



Ontwikkeling LEAD aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden

Onderzoek naar externe veiligheid



Ontwikkeling LEAD aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden

Onderzoek naar externe veiligheid

opdrachtgever	RED Company
rapportnummer	O 16486-1-RA-002
datum	5 augustus 2020
referentie	KvdN/IKa/DvdH/O 16486-1-RA-002
verantwoordelijke	ir. K.V. van der Nat
opsteller	MSc I.H. Kalverboer +31 85 8228758 i.kalverboer@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	De beoogde ontwikkeling	5
2.1	Ligging plangebied	5
2.2	De beoogde ontwikkeling	5
3	Wet- en regelgeving	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Relevante begrippen	7
3.3	Besluit externe veiligheid buisleidingen	8
3.4	Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb)	8
4	Risicobronnen in de omgeving	9
4.1	Inventarisatie risicobronnen	9
4.2	Conclusie	11
5	QRA buisleiding	12
5.1	Uitgangspunten	12
5.2	Rekenresultaten	17
5.3	Beoordeling	19
6	Conclusie	20

1 Inleiding

In opdracht van RED Company is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's ter plaatse van de ontwikkeling van 'LEAD' te Leiden. Het voornemen bestaat aan de Willem de Zwijgerlaan een drietal woontorens ten behoeve van maximaal 580 woningen te realiseren. Alsmede zullen de woontorens ruimte bieden aan commerciële en maatschappelijke functies en zal er een nieuw KPN-schakelstation worden gerealiseerd.

De beoogde ontwikkeling past niet binnen het vigerende bestemmingsplan 'Noord', dat op 25 september 2007 is vastgesteld door gemeente Leiden. Om de beoogde ontwikkeling mogelijk te maken zal een nieuwe bestemmingsplan worden opgesteld. Hierbij dient aangetoond te worden dat de beoogde ontwikkeling niet in strijd is met een goede ruimtelijke ordening. In dat kader vraagt het aspect externe veiligheid om aandacht.

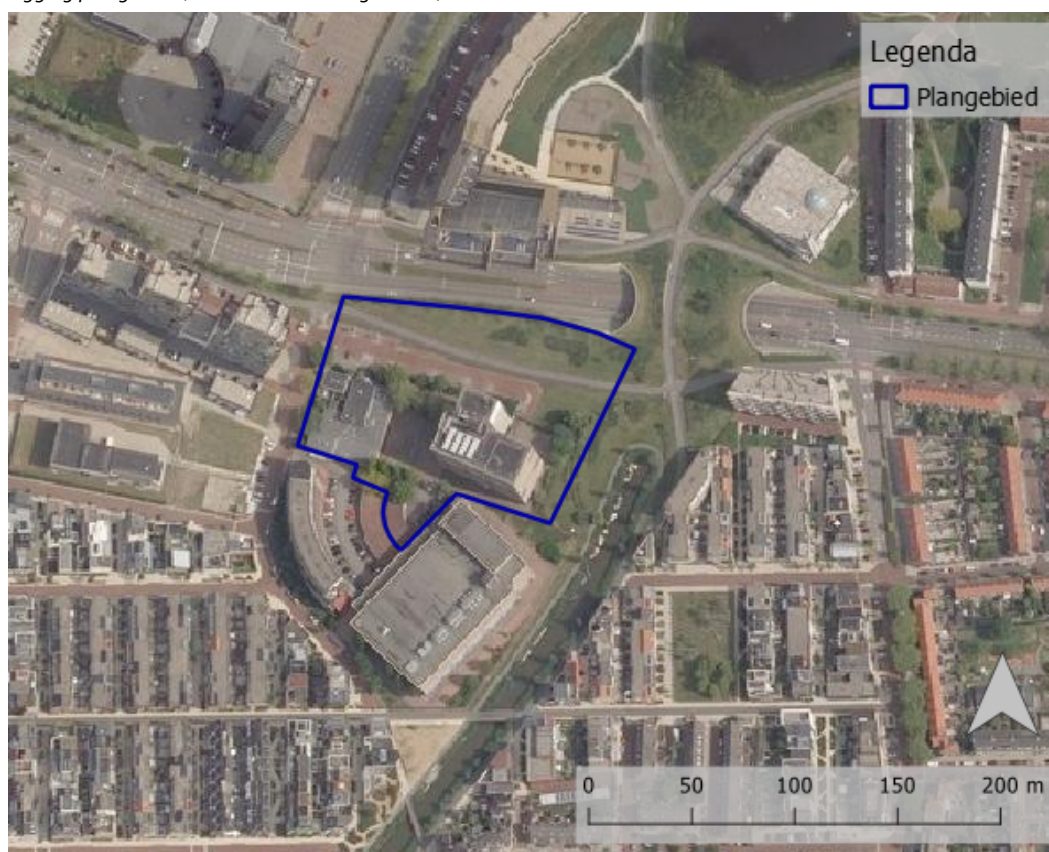
De beoogde ontwikkeling betreft de realisatie van kwetsbare objecten conform wetgeving op het gebied van externe veiligheid. In de omgeving van de beoogde ontwikkeling is daarbij sprake van transport van gevaarlijke stoffen via buisleidingen. Aangezien de beoogde ontwikkeling zich binnen het invloedsgebied van een buisleiding bevindt dienen de externe veiligheidsrisico's nader inzichtelijk gemaakt te worden. In voorliggend rapport zijn de externe veiligheidsrisico's ter plaatse van de beoogde ontwikkeling middels een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) inzichtelijk gemaakt.

2 De beoogde ontwikkeling

2.1 Ligging plangebied

Het plangebied is gelegen aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden. Het plangebied bevindt zich ten noorden van het stadscentrum van Leiden. In figuur 2.1 wordt de ligging van het plangebied weergegeven. Op deze locatie is thans sprake van een verouderd KPN-kantoor en het uitvaartcentrum Monuta van der Luit. In de omgeving van het plangebied is sprake van zowel woningen als bedrijvigheid.

f2.1 Ligging plangebied (bron luchtfoto: Google Earth)



2.2 De beoogde ontwikkeling

Het voornemen bestaat om de huidige bebouwing ter plaatse van het plangebied te slopen, en hierna nieuwbouw te realiseren. In totaal zal een drietal woontorens gerealiseerd worden welke ruimte bieden voor maximaal 580 woningen. De woontorens zullen een maximale hoogte kennen van 115, 85 en 65 meter. Alsmede zullen de woontorens maximaal 600 m² aan commerciële en maatschappelijke functies omvatten. Deze functies worden voorzien in

de plint van de twee meest zuidelijk gelegen woontorens. Hiervan zal maximaal 300 m² bestaan uit commerciële functies, waaronder mogelijk horeca. De overige 300 m² zal ruimte bieden aan maatschappelijke functies. Daarnaast wordt voorzien in een nieuw KPN-schakelstation met een omvang van maximaal 315 m² bvo. Dit betreft een nutsvoorziening waar onderhoud en aanpassingen aan het netwerk van KPN worden verricht.

Om de beoogde ontwikkeling mogelijk te maken wordt een nieuw bestemmingsplan opgesteld. In figuur 2.2 wordt de verbeelding van het nieuwe bestemmingsplan weergegeven.

f2.2 Verbeelding nieuw bestemmingsplan 'LEAD'



3 Wet- en regelgeving

3.1 Algemeen

Externe veiligheid gaat over het beheersen van de risico's voor de omgeving ten gevolge van:

- het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg, water, spoor en door buisleidingen;
- het gebruik, de opslag en de productie van gevaarlijke stoffen (inrichtingen);
- het luchtvaartverkeer.

Er zijn twee situaties waarbij externe veiligheid een rol speelt, namelijk bij het ontplooiën van een risicovolle activiteit en bij het realiseren van een (beperkt) kwetsbaar object binnen het invloedsgebied van een dergelijke “activiteit” (zoals hierboven omschreven).

3.2 Relevante begrippen

Relevant voor toetsing van de externe veiligheid op een locatie nabij transport met gevaarlijke stoffen zijn de begrippen plaatsgebonden risico, groepsrisico, invloedsgebied, veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied. Deze zijn als volgt gedefinieerd:

– Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico is gedefinieerd als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken, onbeschermd op een bepaalde plaats verblijft, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een inrichting of op een transportroute waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.

– Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico is gedefinieerd als de cumulatieve kans dat een groep van ten minste N personen overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een inrichting of op een transportroute waarbij een gevaarlijke stof betrokken is, of als rechtstreeks gevolg van een vliegtuigongeval.

Bij het PR is het niet van belang of er daadwerkelijk personen op die bepaalde locatie aanwezig zijn. Voor het GR geldt dat in een gebied waar zich geen personen bevinden, het GR gelijk aan nul is. Voor het GR geldt dat hoe meer slachtoffers bij een ongeval in één keer kunnen vallen hoe lager (strenger) de norm (de oriëntatiewaarde). Grote slachtofferaantallen geven namelijk meer kans op maatschappelijke ontwrichting.

– Invloedsgebied

Het invloedsgebied is gedefinieerd als het gebied rondom een risicovolle activiteit waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn en waar een onbeschermde persoon een kans van 1% op overlijden heeft, gegeven het risicoscenario en de weerklasse. Het invloedsgebied van een activiteit met gevaarlijke stoffen of het vervoer van gevaarlijke stoffen is normaliter de afstand tot de 1%-letaliteitsgrens.

3.3 Besluit externe veiligheid buisleidingen

Voor de beoordeling van de risico's van transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) van toepassing en de bijbehorende Regeling (Revb). Het Bevb regelt onder andere welke veiligheidsafstanden moeten worden aangehouden rond buisleidingen met gevaarlijke stoffen.

Bij vaststelling van een bestemmingsplan, op grond waarvan de vestiging van een kwetsbaar object bij een buisleiding wordt toegelaten, wordt rekening gehouden met een grenswaarde van 10^{-6} per jaar met betrekking tot het plaatsgebonden risico. Indien dit de vestiging van een beperkt kwetsbaar object betreft geldt het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar als richtwaarde.

Het groepsrisico per kilometer buisleiding wordt 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 (oriëntatiewaarde).

Indien het groepsrisico kleiner dan 0,1 keer de oriëntatiewaarde is, of minder dan 10% toeneemt, mits de oriëntatiewaarde niet wordt overschreden, zijn maatregelen ter beperking van het groepsrisico niet noodzakelijk. Wel dienen de mogelijkheden tot voorbereiding en beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval en de zelfredzaamheid van personen die zich bevinden binnen het invloedsgebied beschouwd te worden.

Ten behoeve van het onderhoud van de buisleidingen geldt (afhankelijk van de werkdruk) een belemmeringenstrook van ten minste 4 of 5 meter aan weerszijden van een buisleiding, gemeten vanuit het hart van de buisleiding.

3.4 Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb)

In artikel 6 van de Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) wordt het toepassen van de rekenmethodiek Bevb aangewezen. Deze rekenmethodiek bestaat uit het toepassen van de door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu Centrum Externe veiligheid (RIVM CEV) opgestelde "Handleiding risicoberekeningen Bevb", versie nr. 2 d.d. 1 juli 2014 (handleiding). In deze handleiding worden de uitgangspunten van de berekeningen met het rekenpakket CAROLA versie nr. 1.0.0¹ beschreven. Tevens is beschreven hoe een risicoanalyse uitgevoerd dient te worden.

1 CAROLA = computer applicatie voor risicoberekeningen aan ondergrondse leidingen met aardgas.

4 Risicobronnen in de omgeving

4.1 Inventarisatie risicobronnen

De externe veiligheidsaspecten ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor, het water en door buisleidingen, alsmede de aanwezigheid van risicovolle inrichtingen, zijn geïnventariseerd voor de nabije omgeving van het plangebied. In het kader van de externe veiligheid zijn nabij de beoogde ontwikkeling een aantal risicobronnen gesitueerd. Dit betreft de volgende risicobronnen (zie figuur 4.1):

1. Transport van gevaarlijke stoffen via een aardgasbuisleiding
2. Gasdrukregel- en meetstation aan de Langegracht;
3. Gasdrukregel- en meetstation aan de Langegracht;
4. Opslag van gevaarlijke stoffen aan de Albinusdreef 2;
5. Propaantank aan de Haarlemmerweg 77a;
6. Biogasreservoir en verlading van methanol aan de Stadspolderweg 8;
7. Opslag van gevaarlijke stoffen aan de Parimaribostraat 66.

Op nog grotere afstand van het plangebied bevinden zich geen verdere risicobronnen waarvan het plangebied binnen diens invloedsgebied is gelegen.

f4.1 Uitsnede risicokaart (risicokaart.nl)



Transport via de nabijgelegen aardgasbuisleidingen

Nabij de beoogde ontwikkeling zijn hogedrukaardgasbuisleidingen gesitueerd (zie figuur 4.1). Voor de voornoemde leidingen gelden de in tabel 4.1 genoemde invloedsgebieden. In deze tabel wordt eveneens de afstand van de aardgasbuisleidingen tot het plangebied weergegeven.

t4.1 Hogedrukaardgasbuisleidingen in de omgeving van het plangebied en diens invloedsgebied

Kenmerk	Invloedsgebied	Afstand tot plangebied
W-515-05 (deel 1)	140 m	20 m
W-515-03 (deel 2)	70 m	115 m

Aangezien de beoogde ontwikkeling, te weten de realisatie van kwetsbare objecten, binnen het invloedsgebied van aardgasbuisleiding W-515-05 is gelegen dienen, conform het Bevt, de externe veiligheidsrisico's nader inzichtelijk gemaakt te worden middels een kwantitatieve risicoanalyse (QRA).

Gasdrukregel- en meetstations

Aan de Langegracht 77a bevindt zich op circa 300 meter van het plangebied een tweetal gasdrukregel- en meetstations. Een gasdrukregel- en meetstation is geen inrichting in het kader van het Bevi, echter gelden er conform het Activiteitenbesluit veiligheidsafstanden van de opstelplaats van een gasdrukmeet- en regelstation tot buiten de inrichting gelegen kwetsbare objecten en beperkt kwetsbare objecten. Voor een gasdrukregel- en meetstation geldt maximaal een afstand van 25 meter (afhankelijk van de opstellingswijze) als veiligheidsafstand tot kwetsbare objecten. Aangezien deze stations op ruime afstand van het plangebied zijn gelegen, vormt dit geen belemmering voor de beoogde ontwikkeling.

Opslag van gevaarlijke stoffen aan de Albinusdreef

Op circa 1,0 kilometer afstand bevindt zich aan de Albinusdreef 2 het Leids Universitair Medisch Centrum. Hier is sprake van de opslag van oxiderende gassen. Dit betreft geen risicovolle inrichting in het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen. Het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar van deze opslag ligt conform de risicokaart op 45 meter en vormt aldus geen belemmering voor de beoogde ontwikkeling.

Propaantank aan de Haarlemmerweg

Op circa 630 meter afstand is aan de Haarlemmerweg 77a het bedrijf R.J. Proper gelegen. Dit bedrijf is geen inrichting in het kader van het Bevi. Hier is echter wel sprake van een bovengrondse propaantank. Deze propaantank is op een zeer ruime afstand van het plangebied gelegen, waarmee dit aspect geen belemmeringen oplevert voor de beoogde ontwikkeling.

Biogasreservoir en verlading van methanol aan de Stadspolderweg

Aan de Stadspolderweg 8 is een afvalwaterzuiveringsinstallatie gelegen. Dit is geen inrichting in het kader van het Bevi. Op deze locatie is wel sprake van een biogasreservoir en vindt verlading van methanol bij een vulpunt plaats. Conform de risicokaart is het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar voor deze risicovolle activiteiten op maximaal 30 meter gelegen. De afvalwaterzuiveringsinstallatie is echter op circa 515 meter afstand gelegen. Gezien deze ruime afstand vormt dit geen belemmeringen voor de beoogde ontwikkeling.

Opslag van gevaarlijke stoffen aan de Parimaribostraat

Aan de Paramaribostraat 66 is het zwembad De Zijl gelegen. Dit zwembad is op circa 1,1 kilometer afstand gelegen, en betreft geen inrichting in het kader van het Bevi. Hier is wel sprake van de opslag van zwavelzuur. Conform de risicokaart is het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar op 0 meter gelegen. Gezien de zeer ruime afstand tot het plangebied vormt dit echter geen belemmeringen voor de beoogde ontwikkeling.

4.2 Conclusie

Enkel het transport van gevaarlijke stoffen via een nabijgelegen aardgasbuisleiding vraagt om extra aandacht. Hiertoe dienen de externe veiligheidsrisico's in de vorm van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) nader inzichtelijk gemaakt te worden. Er is geen sprake van overige risicobronnen in de omgeving van de beoogde ontwikkeling welke om een nadere beschouwing vragen.

In voorliggende rapportage wordt in de vorm van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) nader ingegaan op de externe veiligheidsrisico's ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen via de nabijgelegen aardgasbuisleiding.

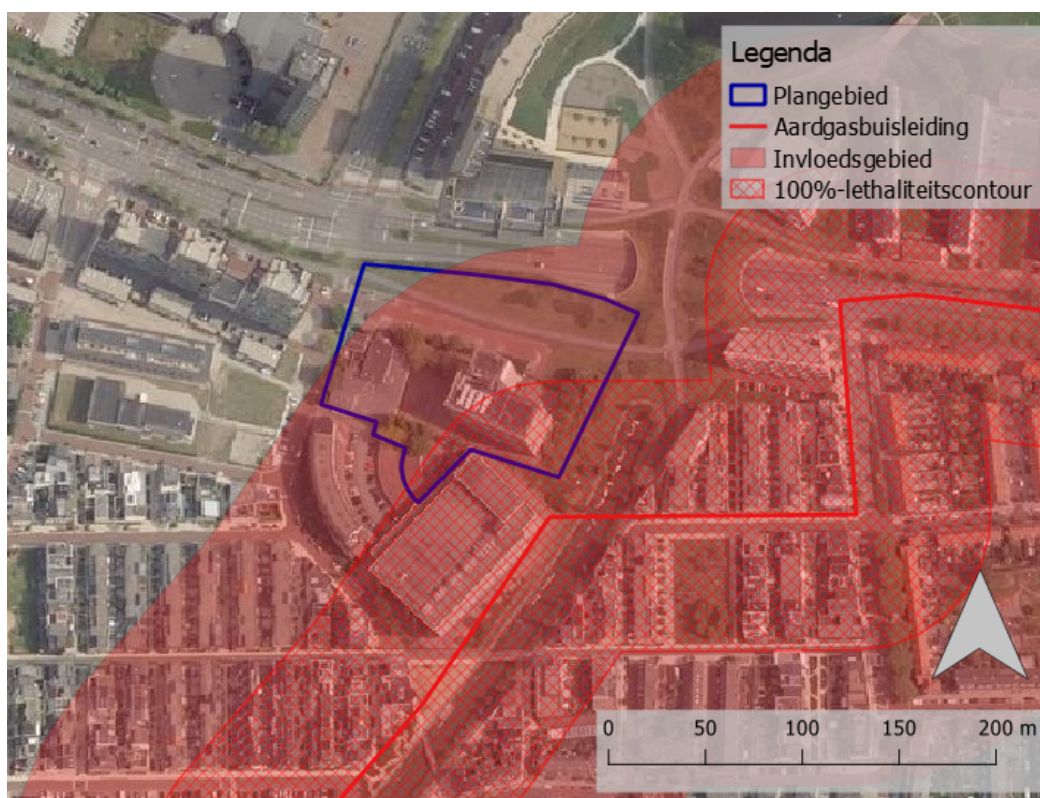
5 QRA buisleiding

5.1 Uitgangspunten

5.1.1 Hogedrukaardgasbuisleiding

Nabij het plangebied is een hogedrukaardgasbuisleiding van de Gasunie gelegen. In figuur 5.1 is de ligging van deze hogedrukaardgasbuisleiding weergegeven. In de figuur is tevens het invloedsgebied (140 meter) van de nabijgelegen hogedrukaardgasbuisleiding weergegeven, welke is gedefinieerd als de 1% letaliteitscontour².

f5.1 Ligging aardgasbuisleiding en invloedsgebied (bron luchtfoto: Google Earth)



De beoogde ontwikkeling is voor het overgrote gedeelte binnen het invloedsgebied van deze buisleiding gelegen. Tevens is de beoogde bebouwing voor een deel binnen de 100%-letaliteitscontour (van 70 meter) gelegen. De eigenschappen van de betreffende hogedrukaardgasbuisleiding zijn opgenomen in tabel 5.1.

2 De 1% letaliteitscontour geeft het gebied aan waarbinnen 1% van de bevolking komt te overlijden ten gevolge van een incident met de hogedruk aardgastransportleiding (fakkelbrand). Dit gebied wordt ook uitgedrukt als het invloedsgebied.

t5.1 Kenmerken hogedrukaardgasbuisleiding

Naam	Uitwendige diameter [inch]	Inwendige druk [bar]
W-515-05 (deel 1)	12	40

Voor de modellering is gebruik gemaakt van de software CAROLA, versie 1.0.0.51. De leidinggegevens zijn verstrekt door de beheerder Gasunie. Deze gegevens zijn aangeleverd als een versleuteld leidingbestand. Hierdoor is geborgd dat de leidinggegevens afkomstig zijn van de leidingexploitant.

5.1.2 Beschouwde scenario's

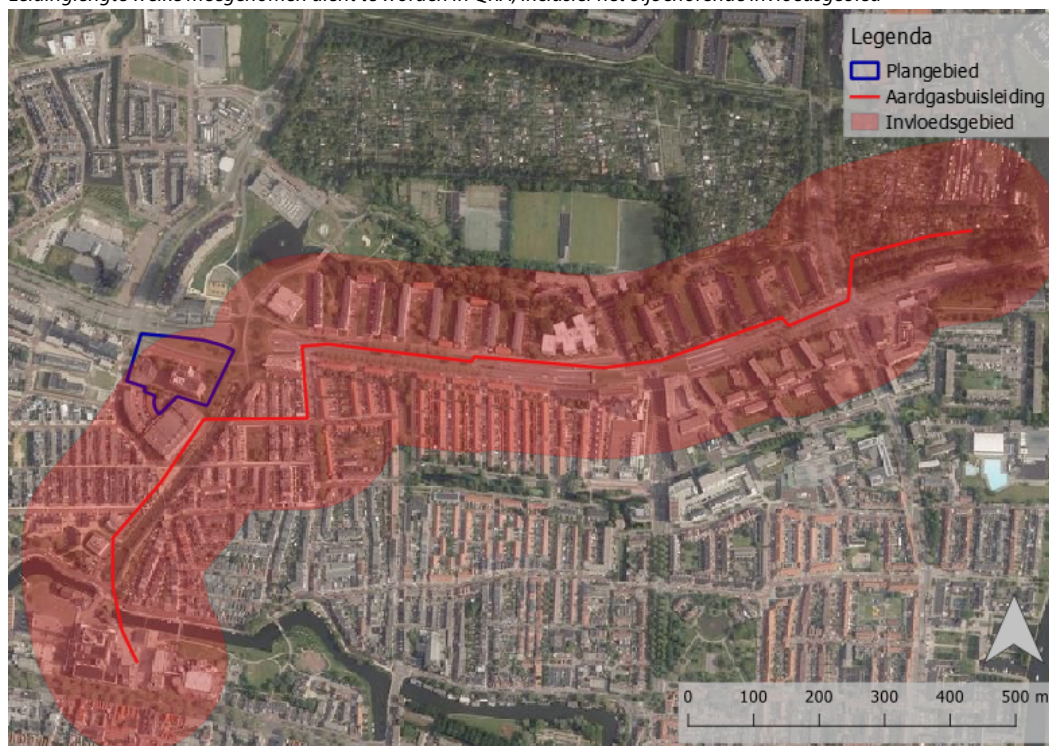
Om de verandering van het groepsrisico ten gevolge van de realisatie van de beoogde ontwikkeling in beeld te brengen is het groepsrisico berekend voor zowel de huidige als de toekomstige situatie.

5.1.3 Populatiegegevens

Populatiegegevens omgeving

Voor de bepaling van het groepsrisico is het noodzakelijk dat de bevolking binnen het invloedsgebied, oftewel de 1%-letaliteitscontour, van de transportleiding geïnventariseerd wordt. In figuur 5.2 wordt het gebied weergegeven wat meegenomen dient te worden in de QRA. Dit gebied wordt gevormd door het invloedsgebied, waarbij aan de weerszijden van het plangebied een lengte van één kilometer van de buisleiding (indien aanwezig), vermeerderd met de 1%-letaliteitsafstand, wordt aangehouden.

f5.2 Leidinglengte welke meegenomen dient te worden in QRA, inclusief het bijbehorende invloedsgebied



Voor de populatiegegevens van de omgeving is gebruik gemaakt van de populateservice³. Deze tool is gebaseerd op de basisadministratie en gebouwen (BAG) en aanwezigheidskentallen conform de Hart.

Daarnaast dient opgemerkt te worden dat er geen populatie is opgenomen in de populateservice voor onder andere de in de omgeving gelegen volkstuinen (met een omvang van circa 3,55 ha), het watersportterrein aan de Marowijnepad (met een omvang van 1,2 ha), het 150 kV-station van Tennet (circa 5.856 m²) en een deel van de energiecentrale van Uniper (circa 1.500 m²). Deze functies zijn derhalve handmatig ingevoerd. Voor deze functies is aangesloten op kentallen zoals deze eveneens zijn opgenomen in de 'Handleiding Populateservice'⁴.

Populatiegegevens plangebied

De populatie in de huidige en toekomstige situatie zijn aan de hand van kentallen bepaald. De gehanteerde kengetallen zijn gebaseerd op de kentallen uit de 'Handleiding Populateservice' en de Handleiding Risicoanalyse Transport (HART) opgesteld door het RIVM d.d. 11 januari 2017 (zie tabel 5.2).

t5.2 Gehanteerde kengetallen bij omrekening programma naar populatie

Functie	Kental aanwezigheid personen	Aanwezigheidspercentage	
		Dag	Nacht
Woningen	2,4 persoon per woning	50	100
Werken en winkels	1 persoon per 30 m ² bvo	100	0
Industrie (klein)	1 persoon per 50 m ² bvo	100	0
Horeca	1 persoon per 5 m ² bvo	100	100

Opgemerkt wordt dat in de HART geen kentallen zijn opgenomen voor maatschappelijke functies. In voorliggende situatie wordt hiervoor aangesloten op kentallen voor werken en winkels.

Huidige situatie

In de huidige situatie is ter plaatse van het plangebied sprake van een uitvaartcentrum en bijgebouw van Monuta van der Luit, een tweetal woningen en een KPN schakelstation, inclusief kantoorruimte. Het uitvaartcentrum kent conform de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) een omvang van 919 m² bvo. Het bijgebouw van Monuta van der Luit, aan de Nieuwe Koningstraat 434, kent een omvang van 614 m² bvo. Het KPN-gebouw kent daarnaast een omvang van 5.932 m² bvo.

Het overgrote deel van de bebouwing ter plaatse van het plangebied komt overeen met de maximale mogelijkheden conform het vigerende bestemmingsplan. Voor deze bebouwing

³ <http://populateservice.demis.nl/#/>

⁴ Voor de volkstuinen en het watersportterrein is hierbij uitgegaan van respectievelijk 50 personen/ha en 30 personen/ha. Voor de bebouwing van Tennet en Uniper is aangesloten op het kental voor grootschalige industrieën van 1 persoon per 50 m², aangezien er geen specifieke kentallen beschikbaar zijn voor voorzieningen ten behoeve van de energievoorziening.

wordt dan ook uitgegaan van de voornoemde oppervlakten aan reeds gerealiseerde bebouwing.

Conform het vigerende bestemmingsplan is echter ter plaatse van het KPN-gebouw meer bebouwing mogelijk dan thans is gerealiseerd. Het KPN-gebouw is namelijk van kleinere omvang dan mogelijk is. In voorliggend onderzoek is de populatie voor dit gebouw bepaald aan de hand van de maximaal planologische mogelijkheden. Op basis van het vigerende bestemmingsplan 'Noord' zijn hier nutsvoorzieningen toegestaan. Het bouwvlak voor deze bestemming kent een oppervlakte van circa 1.165 m², en hier geldt een maximale bouwhoogte van 26 meter. Uitgaande van een verdiepingshoogte van 3 meter is hiermee sprake van maximaal 8 bouwlagen, wat resulteert in een maximale oppervlakte van 9.320 m² bvo. Voor deze functie is aangesloten op kentallen voor een (kleinschalige) industrie functie. Opgemerkt wordt dat het KPN-gebouw, ondanks dat de gronden bestemd zijn voor nutsvoorzieningen, ook in kantoorruimte voorzorg. Hiervoor is doorgaans sprake van een aanwezigheid van meer personen dan bij een industrie functie. In de feitelijke situatie is echter sprake van een kleiner gebouw dan de maximaal planologische invulling, waarmee dit niet tot een hoger aantal personen in de huidige situatie ter plaatse van het plangebied leidt.

De populatiegegevens, voor de huidige situatie, zijn opgenomen in tabel 5.3.

t5.3 *Populatiegegevens huidige situatie*

Omschrijving	Kengetal	Aantal woningen/omvang in bvo	Aanwezigheid	
			Dag	Nacht
Bebouwing ter plaatse van KPN-gebouw	1 persoon per 50 m ²	9.320 m ²	186,4	0
Monuta van der Luit – bijgebouw aan de Nieuwe Koningstraat 434*	1 persoon per 50 m ²	614 m ²	12,3	0
Monuta van der Luit – bijeenkomstfunctie	1 persoon per 5 m ²	919 m ²	183,8	0
Woningen Nieuwe Koningstraat 345 en Willem de Zwijgerlaan 177	2,4 persoon per woning	2	2,4	4,8

* Voor deze functie is aangesloten op kengetallen voor een kleinschalige industrie functie, aangezien het bijgebouw van het uitvaartcentrum geen bijeenkomstfunctie kent.

Toekomstige situatie

De bebouwing ter plaatse van het plangebied zal in de toekomstige situatie worden gesloopt, waarna hier nieuwbouw zal worden gerealiseerd. Hier zal een drietal woontorens en een nieuw KPN-gebouw worden gesitueerd.

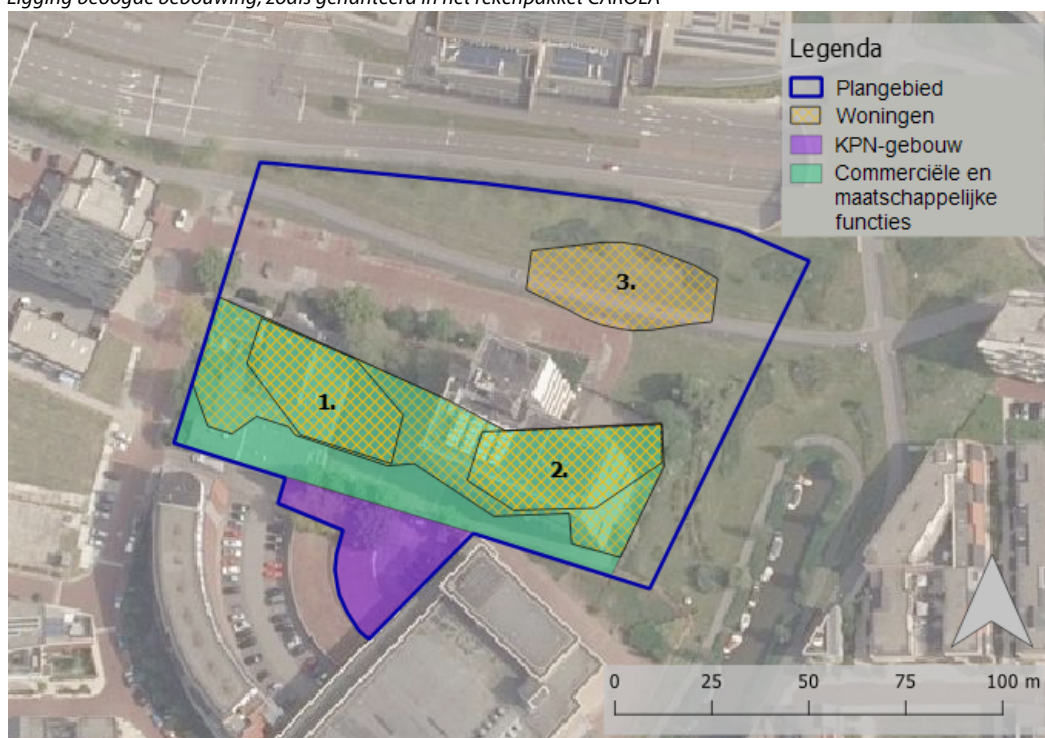
De woontorens zullen ruimte bieden aan maximaal 580 appartementen, en maximaal 600 m² aan commerciële en maatschappelijke functies. Deze commerciële en maatschappelijke functies zullen gesitueerd worden in de plint van de twee meest zuidelijk gelegen woontorens. Hierbij zal sprake zijn van maximaal 300 m² aan commerciële functies (waaronder mogelijkerwijs horeca) en maximaal 300 m² aan maatschappelijke functies. De twee meest zuidelijk gelegen woontorens (nummer 1 en 2 in figuur 5.3) zullen circa 395

woningen omvatten, en de meest noordelijk gelegen woontoren (nummer 3 in figuur 5.3) circa 185 woningen. Het aantal woningen per woontoren bepaald aan de hand van plattegronden van het definitief ontwerp zoals opgesteld door Powerhouse Company d.d. 17 april 2020.

Het nieuwe KPN-gebouw zal een oppervlakte kennen van maximaal 315 m². De kantoorfunctie zal daarbij komen te vervallen. Sprake zal zijn van een schakelstation, welke een nutsvoorziening betreft waarvoor aangesloten kan worden op kentallen voor een kleinschalige industrie functie.

In figuur 5.3 wordt de ligging van de beoogde functies ter plaatse van het plangebied, zoals gehanteerd in voorliggend onderzoek, weergegeven.

f5.3 Ligging beoogde bebouwing, zoals gehanteerd in het rekenpakket CAROLA



De populatiegegevens, voor de toekomstige situatie, zijn opgenomen in tabel 5.4.

t5.4 Populatiegegevens toekomstige situatie

Omschrijving	Kengetal	Aantal woningen/programma in bvo	Aanwezigheid	
			Dag	Nacht
Woningen woontoren 1	2,4 persoon per woning	72	86,4	172,8
Woningen woontoren 2	2,4 persoon per woning	108	129,6	259,2
Woningen woontoren 3	2,4 persoon per woning	185	222	444
Woningen in plint woontoren 1 en 2	2,4 persoon per woning	215	258	516
Maatschappelijke functies	1 persoon per 30 m ²	300 m ²	10	0
Commerciële functies, waaronder mogelijk horeca	1 persoon per 5 m ²	300 m ²	60	60
KPN-gebouw – nutsvoorziening	1 persoon per 50 m ²	315 m ²	6,3	0

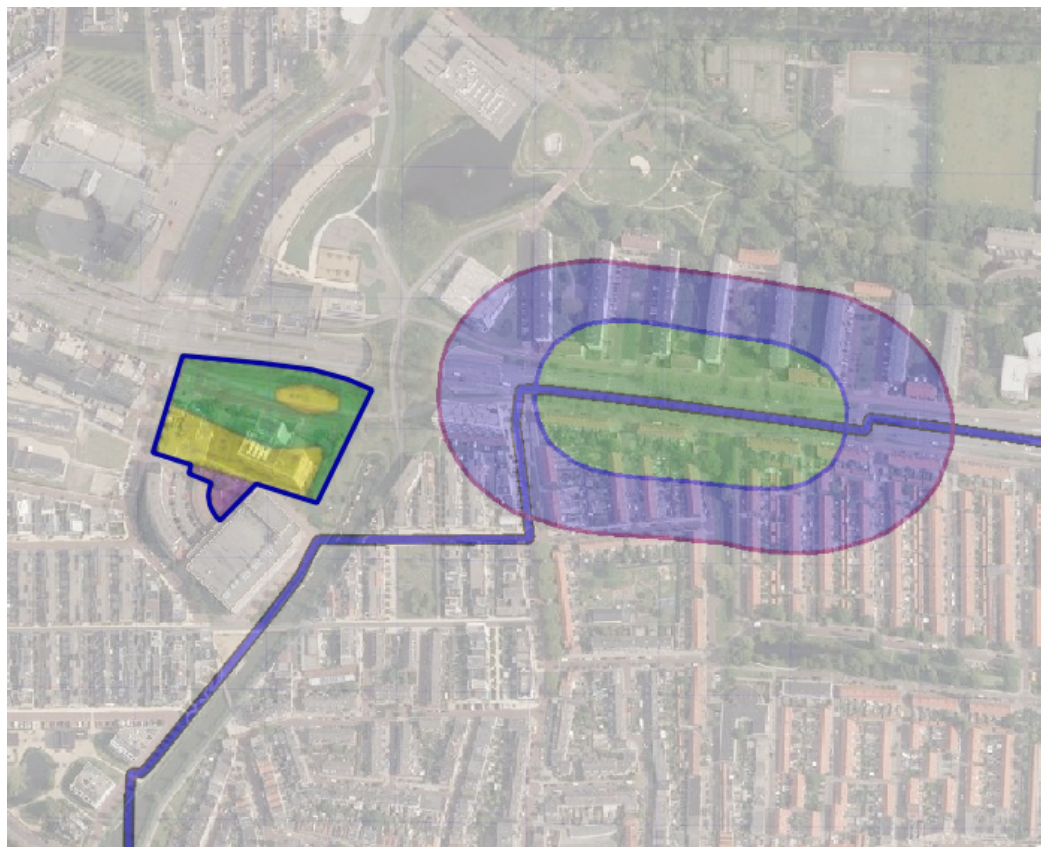
Volledigheidshalve is tevens beschouwd of de positie van de woningen binnen het plangebied bepalend is voor het groepsrisico voor de toekomstige situatie. Hiertoe is het groepsrisico alsmede berekend voor het geval dat alle woningen zich in de woontoren welke het dichtst op de buisleiding is gelegen, te weten woontoren 2 in figuur 5.3, bevinden. Op deze manier wordt inzichtelijk gemaakt wat het effect is van een onvoorziene wijziging van de woningindeling.

5.2 Rekenresultaten

5.2.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico van de hogedrukaardgastransportleiding W-515-05 (deel 1) is weergegeven in figuur 5.4.

f5.4 Plaatsgebonden risicocontouren van 10^{-8} (paarse lijn) en 10^{-7} (blauwe lijn) per jaar voor de gasleiding W-515-05-deel 1



Er is geen sprake van een plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar nabij de beoogde bebouwing. Conform artikel 5 van de Revb is sprake van een belemmeringenstrook van 4 meter aan weerszijden van de buisleiding gemeten vanaf het hart van de buisleiding. De beoogde ontwikkeling is buiten deze strook gelegen.

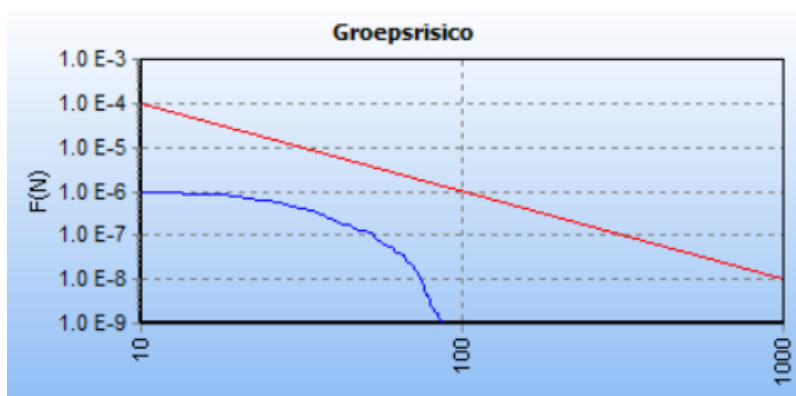
5.2.2 Groepsrisico

In figuren 5.5 en 5.6 is het berekende groepsrisico voor aardgasleiding W-515-05 (deel 1) weergegeven voor respectievelijk de huidige situatie en toekomstige situatie.

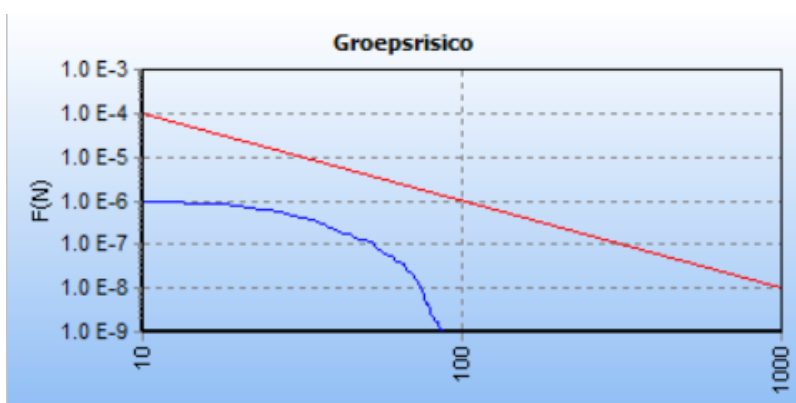
t5.5 Groepsrisico voor de huidige en toekomstige situatie

Scenario	Overschrijdingsfactor oriëntatiewaarde
Huidig situatie	0,041
Toekomstige situatie	0,041

f5.5 fN-curve voor de huidige situatie



f5.6 fN-curve voor de toekomstige situatie



Hierbij wordt opgemerkt dat tevens blijkt dat de ligging van de woningen binnen het plangebied uiteindelijk niet bepalend is voor het berekende groepsrisico in de toekomstige situatie. Indien alle woningen zich in woontoren 2 bevinden, welke op de kortste afstand tot de buisleiding is gelegen, is eveneens geen sprake van een wijziging van het groepsrisico.

5.3 Beoordeling

De beoogde ontwikkeling is niet gelegen binnen een plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} per jaar, aangezien voor de beschouwde aardgasbuisleiding geen sprake is van een risicocontour van 10^{-6} per jaar. Aan deze grenswaarde wordt aldus voldaan. Het groepsrisico is in de voorliggende situatie kleiner dan 0,1 keer de oriëntatiewaarde en er is geen sprake van een relevante toename van het groepsrisico ($>10\%$). Bovendien wordt de oriëntatiewaarde niet overschreden.

Een verantwoording van het groepsrisico is conform artikel 12 derde lid onder b van het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) aldus niet aan de orde. Wel dienen de mogelijkheden tot voorbereiding en beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval en de zelfredzaamheid van personen die zich bevinden binnen het invloedsgebied beschouwd te worden.

6 Conclusie

In opdracht van RED Company is een onderzoek uitgevoerd naar de externe veiligheidsrisico's die een rol kunnen spelen bij de beoogde ontwikkeling van 'LEAD' aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden.

Aangezien de beoogde ontwikkeling conform wetgeving op het gebied van externe veiligheid kwetsbare objecten omvat, en niet binnen het vigerende bestemmingsplan past, vergt het aspect externe veiligheid een nadere beschouwing. De externe veiligheidsaspecten ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, het spoor, het water en door buisleidingen, alsmede de aanwezigheid van risicovolle inrichtingen, zijn geïnventariseerd voor de nabije omgeving van het plangebied. In het kader van de externe veiligheid is met name het transport van gevaarlijke stoffen door buisleidingen relevant. Het plangebied bevindt zich namelijk binnen het invloedsgebied van een aardgasbuisleiding. Voor de beoogde ontwikkeling is om deze reden een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- De beoogde bebouwing is op een dusdanig grote afstand van de buisleiding gelegen dat er voldaan wordt aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar.
- Uit de QRA volgt dat de oriëntatiewaarde in de huidige als in de toekomstige situatie niet wordt overschreden. Het groepsrisico neemt bovendien niet toe ten opzichte van de huidige situatie.

Aangezien het groepsrisico niet toeneemt en de oriëntatiewaarde niet wordt overschreden is een uitgebreide verantwoording van het groepsrisico niet aan de orde. Wel dienen de mogelijkheden tot voorbereiding en beperking van de omvang van een ramp of zwaar ongeval en de zelfredzaamheid van personen die zich bevinden binnen het invloedsgebied beschouwd te worden. Hier zal in de uitwerking van de plannen rekening mee gehouden moeten worden. Geconcludeerd wordt dat het aspect externe veiligheid geen belemmeringen oplevert voor de beoogde ontwikkeling.



Zoetermeer,

Dit rapport bevat 20 pagina's en 2 bijlagen.



Bijlage 1

CAROLA huidige situatie

Kwantitatieve Risicoanalyse

Huidige situatie LEAD

Door:
Peutz bv

Samenvatting

QRA huidige situatie LEAD

Inhoud

Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	5
2 Invoergegevens.....	7
2.1 Interessegebied.....	7
2.2 Relevante leidingen.....	7
2.3 Populatie.....	9
3 Plaatsgebonden risico.....	11
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	11
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	12
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	12
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	13
4 Groepsrisico screening.....	14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	15
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	16
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	17
5 FN curves.....	18
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1290.00 en stationing 1730.00.....	18
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1720.00 en stationing 1980.00.....	18
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00.....	19
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1200.00 en stationing 2200.00.....	19
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00.....	19
6 Conclusies.....	20
7 Referenties.....	21

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
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, buurtbedrijven/ 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 29-07-2020.

Dit project is opgeslagen onder de naam \\pz-fl01.zoetermeer.peutz.local\p02\Projecten\O\O 16486 Ontwikkeling LEAD aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden externe veiligheid\berekeningen\Toekomstige situatie LEAD.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 29-07-2020.

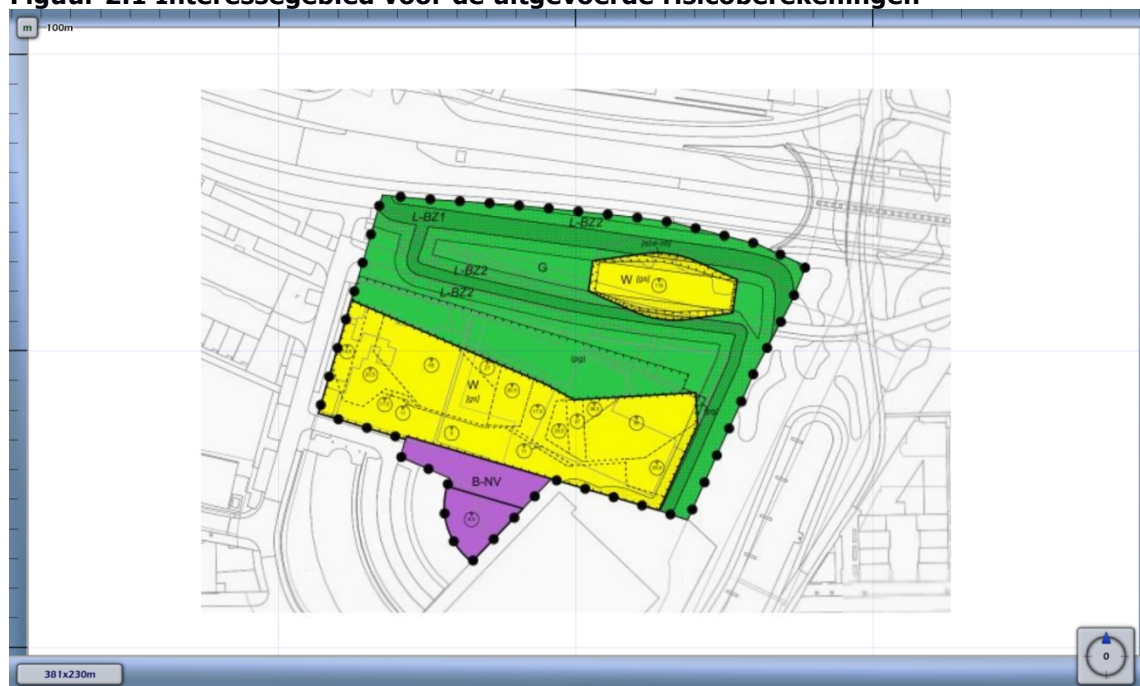
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Valkenburg. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

In dit hoofdstuk worden de verschillende invoergegevens nader gespecificeerd in de navolgende secties.

2.1 Interessegebied

Het interessegebied is weergegeven in figuur 2.1

Figuur 2.1 Interessegebied voor de uitgevoerde risicoberekeningen



2.2 Relevante leidingen

Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

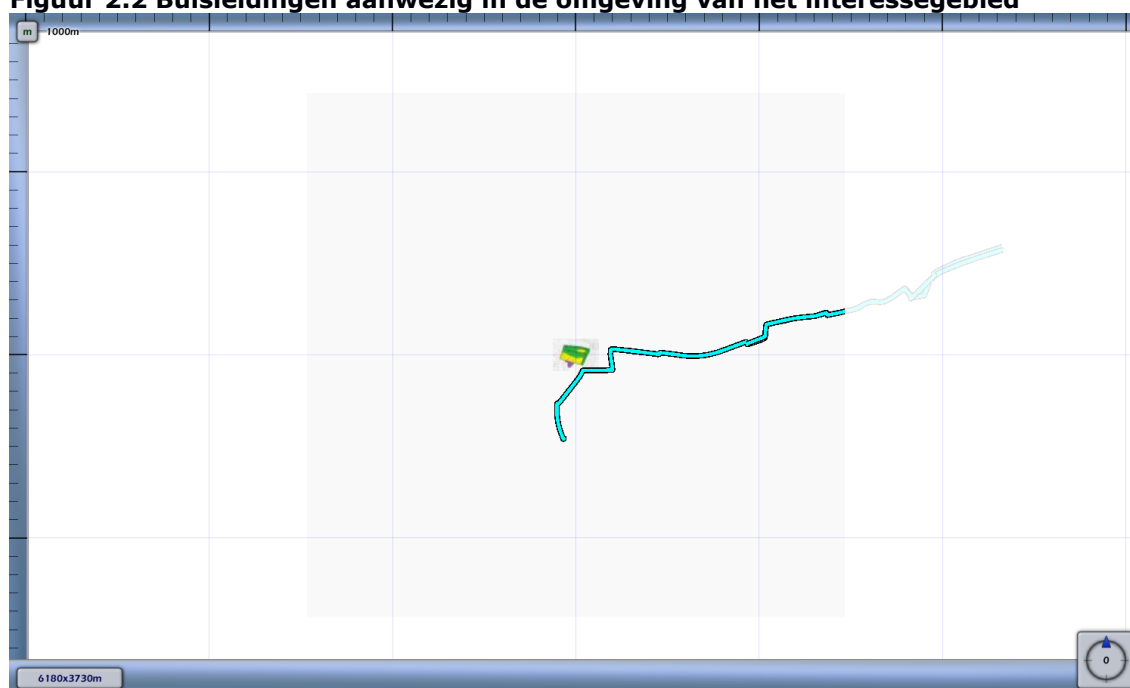
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-03-deel-1	219.10	40.00	20-07-2020
N.V.	6749_leiding	168.30	40.00	20-07-2020

Nederlandse Gasunie	-W-515-03-deel-2			
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-03-deel-3	159.00	40.00	20-07-2020
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-05-deel-1	323.90	40.00	20-07-2020
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-535-11-deel-1	406.40	40.00	20-07-2020

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



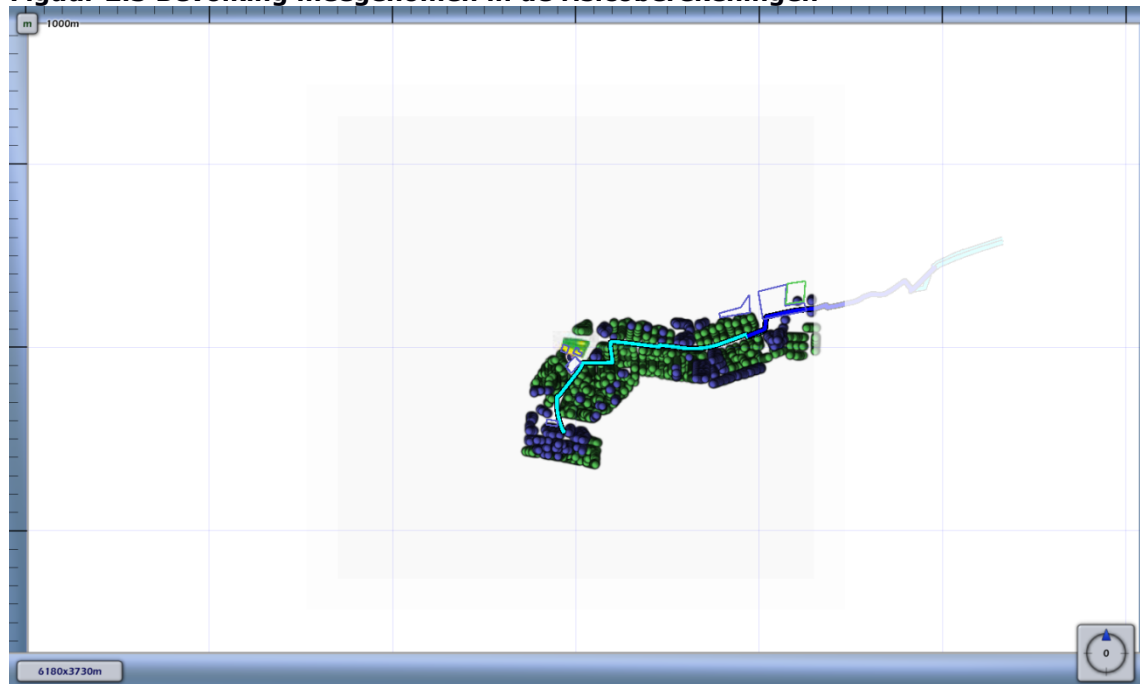
Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstrekt is	

Voor de in bovenstaande tabel opgenomen leidingen zijn geen risico mitigerende maatregelen verdisconteerd in de bijbehorende risicoberekeningen.

2.3 Populatie

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodu s	Percentage Personen
Tennet - huidige situatie	Werken	59.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Uniper - huidige situatie	Werken	15.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Volkstuinen - huidige situatie	Werken	25.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Volkstuinen - huidige situatie	Werken	150.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Watersportterrei n - huidige	Wonen	36.0		Toevoegen Nieuwe	

situatie				Populatie	
Huidige situatie - woningen	Wonen	4.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Huidige situatie - Monuta	Werken	183.8		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Huidige situatie - bijgebouw Monuta industrie	Werken	12.3		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Huidige situatie - KPN	Werken	186.4		Toevoegen Nieuwe Populatie	

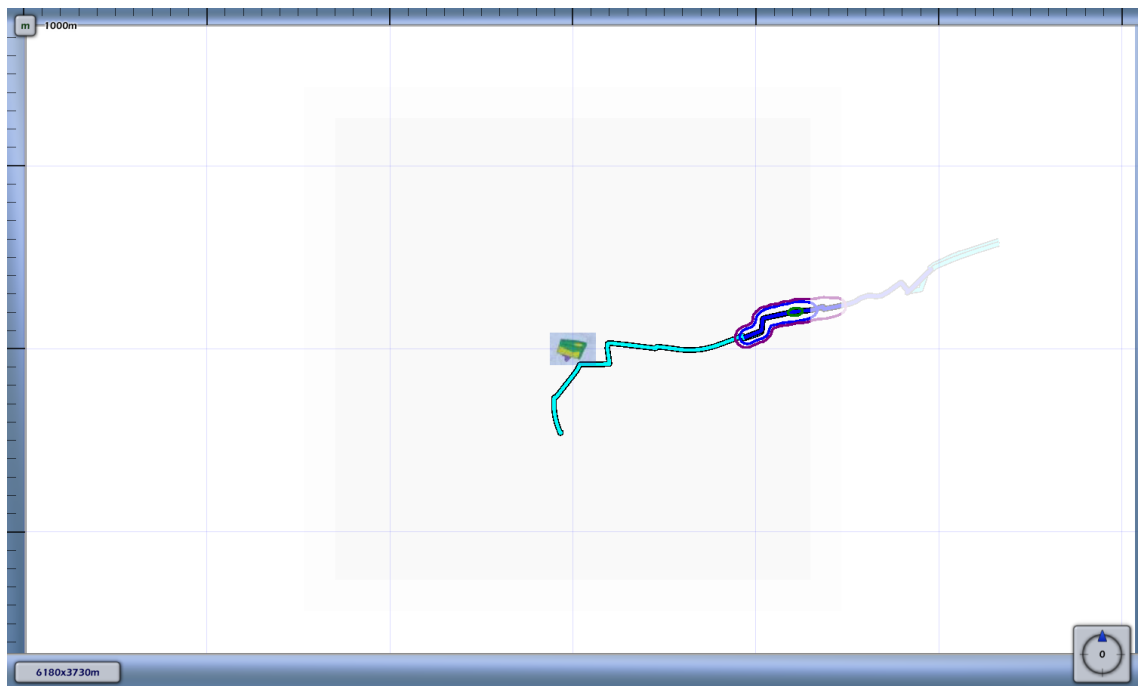
Populatiebestanden

Pad				Typ e	Aa nta l	Perce ntage Perso nen
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\bijeen_sport_cel_zkh- dag100-nacht80.txt				We rke n	21 86	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\industrie- dag100-nacht30.txt			We rke n	9 1	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100	
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\wonen d_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt			Wo ne n	597 1		
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultate n(2)\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel- dag100-nacht0.txt	We rke n	18 90				

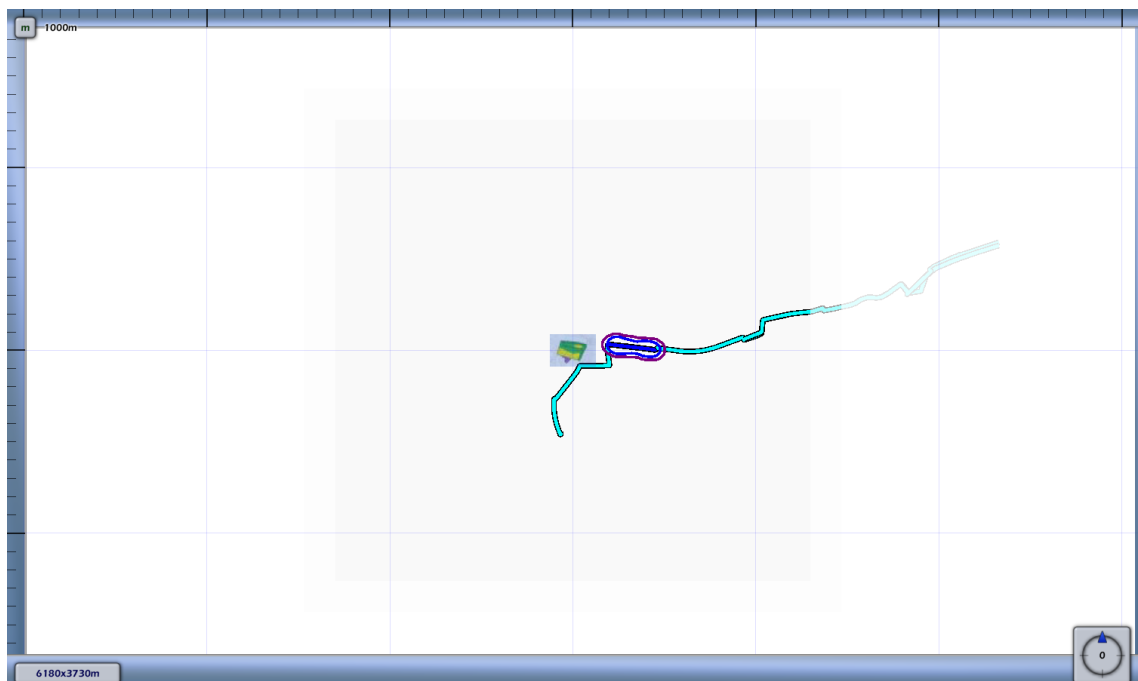
3 Plaatsgebonden risico

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.

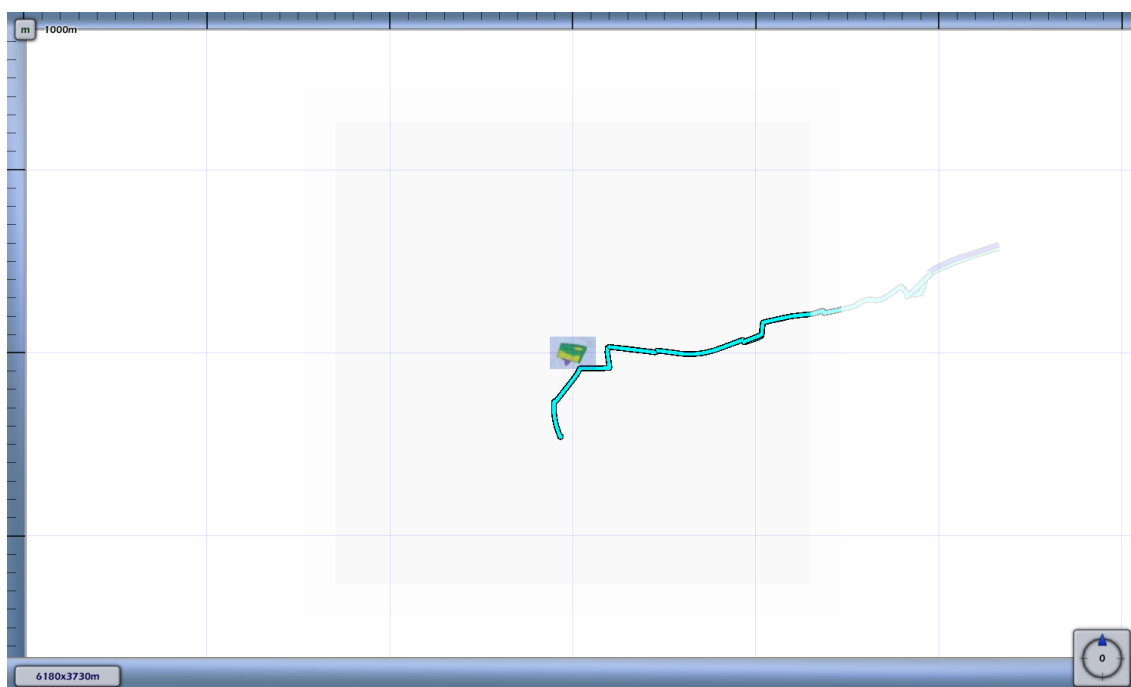
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



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

4 Groepsrisico screening

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

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

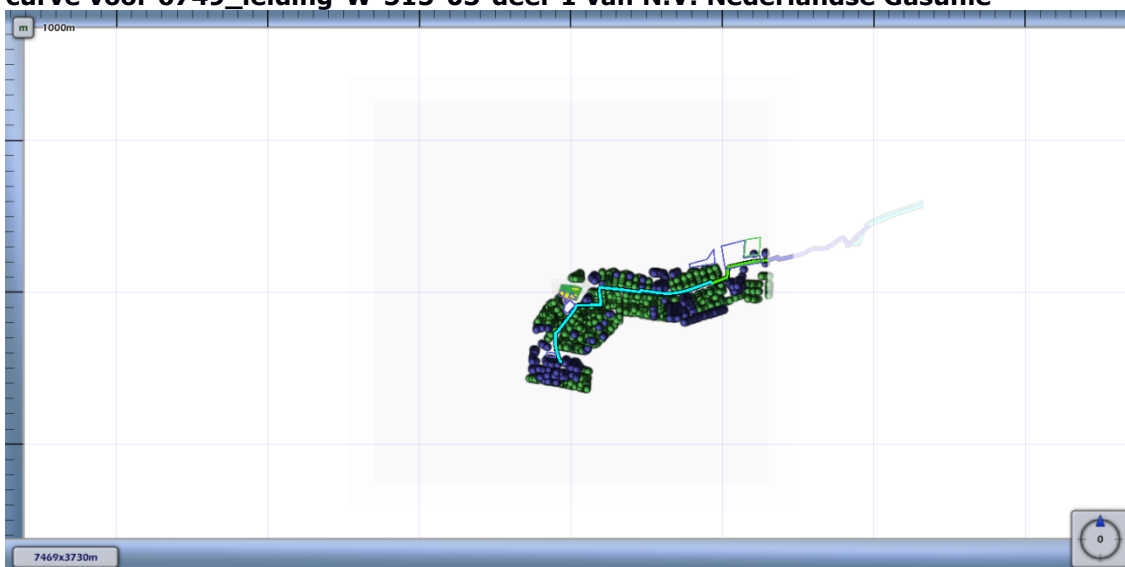
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



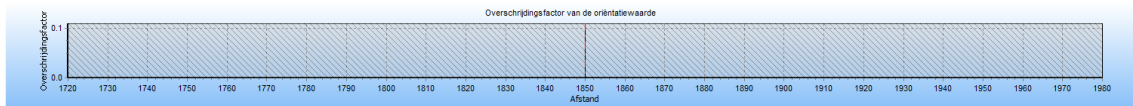
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van 7.62E-007.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 7.616E-003 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1290.00 en stationing 1730.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



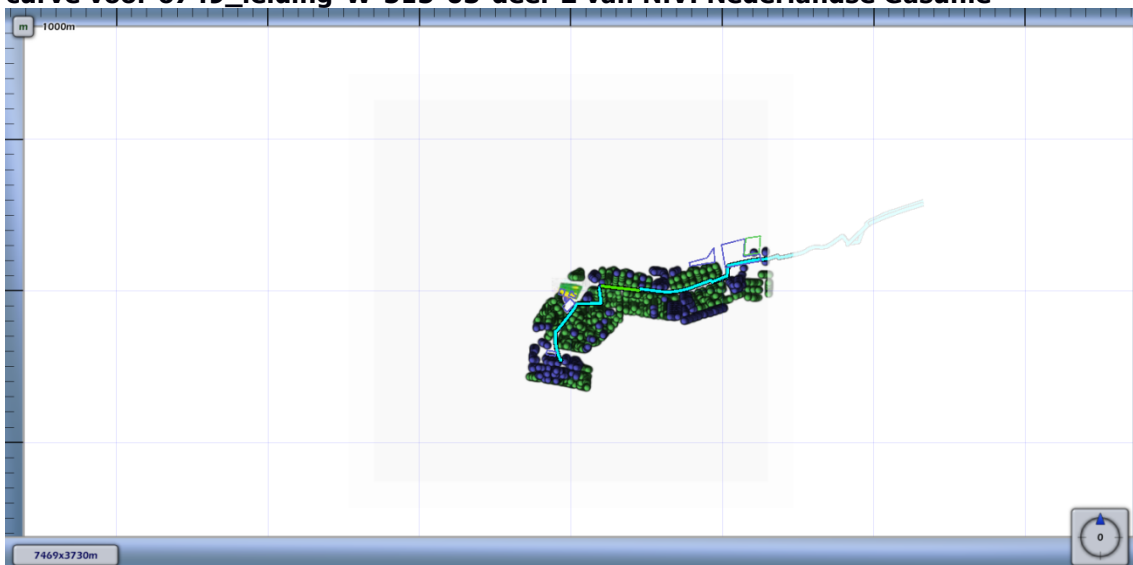
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



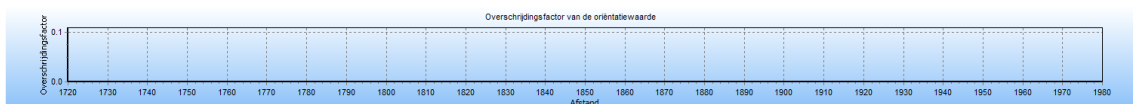
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 12 slachtoffers en een frequentie van $1.21E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $1.747E-003$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1720.00 en stationing 1980.00. 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 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



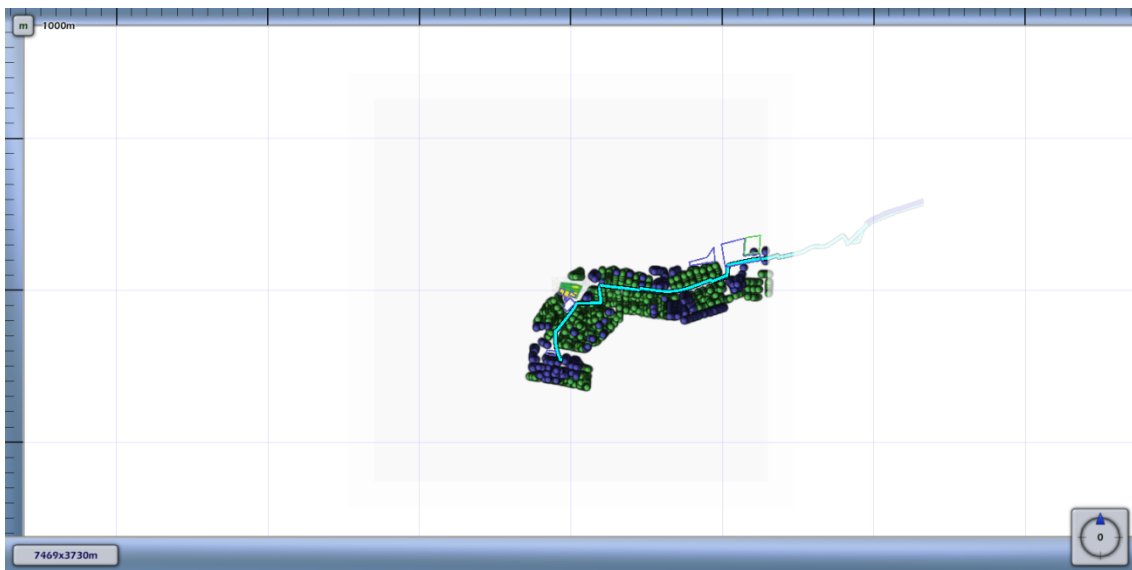
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



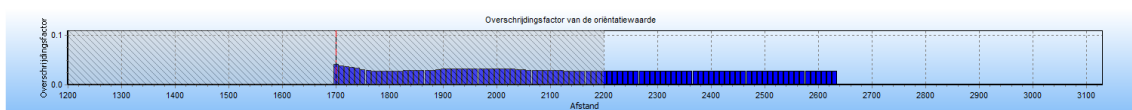
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van $0.00E+000$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $0.000E+000$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 33 slachtoffers en een frequentie van $3.78E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.041 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1200.00 en stationing 2200.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.4

Figuur 4.4 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



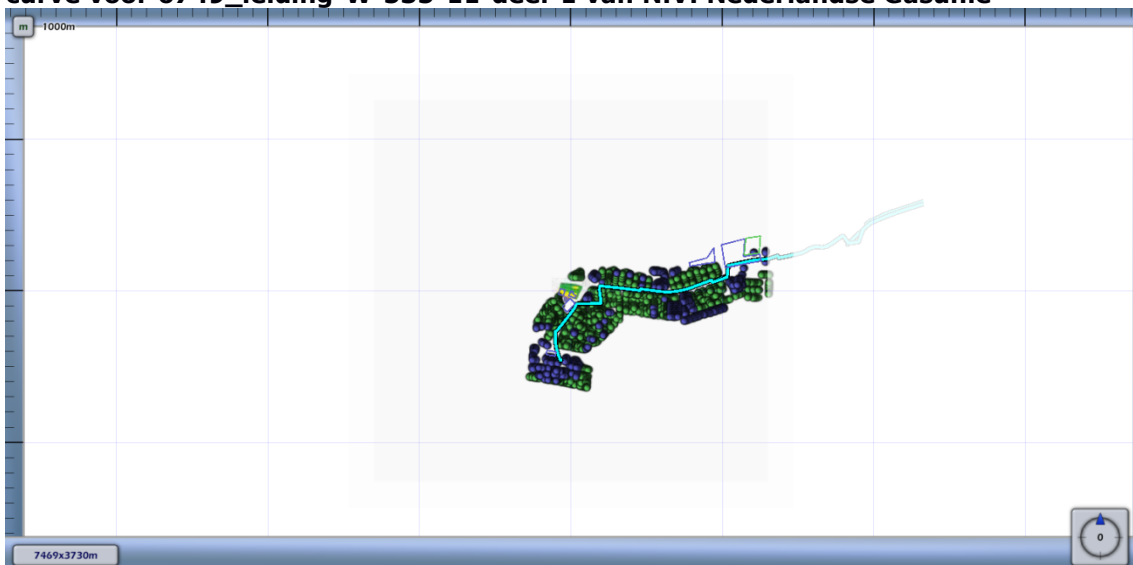
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.5

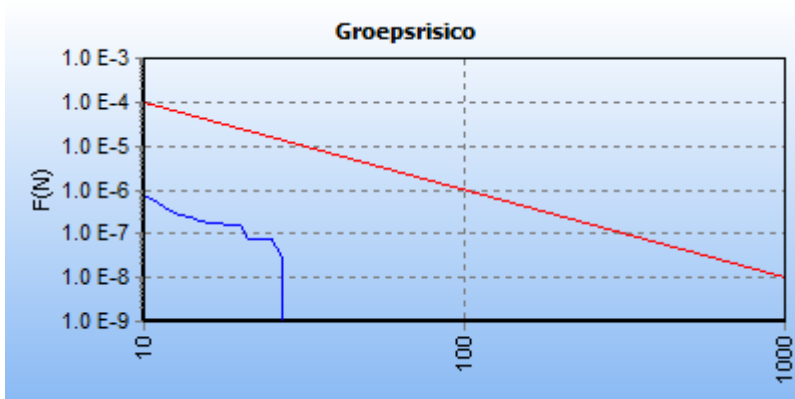
Figuur 4.5 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



5 FN curves

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

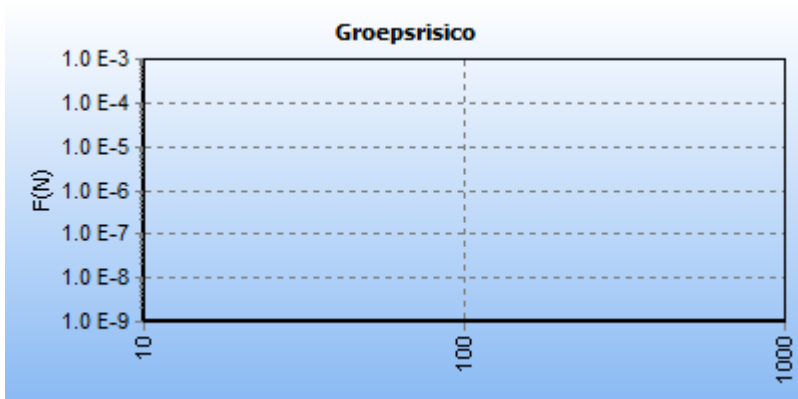
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1290.00 en stationing 1730.00



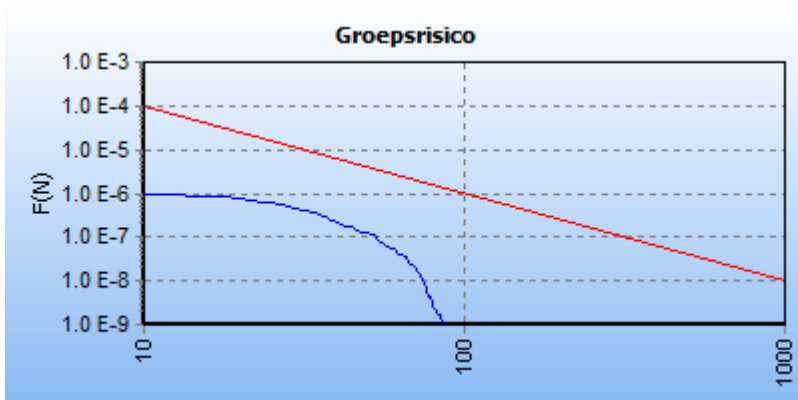
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1720.00 en stationing 1980.00



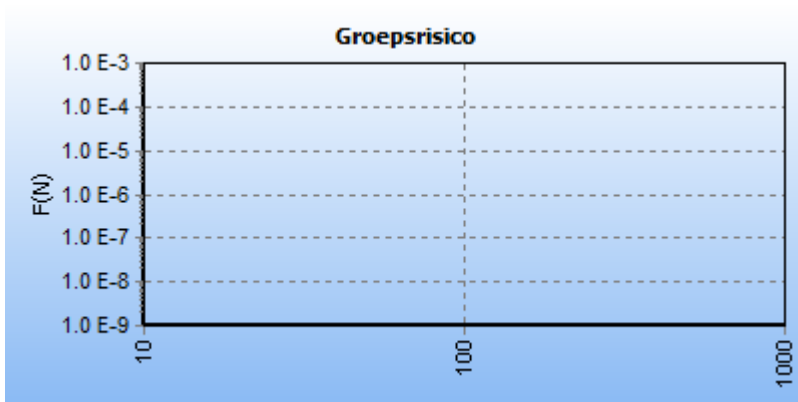
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1200.00 en stationing 2200.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



6 Conclusies

7 Referenties

- [1] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. Versie 1.0. 20 december 2010.
- [2] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Brief 390/06 CEV Lah/pbz-1191. 6 november 2006.
- [3] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Ministerie van VROM. Brief 2006.334302. 7 december 2006.
- [4] Laheij GMH, Vliet AAC van, Kooi ES. Achtergronden bij de vervanging van zoneringafstanden hogedruk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM-rapport 620121001/2008. 2008.
- [5] M. Gielisse, M.T. Dröge, G.R. Kuik. Risicoanalyse aardgastransportleidingen. N.V. Nederlandse Gasunie. DEI 2008.R.0939. 2008.



Bijlage 2

CAROLA toekomstige situatie

Kwantitatieve Risicoanalyse Toekomstige situatie LEAD

Door:
Peutz bv

Samenvatting

QRA toekomstige situatie LEAD

Inhoud

Samenvatting.....	2
1 Inleiding.....	5
2 Invoergegevens.....	7
2.1 Interessegebied.....	7
2.2 Relevante leidingen.....	7
2.3 Populatie.....	9
3 Plaatsgebonden risico.....	11
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	11
3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	11
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	12
3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	12
3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	13
4 Groepsrisico screening.....	14
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	14
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	15
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	15
4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	16
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie.....	17
5 FN curves.....	18
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1290.00 en stationing 1730.00.....	18
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1720.00 en stationing 1980.00.....	18
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00.....	19
5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1200.00 en stationing 2200.00.....	19
5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00.....	19
6 Conclusies.....	20
7 Referenties.....	21

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
Gevolgde methodiek	Openbaar	Ja
- rekenpakket met versienummer - parameterbestand met versienummer		
Peildatum QRA	Openbaar	
- datum van de berekening - datum van aanmaak van de buisleidinggegevens		Ja Nee
2 Algemene beschrijving van de buisleiding(en)		
Gegevens buisleiding	Openbaar	
- naam buisleiding - diameter - druk - eventuele mitigerende maatregelen		Ja Ja Ja Ja
Ligging van de leiding, aan de hand van kaart(en) op schaal.	Openbaar	
- leiding - noordpijl en schaalindicatie		Ja 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	
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	Nee
Beschrijving of er kwetsbare bestemmingen en/of beperkt kwetsbare bestemmingen binnen de PR contour van 10 ⁻⁶ per jaar zijn	Openbaar	
Voorgestelde preventieve en repressieve maatregelen die in de QRA zijn meegenomen	Openbaar	Ja

2 Invoergegevens

De risicoberekeningen die in dit rapport zijn beschreven zijn uitgevoerd met CAROLA versie 1.0.0.52. De gehanteerde parameterfile heeft versienummer 1.3. De berekeningen zijn uitgevoerd op 30-07-2020.

Dit project is opgeslagen onder de naam \\pz-fl01.zoetermeer.peutz.local\P02\Projecten\O\O 16486 Ontwikkeling LEAD aan de Willem de Zwijgerlaan te Leiden externe veiligheid\berekeningen\Toekomstige situatie LEAD.crp en is laatstelijk bijgewerkt op 29-07-2020.

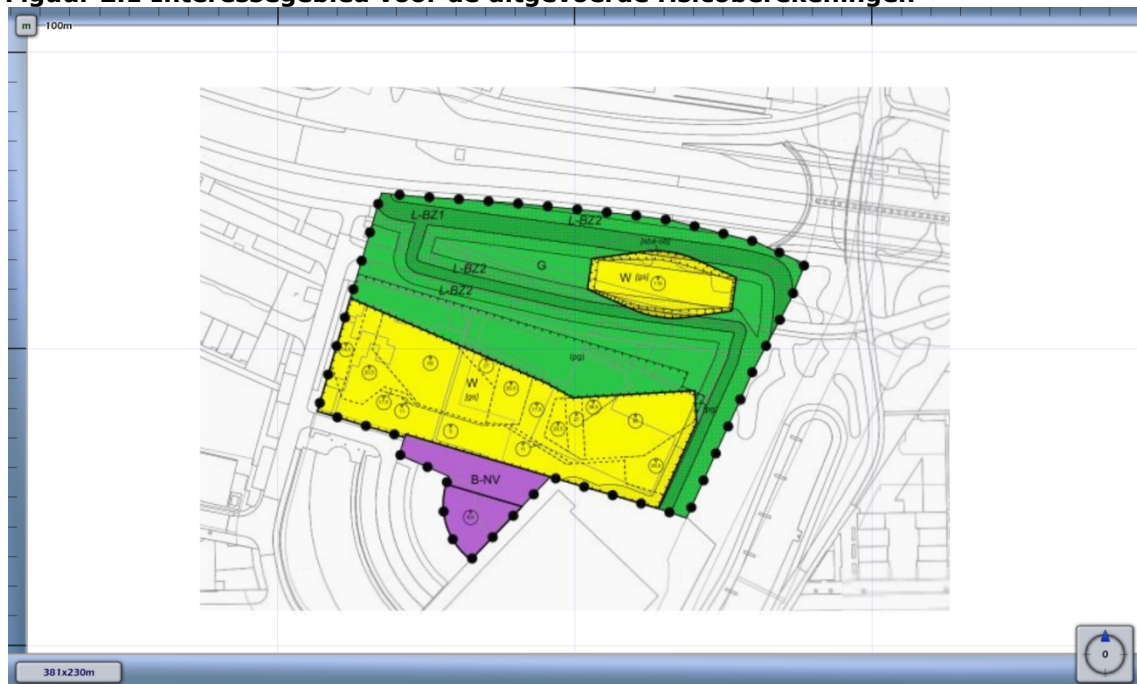
Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Valkenburg. De gebruikte ruwheidslengte is 0,1 meter.

In dit hoofdstuk worden de verschillende invoergegevens nader gespecificeerd in de navolgende secties.

2.1 Interessegebied

Het interessegebied is weergegeven in figuur 2.1

Figuur 2.1 Interessegebied voor de uitgevoerde risicoberekeningen



2.2 Relevante leidingen

Op basis van het gespecificeerde interessegebied zijn de volgende aardgastransportleidingen meegenomen.

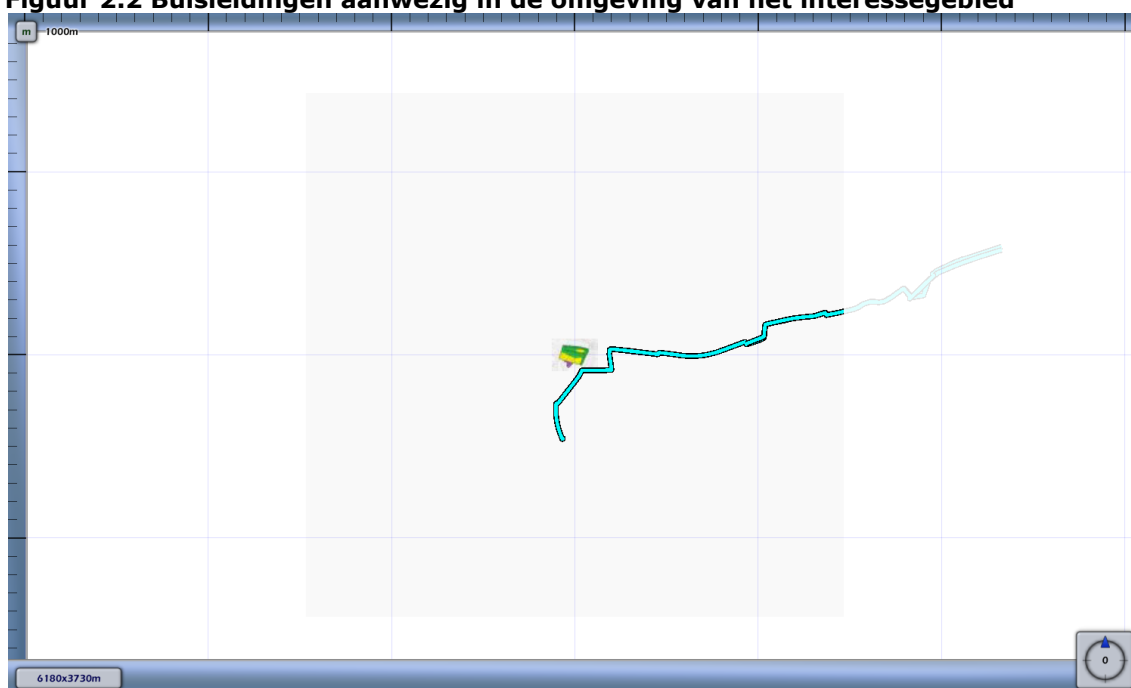
Eigenaar	Leidingnaam	Diameter [mm]	Druk [bar]	Datum aanleveren gegevens
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-03-deel-1	219.10	40.00	20-07-2020
N.V.	6749_leiding	168.30	40.00	20-07-2020

Nederlandse Gasunie	-W-515-03-deel-2			
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-03-deel-3	159.00	40.00	20-07-2020
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-515-05-deel-1	323.90	40.00	20-07-2020
N.V. Nederlandse Gasunie	6749_leiding -W-535-11-deel-1	406.40	40.00	20-07-2020

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

De leidingen zijn gevisualiseerd in figuur 2.2.

Figuur 2.2 Buisleidingen aanwezig in de omgeving van het interessegebied



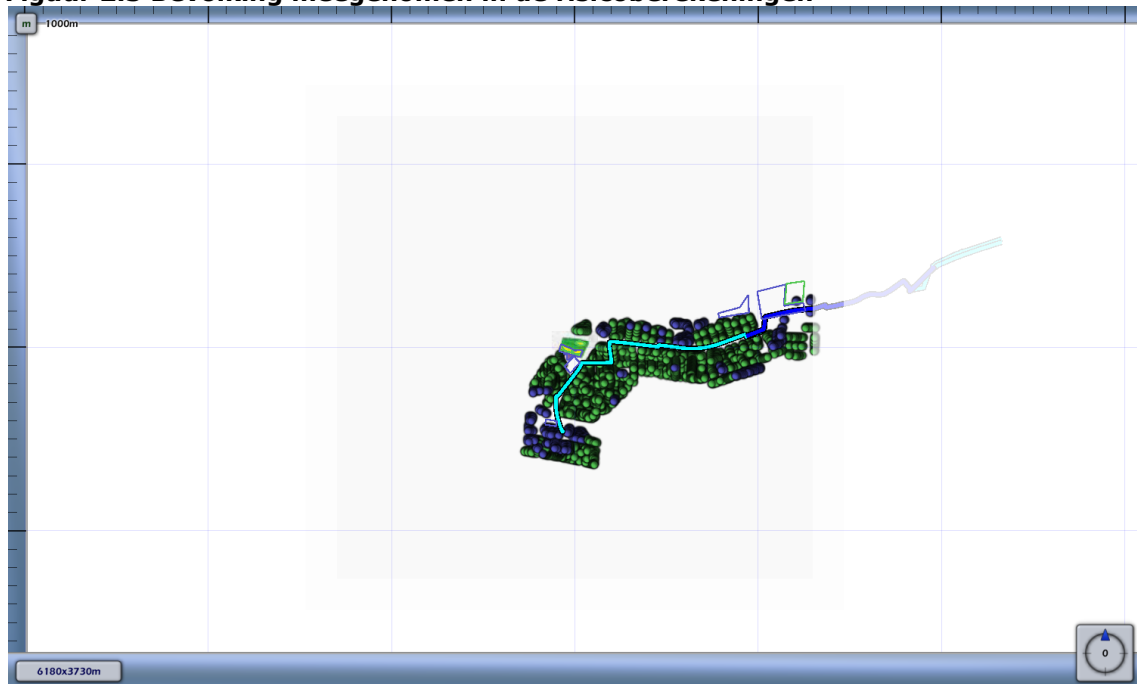
Leidingen meegenomen in de risicoberekeningen	
Leidingen waarvoor de houdbaarheidsdatum van de gegevens verstreken is	

Voor de in bovenstaande tabel opgenomen leidingen zijn geen risico mitigerende maatregelen verdisconteerd in de bijbehorende risicoberekeningen.

2.3 Populatie

De ingevoerde populatie is weergegeven in figuur 2.3

Figuur 2.3 Bevolking meegenomen in de risicoberekeningen



Populatietype	Polygoonpunten	Populatiepolygoon
Wonen		
Werken		
Evenement		

Populatiepolygonen

Label	Type	Aantal	Dichtheid	Vervangmodu s	Percentage Personen
KPN	Werken	6.3		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Woningen woontoren 3	Wonen	444.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Woningen plint toren 1+2	Wonen	516.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Woningen woontoren 2	Wonen	259.2		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Woningen woontoren 1	Wonen	172.8		Toevoegen Nieuwe	

				Populatie	
Commercieel/horeca woontoren 1 + 2	Werken	60.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	100/ 100/ 7/ 1/ 100/ 100
Maatschappelijke voorzieningen woontoren 1 + 2	Werken	10.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Tennet - huidige situatie	Werken	59.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Uniper - huidige situatie	Werken	15.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Volkstuinen - huidige situatie	Werken	25.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Volkstuinen - huidige situatie	Werken	150.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	
Watersportterrein - huidige situatie	Wonen	36.0		Toevoegen Nieuwe Populatie	

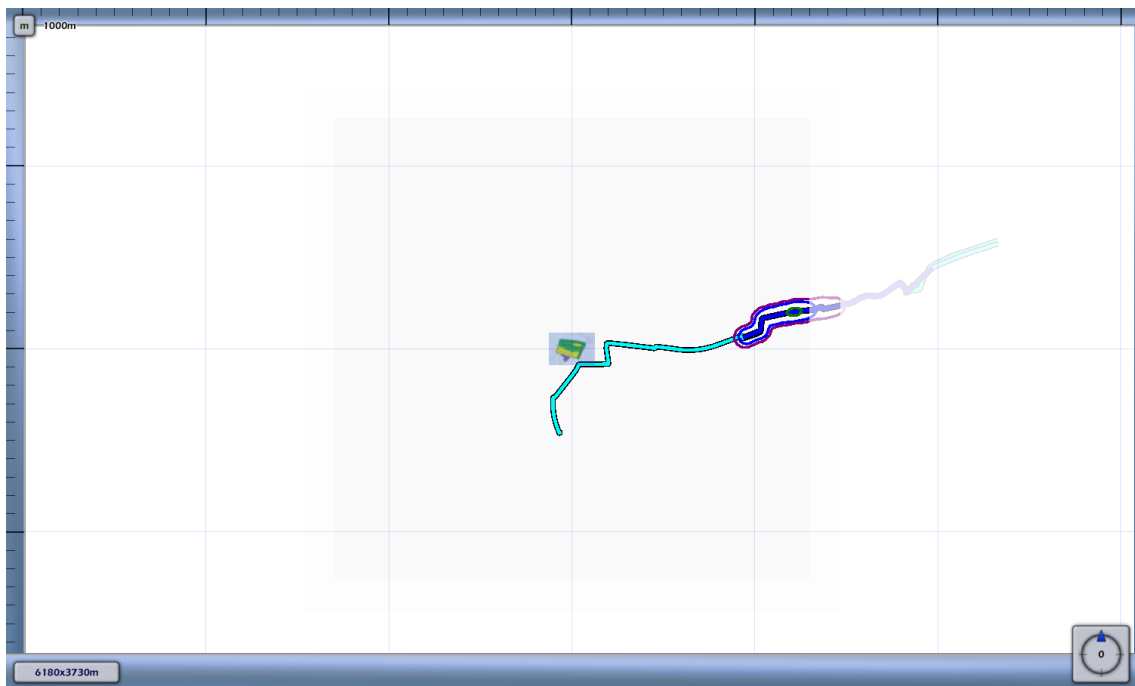
Populatiebestanden

Pad				Typ e	Aa nta l	Perce ntage Perso nen
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\bijeensportcel_zkh-dag100-nacht80.txt				Wer ken	21 86	100/ 80/ 7/ 1/ 100/ 100
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\industrie-dag100-nacht30.txt			Wer ken	9 1	100/ 30/ 7/ 1/ 100/ 100	
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\woning_vakantiehuis-dag50-nacht100.txt			Wo ne n	597 1		
LEAD+Leiden_geval+1_resultaten_resultaten(2)\kantoor_kliniek_onderwijs_winkel-dag100-nacht0.txt		Wer ken	18 90			

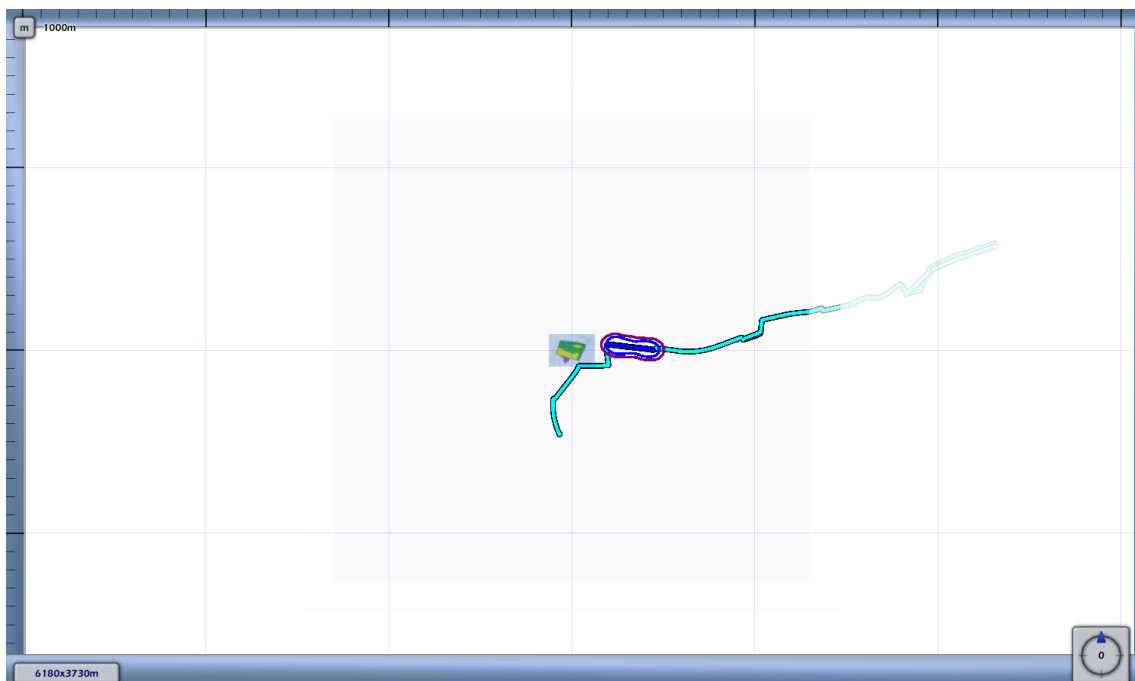
3 Plaatsgebonden risico

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.

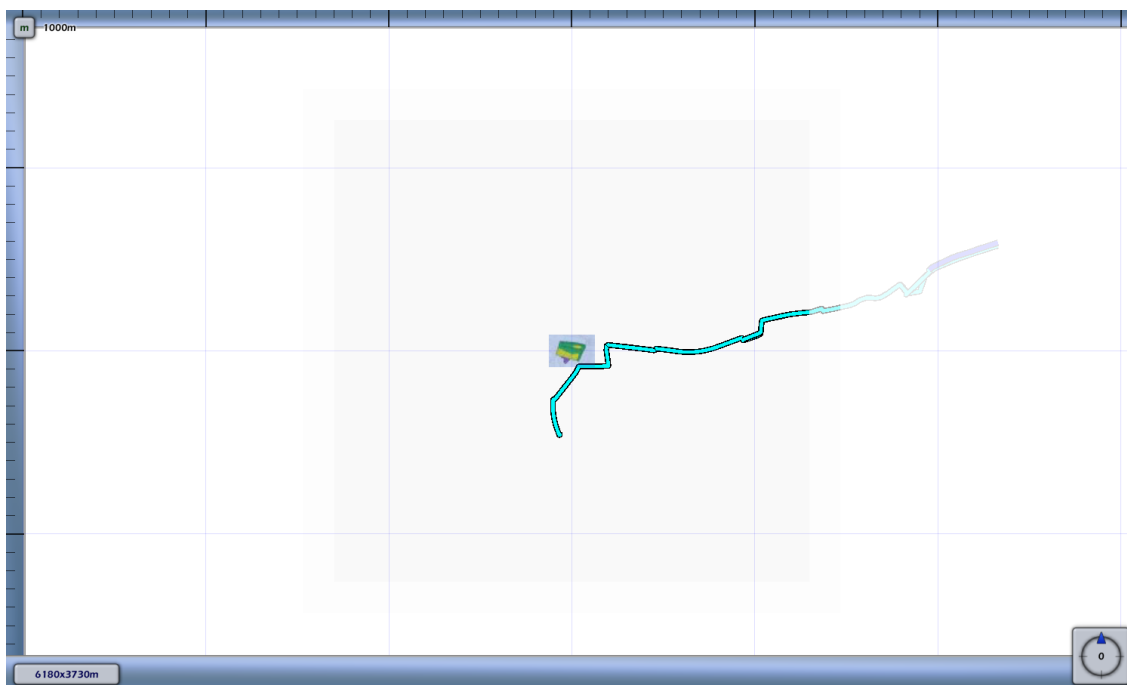
3.1 Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.2 Figuur 3.2 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



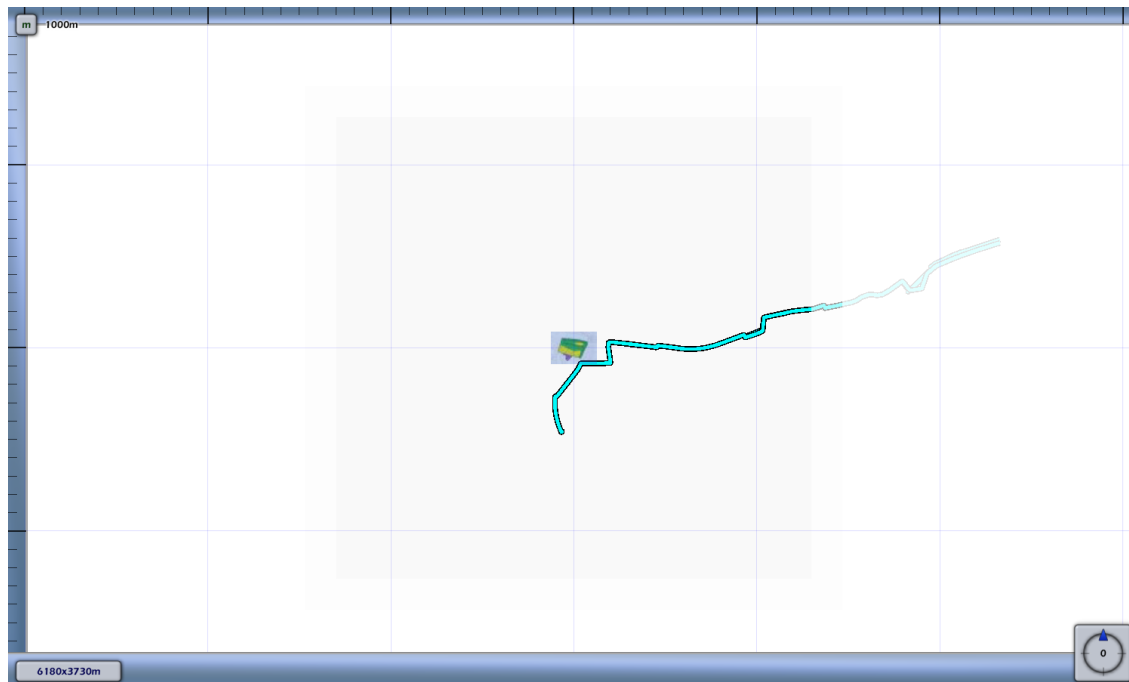
3.3 Figuur 3.3 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.4 Figuur 3.4 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



3.5 Figuur 3.5 Plaatsgebonden risico voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



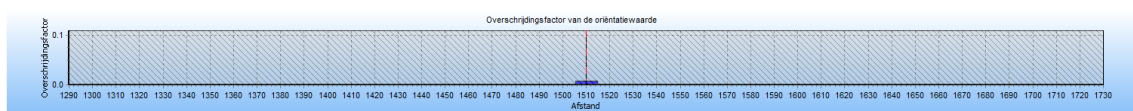
1E-4	
1E-5	
1E-6	
1E-7	
1E-8	

4 Groepsrisico screening

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

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

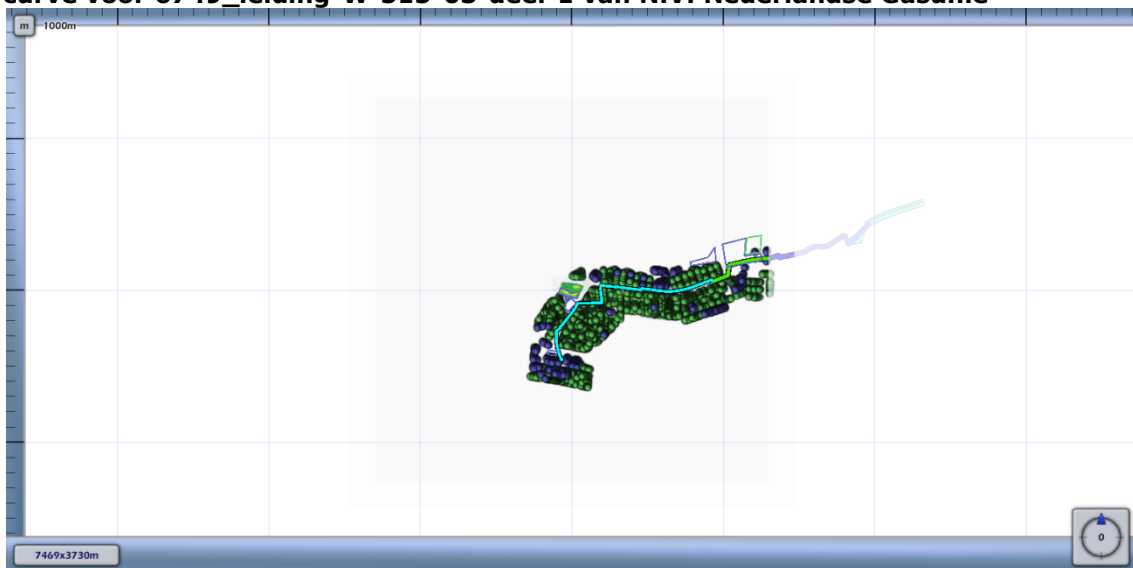
4.1 Figuur 4.1 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



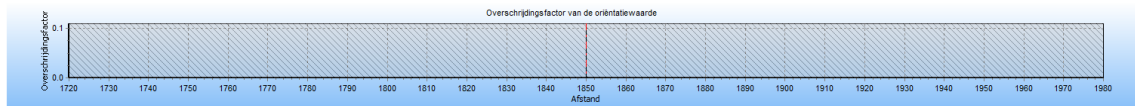
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 10 slachtoffers en een frequentie van $7.62E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan $7.616E-003$ en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1290.00 en stationing 1730.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.1

Figuur 4.1 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



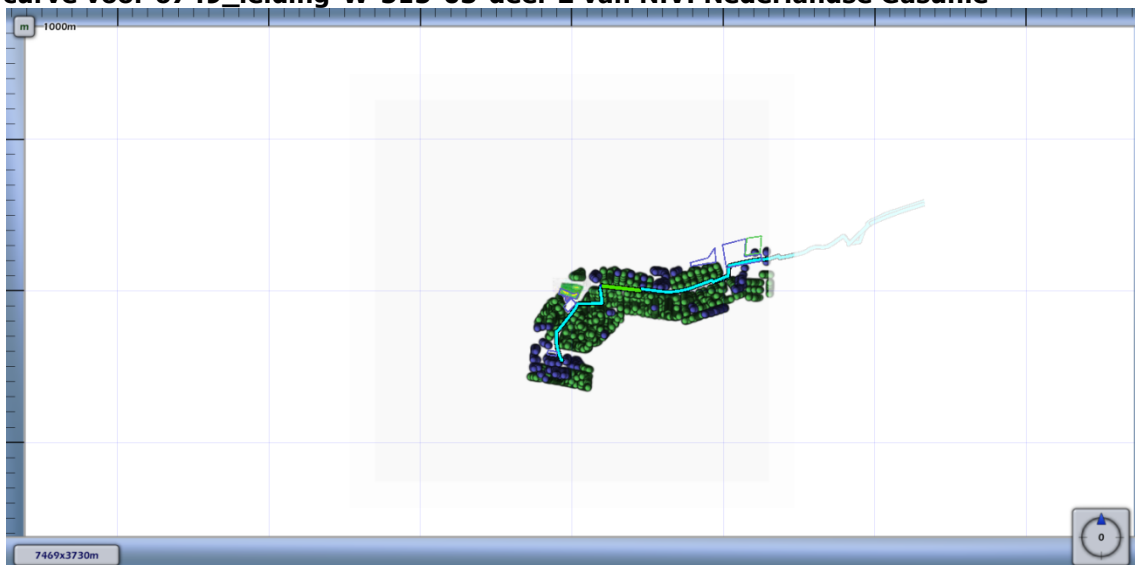
4.2 Figuur 4.2 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



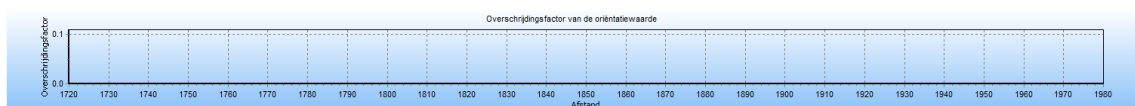
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 12 slachtoffers en een frequentie van 1.21E-007.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 1.747E-003 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1720.00 en stationing 1980.00. 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 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie



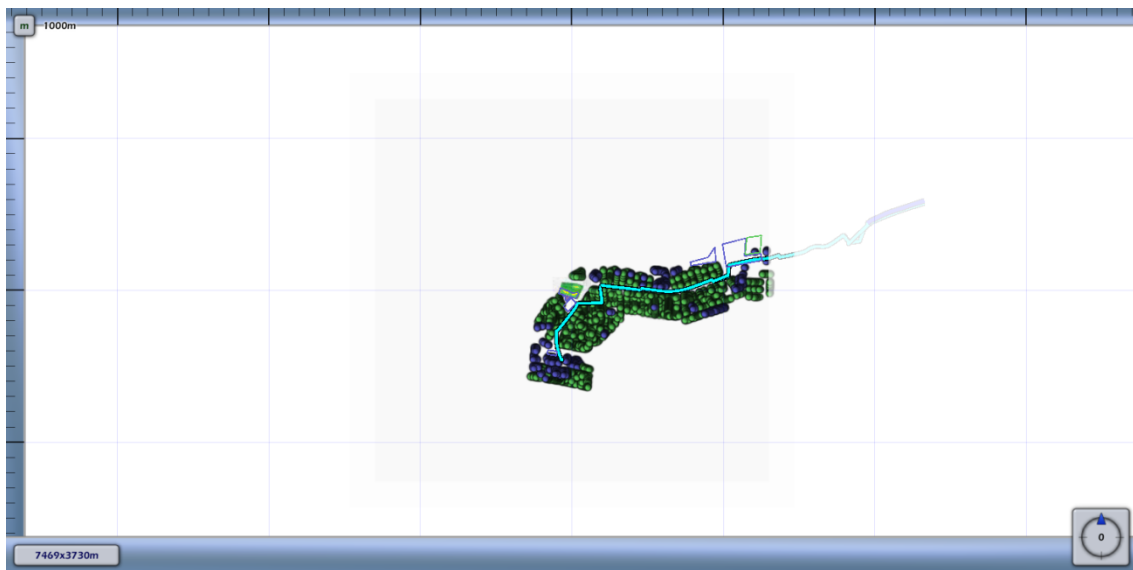
4.3 Figuur 4.3 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



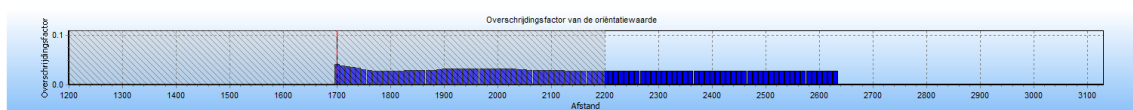
De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.3

Figuur 4.3 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie



4.4 Figuur 4.4 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 33 slachtoffers en een frequentie van $3.78E-007$.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.041 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 1200.00 en stationing 2200.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.4

Figuur 4.4 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



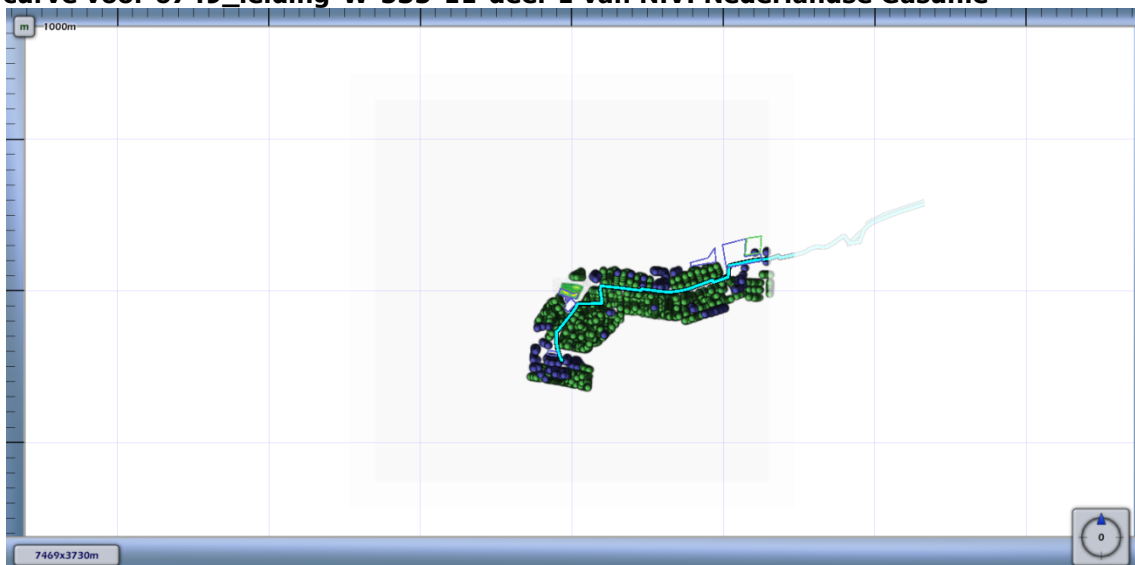
4.5 Figuur 4.5 Groepsrisico screening voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



De maximale overschrijdingsfactor van deze kilometer leiding wordt gevonden bij 0 slachtoffers en een frequentie van 0.00E+000.

De maximale overschrijdingsfactor voor dit tracé is gelijk aan 0.000E+000 en correspondeert met die kilometer leiding die gekarakteriseerd wordt door stationing 0.00 en stationing 0.00. Voor deze kilometer leiding is de FN-curve opgenomen in het volgende hoofdstuk. De betreffende kilometer leiding is gevisualiseerd in figuur 4.5

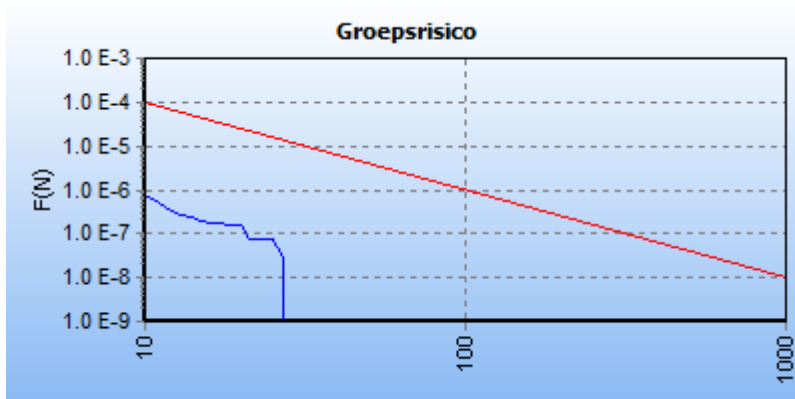
Figuur 4.5 Kilometer leiding behorende bij de maximale overschrijding van de FN-curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie



5 FN curves

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

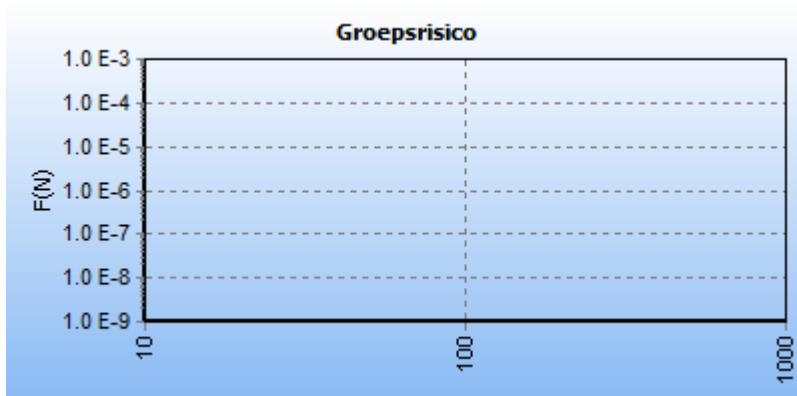
5.1 Figuur 5.1 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1290.00 en stationing 1730.00



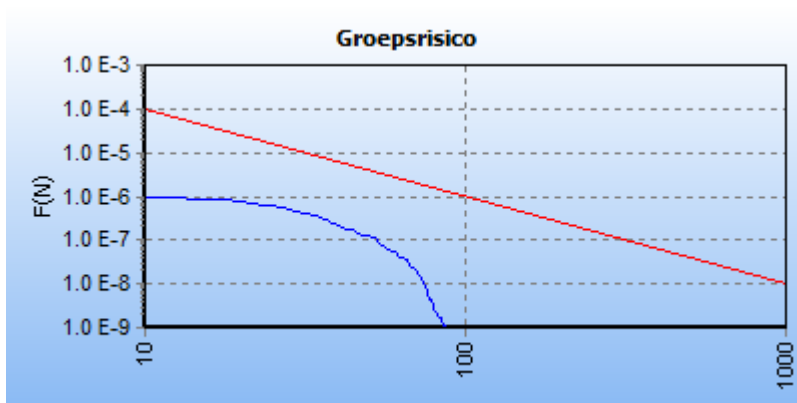
5.2 Figuur 5.2 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-2 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1720.00 en stationing 1980.00



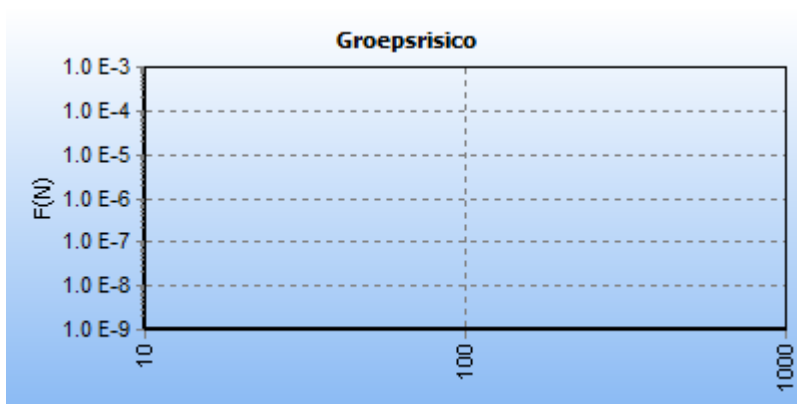
5.3 Figuur 5.3 FN curve voor 6749_leiding-W-515-03-deel-3 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



5.4 Figuur 5.4 FN curve voor 6749_leiding-W-515-05-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 1200.00 en stationing 2200.00



5.5 Figuur 5.5 FN curve voor 6749_leiding-W-535-11-deel-1 van N.V. Nederlandse Gasunie voor de kilometer tussen stationing 0.00 en stationing 0.00



6 Conclusies

7 Referenties

- [1] Handleiding Risicoberekeningen Bevb. Versie 1.0. 20 december 2010.
- [2] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Brief 390/06 CEV Lah/pbz-1191. 6 november 2006.
- [3] Risicomethodiek aardgastransportleidingen. Ministerie van VROM. Brief 2006.334302. 7 december 2006.
- [4] Laheij GMH, Vliet AAC van, Kooi ES. Achtergronden bij de vervanging van zoneringafstanden hogedruk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. RIVM-rapport 620121001/2008. 2008.
- [5] M. Gielisse, M.T. Dröge, G.R. Kuik. Risicoanalyse aardgastransportleidingen. N.V. Nederlandse Gasunie. DEI 2008.R.0939. 2008.