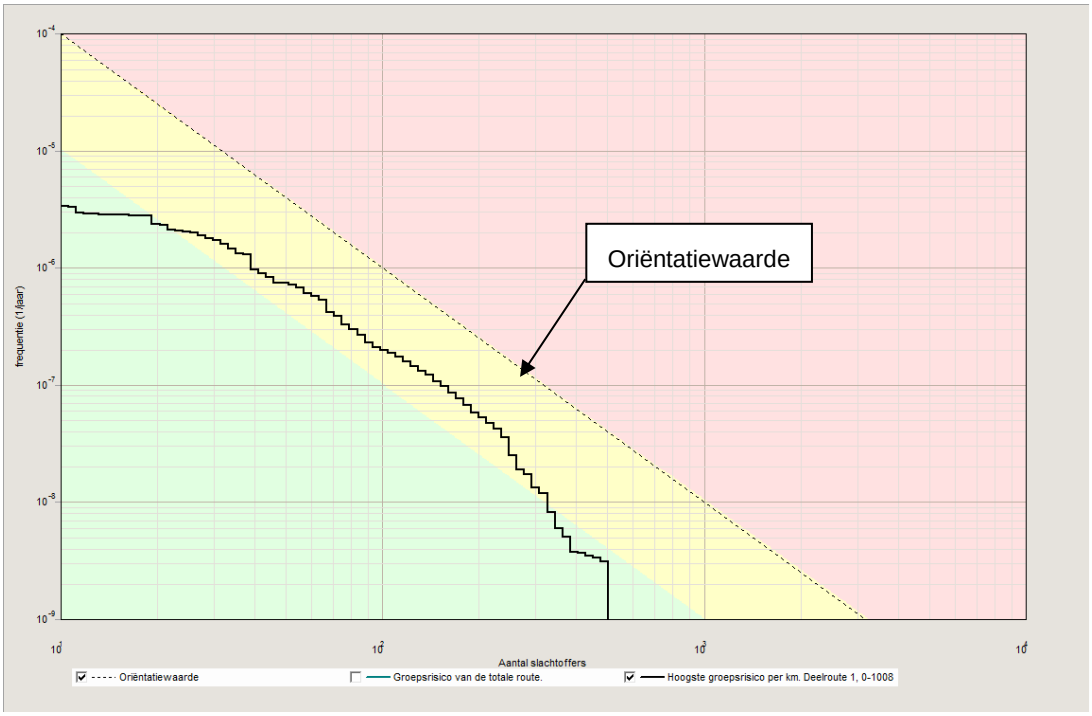
Indien een planlocatie ligt binnen het invloedsgebied van een transportroute waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd, wordt in de toelichting bij het bestemmingsplan en in de ruimtelijke onderbouwing van de omgevingsvergunning in elk geval ingegaan op:

- 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 *oriëntatie*waarde houdt in dat het bevoegd gezag gemotiveerd kan besluiten een hogere kans op een ramp te accepteren.

2.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen

Hieronder is kort de toetsing aan de grenswaarde van het plaatsgebonden risico en de oriëntatiewaarde van het groepsrisico volgens het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) geschetst [6].

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[1] 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 bezien 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;
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; of
   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:

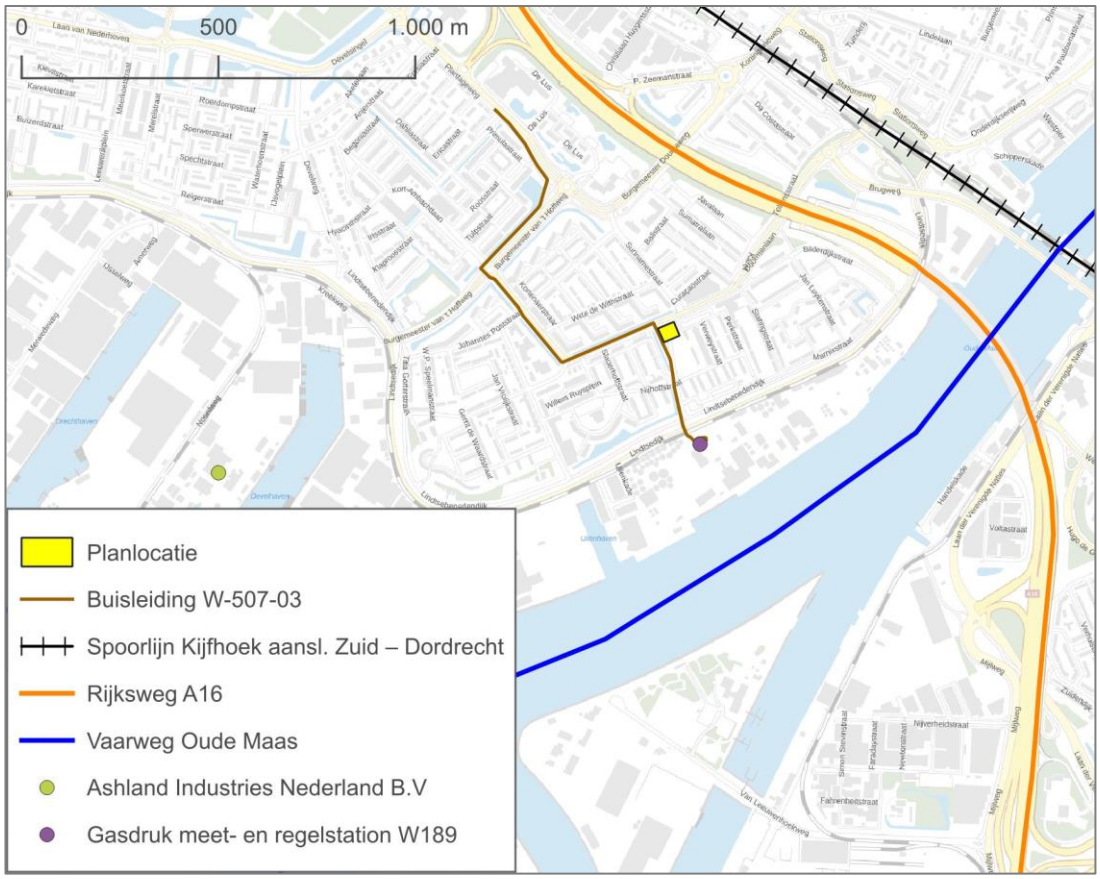
a. De personendichtheid in het invloedsgebied van de buisleidingen.
b. De hoogte van het groepsrisico.
c. De bestrijdbaarheid.
d. De zelfredzaamheid.

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

3 Uitgangspunten risicoberekening

3.1 Ligging planlocatie en risicobronnen

Figuur 2 toont de ligging van de planlocatie ten opzichte van de nabij gelegen risicobronnen. In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze deze worden beoordeeld.



Figuur 2. Planlocatie ten opzichte van buisleiding

3.2 Hogedruk aardgasleiding

3.2.1 Carola

Het risico door een hogedruk aardgasleiding wordt berekend met Carola versie 1.0.0.52 parameterbestand 1.3 [8]. De berekening wordt uitgevoerd met de volgende gegevens:

- Het interessegebied.
- Leidingdatabestand van de leidingeigenaar, in dit geval 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. 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 de planlocatie relevante aardgasleiding worden getoond in tabel 2.

Beheerder	Leidingnr.	Diameter [inch]	Druk [bar]	Afstand 100% letaliteit [m]	Afstand 1% letaliteit [m]
Gasunie	W-507-03	8	40	50	95

Tabel 2. Kenmerken aardgasbuisleiding

3.2.4 Aanwezigheid personen

De bebouwing en de hiermee gepaard gaande aanwezigheid van personen binnen het invloedsgebied van de risicobronnen is opgevraagd via de BAG-Populatieservice [9]. De gehanteerde uitgangspunten en modellering van de omgeving worden in meer detail beschreven in bijlage 1.

3.3 Spoorlijn Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht

Op ca. 700 m ten noorden van de planlocatie bevindt zich de spoorlijn Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht (basisnet route 35) waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt [4]. De planlocatie ligt buiten de 200 m ter verantwoording van het groepsrisico maar binnen het invloedsgebied van 995 m vanwege het transport van toxische gassen (stofcategorie B2) en binnen het invloedsgebied van meer dan 4 km vanwege het transport van zeer toxische gassen en vloeistoffen (stofcategorieën B3 en D4) [5]. Het volstaat om conform artikel 7 van het Bevt in te gaan op zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid. De Veiligheidsregio dient in de gelegenheid te worden gesteld om advies hierover uit te brengen.

3.4 Rijksweg A16

Op ca. 380 m ten noorden van de planlocatie bevindt zich de A16 (basisnet wegvak Z181) waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt [4]. De planlocatie ligt buiten de 200 m ter verantwoording van het groepsrisico, maar binnen het invloedsgebied van 560 m vanwege

het transport van toxische gassen (stofcategorie GT3) en binnen het invloedsgebied van 880 m vanwege het transport van toxische vloeistoffen (stofcategorie LT2) [10]. Het volstaat om conform artikel 7 van het Bevt in te gaan op zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid. De Veiligheidsregio dient in de gelegenheid te worden gesteld om advies hierover uit te brengen.

3.5 Vaarweg Oude Maas

Op ca. 600 m ten zuiden van de planlocatie bevindt zich de Oude Maas (basisnet corridor Rotterdam – Duitsland) waarover vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt [4]. De planlocatie ligt buiten de 200 m ter verantwoording van het groepsrisico, maar binnen het invloedsgebied van 1070 m vanwege het transport van toxische gassen (stofcategorie GT3). Het volstaat om conform artikel 7 van het Bevt in te gaan op zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid. De Veiligheidsregio dient in de gelegenheid te worden gesteld om advies hierover uit te brengen.

3.6 Ashland Industries Nederland B.V

Ashland Industries Nederland B.V ligt op ca. 1.1 km ten westen van de planlocatie. De EV-signaleringskaart laat zien dat de planlocatie buiten de PR 10^{-6}-contour, maar geheel binnen het invloedsgebied van 2 km ligt [15]. In de huidige situatie is het groepsrisico van Ashland Industries Nederland kleiner dan 10% van de oriëntatiewaarde [15]. De eventuele toename van het groepsrisico door het planvoornemen leidt naar verwachting niet tot een overschrijding van de oriëntatiewaarde. Ongeacht de hoogte van het groepsrisico, dient dit conform het Bevi te worden verantwoord.

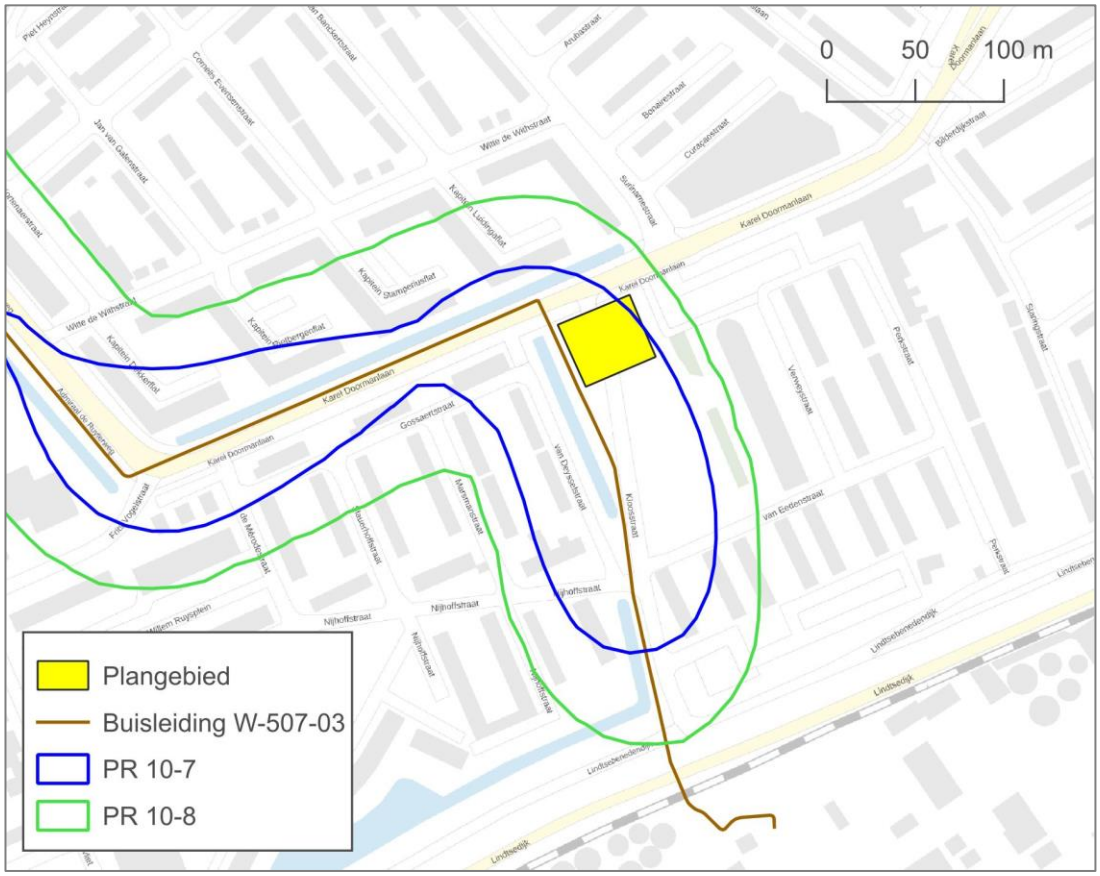
3.7 Gasdruk meet- en regelstation W189

Gasdruk meet- en regelstation W189 ligt aan het einde van aardgasbuisleiding W-507-03. De capaciteit is maximaal 40.000 m^3/h. Volgens artikel 3.12 van het Activiteitenbesluit milieubeheer dient daarvoor een afstand van 15 m in acht dient te worden gehouden ten opzichte van (beperkt) kwetsbare objecten [ref]. De planlocatie ligt op 280 m afstand van het gasdruk meet- en regelstation W189 zodat deze geen belemmering vormt voor het planvoornemen. Deze bron wordt niet verder behandeld.

4 Resultaten aardgasleiding

4.1 Plaatsgebonden risico

Figuur 3 toont de PR-contouren rondom aardgasleiding W-507-03. De berekeningen hebben niet geleid tot een PR 10^{-6} contour. Het plaatsgebonden risico vormt daarmee geen belemmering voor het plan.



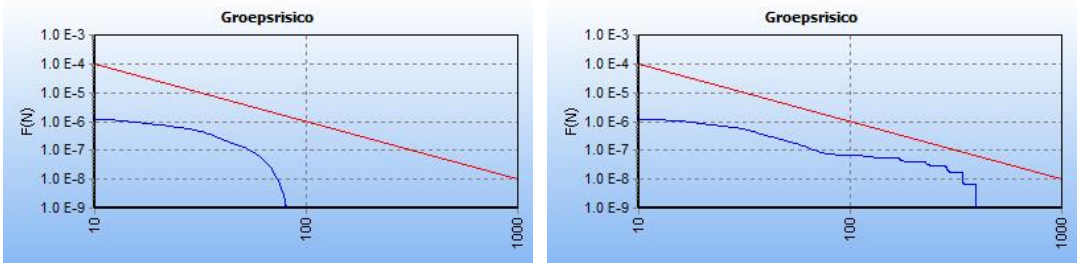
Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren aardgasbuisleiding W-507-03

4.2 Groepsrisico

Tabel 3 toont het groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. In de tabel is aangegeven hoeveel de berekende frequentie op een bepaald aantal slachtoffers maximaal afwijkt van de oriëntatiewaarde. Een factor 0.226 betekent bijvoorbeeld dat het groepsrisico meer dan 4 keer kleiner is dan de oriëntatiewaarde. Figuur 4 toont de groepsrisicocurven.

Buisleiding	Factor t.o.v. OW	
	Huidig	Toekomstig
W-507-03	0.045	0.226

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



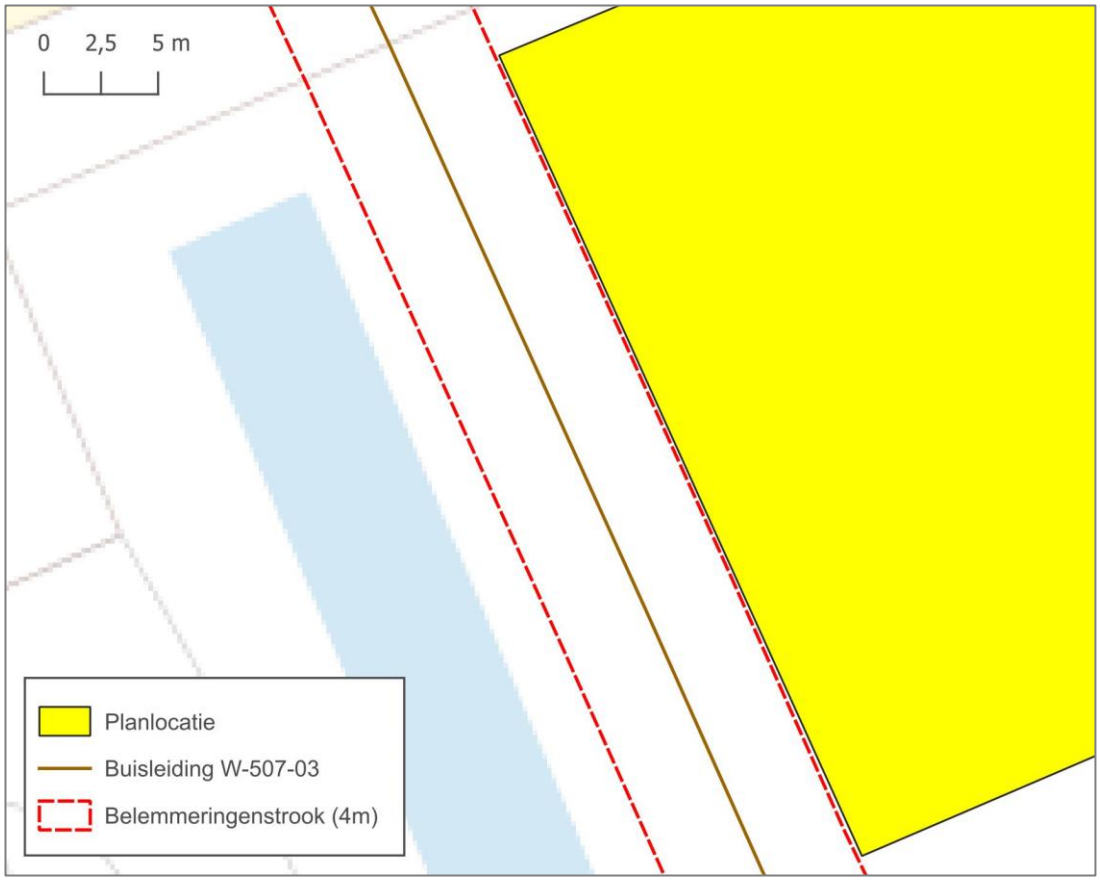
Figuur 4. Groepsrisico W-507-03, huidig (links) en toekomstig (rechts)

Uit tabel 3 en figuur 4 blijkt dat het groepsrisico in zowel de huidige als de toekomstige situatie kleiner is dan de oriëntatiewaarde. Wel neemt het groepsrisico door de voorgenomen ontwikkeling toe tot 22.6% van de oriëntatiewaarde. Hierdoor komt het groepsrisico boven 10% van de oriëntatiewaarde.

Conform art. 12 van het Bevb is een volledige verantwoording van het groepsrisico noodzakelijk [6].

4.3 Belemmeringenstrook

De belemmeringenstrook dient ten behoeve van het onderhoud van de buisleiding. Binnen deze strook mogen geen nieuwe bouwwerken opgericht worden. Voor buisleidingen met een druk van 40 bar, zoals hier het geval, geldt een belemmeringsstrook van 4 m aan weerszijden van de buisleiding, gemeten vanuit het hart van de buisleiding [7]. Figuur 5 toont de planlocatie ten opzichte van de belemmeringenstrook van de buisleiding.



Figuur 5. Planlocatie ten opzichte van belemmeringenstrook

De planlocatie is buiten 4 m van de leiding geprojecteerd en ligt daarmee net buiten de belemmeringenstrook. De belemmeringenstrook legt hiermee geen beperkingen op aan het planvoornemen.

5 Conclusies

In verband met de voorgenomen realisatie van een integraal kindcentrum aan de Karel Doormanlaan in Zwijndrecht zijn de externe veiligheidsrisico's van de nabij gelegen risicobronnen beschouwd. De belangrijkste conclusies naar aanleiding van de resultaten worden in dit hoofdstuk benoemd.

5.1 Aardgasbuisleiding

Plaatsgebonden risico
Het plaatsgebonden risico vormt geen belemmering voor de ontwikkeling van de planlocatie.

Groepsrisico
Het groepsrisico is kleiner dan de oriëntatiewaarde, maar neemt door de planontwikkeling toe van 0.045 tot 0.226 keer de oriëntatiewaarde. Conform art. 12 van het Bevb is een volledige verantwoording van het groepsrisico noodzakelijk. De onderdelen waaruit deze verantwoording dient te bestaan, worden beschreven in hoofdstuk 2.

Belemmeringenstrook
De belemmeringenstrook legt geen beperkingen op aan het planvoornemen.

5.2 Transportroutes

Voor de spoorlijn Kijfhoek aansl. Zuid - Dordrecht , de A16 en deOude Maas geldt dat de verdere verantwoording van het groepsrisico achterwege kan 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.

5.3 Ashland Industries Nederland B.V

De planlocatie ligt buiten de PR 10^{-6}-contour, maar geheel binnen het invloedsgebied van 2 km van Ashland Industries Nederland B.V. De eventuele toename van het groepsrisico door het planvoornemen leidt naar verwachting niet tot een overschrijding van de oriëntatiewaarde. Ongeacht de hoogte van het groepsrisico, dient dit conform het Bevi te worden verantwoord.

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 (Hart), versie 1.2
6.	Ministerie VROM	2010	Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (Bevb) Stb. 2010, 686
7.	Ministerie VROM	2010	Regeling Externe Veiligheid Buisleidingen (Revb) Stcrt. 2010, 21009. Laatst gewijzigd Stcrt. 2020, 9262
8.	RIVM	2013	Carola versie 1.0.0.52
9.	IOV	2023	BAG-Populatieservice, versie 2022-01 https://populatieservice.ev-signaleringskaart.nl/#/
10.	RWS	2019	Jaarintensiteiten VGS op de weg. Lijst wegvakken data tellingen & basisnet (2019 06).
11.	KuiperCompagnons	2023	E-mail dd 14 april 2023
12.	Geonovum/ Kadaster	2023	Ruimtelijkeplannen.nl
13.	VROM		Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer
14	Ministerie BZK	2018	Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), Staatsblad 2018, 291
15.	IPO	2021	EV Signaleringskaart.nl, geraadpleegd 8 juli 2021

Bijlage 1. Gegevens bebouwing

1.1. Planlocatie

De planlocatie is weergegeven in figuur 6. In de huidige situatie is de grond bestemd als natuur. Voor de huidige situatie is om deze reden berekend zonder de aanwezigheid van personen binnen de planlocatie.

Figuur 6. Planlocatie integraal kindcentrum in Zwijndrecht

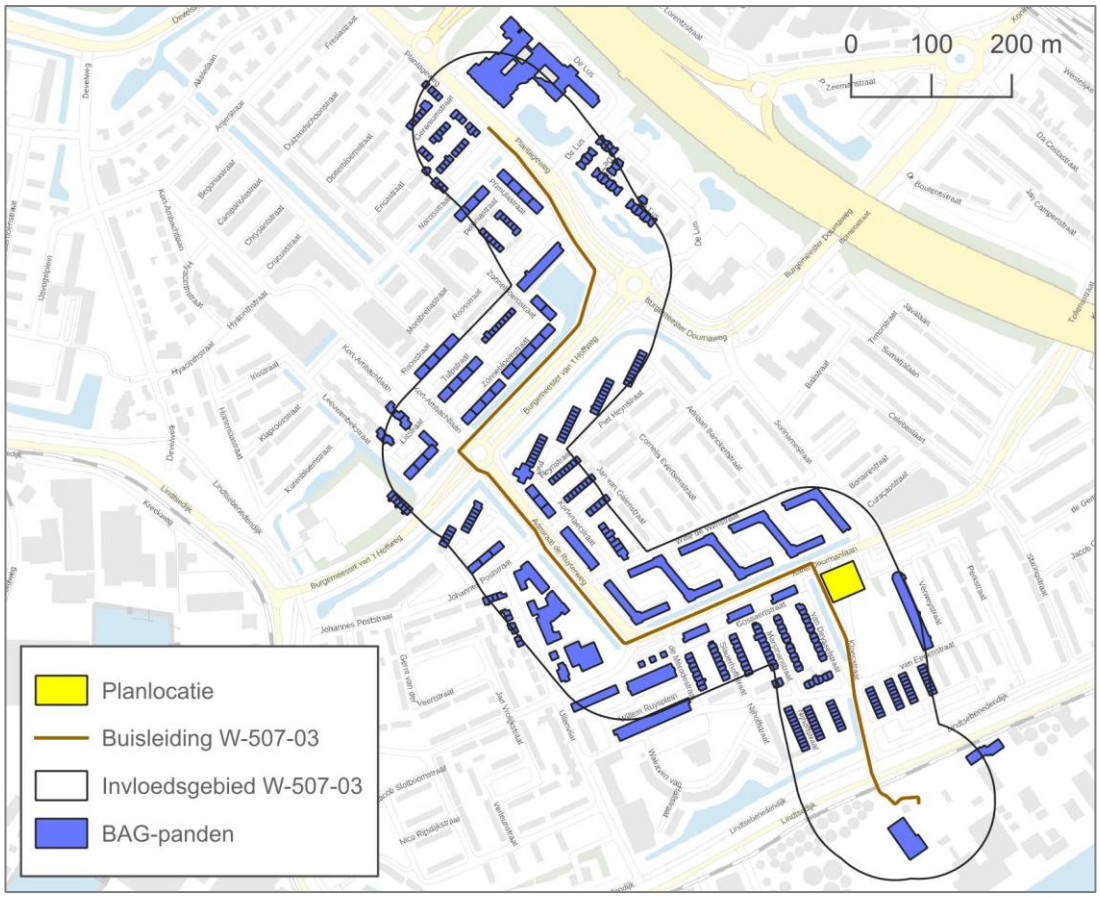
In de toekomstige situatie wordt een integraal kindcentrum gerealiseerd. Volgens de opdrachtgever biedt de planlocatie ruimte aan 430 leerlingen [11]. Aangenomen wordt dat 20 medewerkers aanwezig zijn. In de toekomstige situatie wordt derhalve gerekend met 450 personen, waarbij aangenomen wordt dat deze alleen overdag aanwezig zijn.

1.2. Omgeving

Binnen het invloedsgebied van de risicobron is de aanwezigheid van personen opgevraagd via de BAG-populatieservice [9]. Figuur 7 toont de bebouwing binnen het invloedsgebied van de hogedruk aardgasleiding. Op basis van ruimtelijke plannen.nl zijn geen bevolkingsvlakken toegevoegd [12].

Voor de berekening met rekenprogramma Carola is een gridgrootte van 5 m gehanteerd. De onderstaande bestanden met aanwezigheidsgegevens zijn geleverd. Per bevolkingstype is in de bestandsnaam de dag- en nachtaanwezigheid gegeven, bijvoorbeeld voor wonend_vakantiehuis is de aanwezigheid overdag 50% en 's nachts 100%.

- bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80 (totaal 263 personen)
- industrie-dag100-nacht30 (totaal 28 personen).
- kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0 (totaal 364 personen)
- wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100 (totaal 2107 personen).



Figuur 7. Bebouwing binnen invloedsgebied aardgasleiding

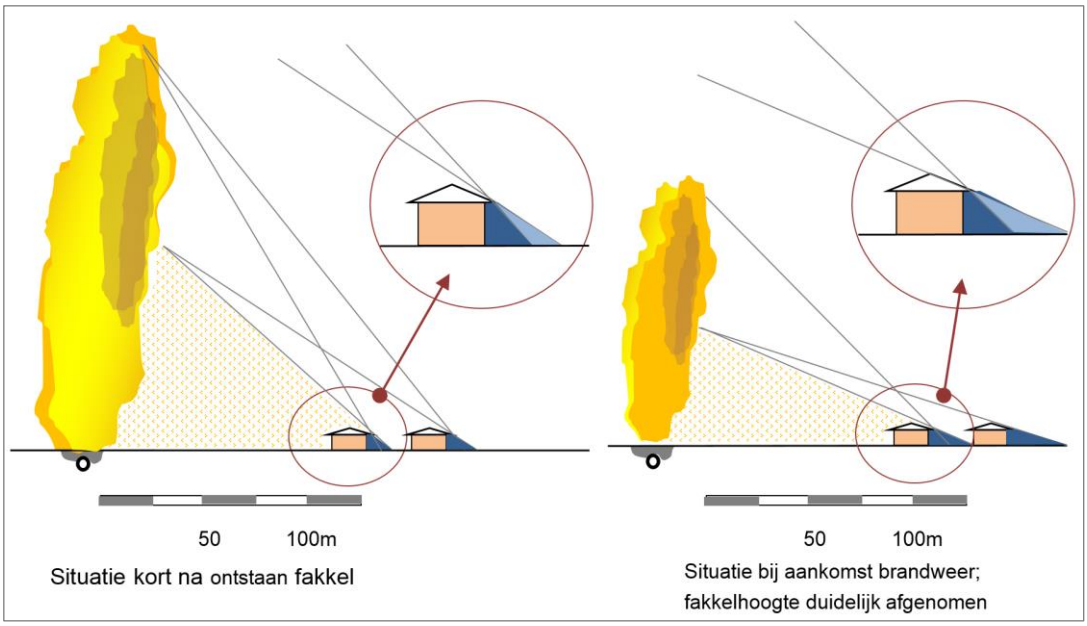
Bijlage 2. Zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid

Buisleiding

Voor aardgasbuisleidingen wordt onderscheid gemaakt in 100%-letaliteitszone en 1%-letaliteitszone. Door de fakkelbrand en de hitte is de kans op overlijden binnen de 100%-letaliteitszone hoog, met name voor personen die zich op het moment van de ramp buiten bevinden.

De planlocatie ligt volledig binnen de 100%-letaliteitszone van 50 m. Indien een fakkelbrand ontstaat terwijl het integraal kindcentrum volledig bezet is, zijn 430 kinderen en 20 medewerkers aanwezig. De kans op een fakkelbrand is klein, maar indien een fakkelbrand in de nabijheid van de planlocatie ontstaat, wordt verondersteld dat alle aanwezigen binnen de 100%-letaliteitszone komen te overlijden. Alleen voor de ongevalscenario's en ongevalslocaties op meer dan 50 m afstand van de planlocatie, zijn er reële mogelijkheden van zelfredzaamheid. De planlocatie is een kwetsbaar object door de aanwezigheid van kinderen. Wanneer er kinderen zijn is de vlucht- en schuilmogelijkheid nog meer beperkt, omdat ze meer tijd nodig hebben om te vluchten en/of te schuilen. Dat betekent dat ze ook buiten de 100% letaliteitsafstand een kans op overlijden hebben.

Vanwege de hitte van een fakkelbrand zullen de hulpverleners het gebied pas kunnen bereiken als het toevoer van gas is afgesloten en de initiële fakkel is verminderd, waardoor de aanwezigen zichzelf in veiligheid moeten brengen. De medewerkers zullen de kinderen moeten begeleiden om zo snel en ordelijk mogelijk te vluchten. Om te vluchten is het van belang dat het gebouw (nood)uitgangen heeft die van de bron af gericht zijn en dat men via de openbare ruimte van de risicobron weg kan vluchten. Het schuilen achter het gebouw, zoals weergeven in figuur 8, is geen optie voor 450 personen kort na het ontstaan van een fakkel. Het is van belang dat de aanwezigen zich bewust zijn van de mogelijke gevaren en hoe de risico's kunnen worden verkleind. In overleg met de veiligheidsregio kan een plan opgesteld en geoefend worden.



Figuur 8. Schematische voorstelling beperkte mogelijkheid voor bescherming tegen warmtestraling fakkelbrand

Transportroutes

Voor de nabijgelegen transportroutes is een gifwolk het enige relevante scenario. In relatie tot dit scenario gelden voor nieuw te bouwen gebouwen generieke eisen [13]. Bij het scenario van een toxische wolk is het van belang dat de aanwezigen in het effectgebied binnen blijven of zo snel mogelijk naar binnen gaan. Het handmatig kunnen afsluiten van automatische ventilatie is om deze reden verplicht gesteld in het Besluit bouwwerken leefomgeving [13]. Doordat deze maatregel generiek geldt, kan een gifwolk (tijdelijk) geweerd worden in een gebouw. Dit betekent dat mensen bij een gifwolk binnen veiliger zijn dan buiten.

Het is van belang dat de aanwezigen zich bewust zijn van de mogelijke gevaren en hoe de risico's kunnen worden verkleind. In overleg met de veiligheidsregio kan een plan opgesteld en geoefend worden.

Bijlage 3. Carola-rapportage

Inhoud

1 Inleiding 2

2 Invoergegevens 3
2.1 Interessegebied 3
2.2 Relevante leidingen 3
2.3 Populatie 6

3 Plaatsgebonden risico 8
Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 8

4 Groepsrisico screening 9
Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie 9

5 FN curve 10
Figuur 5.1 FN curve voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1280.00 en stationing 2280.00 10

6 Referenties 11

1 Inleiding

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
	Gevolgde 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, buurbedrijven/ activiteiten, vliegroutes, windturbines)	Openbaar	Nee
	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 21-08-2023. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Rotterdam. 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	9039_leiding-W-507-01-deel-1	323.80	40.00	21-08-2023
N.V. Nederlandse Gasunie	9039_leiding-W-507-03-deel-1	323.90	40.00	21-08-2023
N.V. Nederlandse Gasunie	9039_leiding-W-507-09-deel-1	168.30	40.00	21-08-2023

Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	9039_leiding-W-524-01-deel-1	323.90	40.00	21-08-2023

De exploitant specifieke factoren voor casuïstiek (cluster 1b), actief rappel (cluster 1C) en mitigerende maatregelen corrosie staan beschreven in Tabel 11 van Module B van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb [1].

De leidingen zijn gevisualiseerd in figuur 2.2.

Figuur 2.2 Buisleidingen aanwezig in de omgeving van het interessegebied

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

De volgende risicomitigerende maatregelen zijn meegewogen in de risicostudie:

Leidingnaam	Mitigerende maatregel	Begin stationing	Eind stationing
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	872.940	874.550
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	887.670	888.420
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	1773.880	1776.340

Leidingnaam	Mitigerende maatregel	Begin stationing	Eind stationing
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2036.940	2044.800
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2048.790	2052.920
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2057.030	2058.500
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2089.600	2092.180
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2118.760	2130.900
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2131.860	2142.510
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2152.240	2157.650
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2170.830	2178.770
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2195.550	2200.940
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2311.900	2339.650
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2376.820	2399.410
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2431.240	2456.780
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2487.680	2494.140
9039_leiding-W-507-01-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2663.450	2672.810
9039_leiding-W-507-03-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	1467.880	1507.660
9039_leiding-W-507-03-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2489.000	2492.450

Leidingnaam	Mitigerende maatregel	Begin stationing	Eind stationing
9039_leiding-W-507-03-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2494.560	2498.190
9039_leiding-W-507-03-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	2501.740	2503.350
9039_leiding-W-507-09-deel-1	striktere begeleiding van werkzaamheden	1235.220	1316.730

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.

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Percentage Personen
Planlocatie	Werken	450	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100

Populatiebestanden

Pad	Type	Aantal	Percentage Personen
bijeen_sport_cel_zkh-dag100-nacht80.txt	Werken	263	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
industrie-dag100-nacht30.txt	Werken	28	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100
kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt	Werken	364	100/ 0/ 7/ 1/ 100/ 100
wonend_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt	Wonen	2107	50/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100

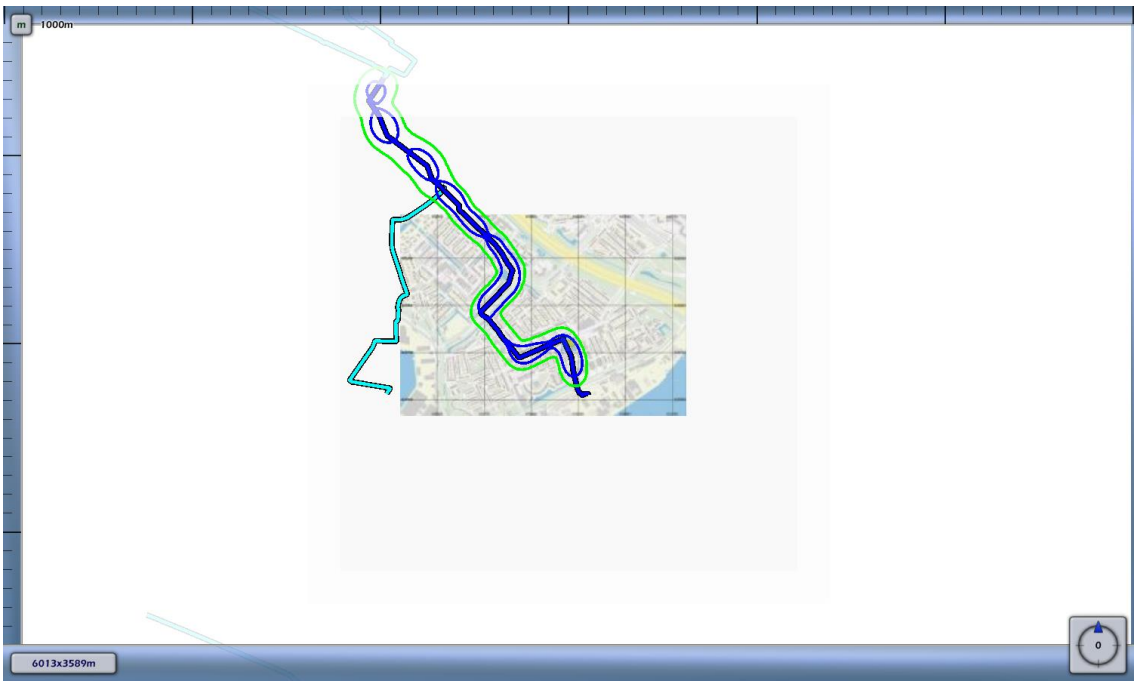
Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen

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.

Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



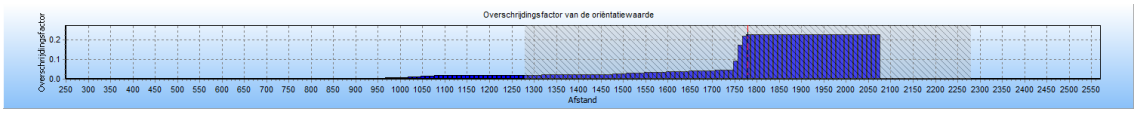
1E-7	
1E-8	

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 de leiding 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.

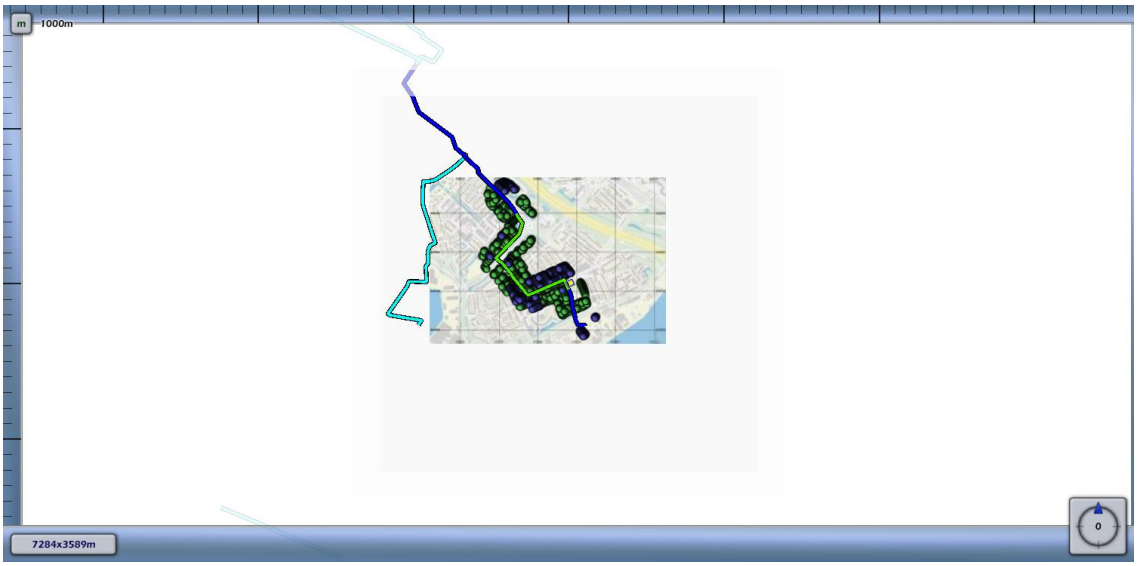
Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 282 slachtoffers en een frequentie van 2.84E-008.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.226 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1280.00 en stationing 2280.00. 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 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



5 FN curve

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

Figuur 5.1 FN curve voor 9039_leiding-W-507-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1280.00 en stationing 2280.00

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.