

Externe veiligheid waterstofleiding gemeente Zwijndrecht

Project : 111935
Datum : 27 april 2011
Auteur : ir. G.A.M. Golbach
ing. A.M. op den Dries

Opdrachtgever:
Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid
Postbus 550
3300 AN Dordrecht



Adviesgroep AVIV BV
Langestraat 11
7511 HA Enschede

Externe veiligheid waterstofleiding gemeente Zwijndrecht

Project : 111935
Datum : 27 april 2011
Auteur : ir. G.A.M. Golbach
ing. A.M. op den Dries

Opdrachtgever:
Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid
t.a.v. M. Jongerius
Postbus 550
3300 AN Dordrecht

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Gegevens risicoberekening	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Ongevalscenario's waterstofleiding.....	4
2.3. Parameters	6
2.4. Aanwezigen rond de inrichting	6
3. Plaatsgebonden risico	7
4. Groepsrisico	10
5. Effectafstand	12
6. Conclusie	13
Referenties	14

1. Inleiding

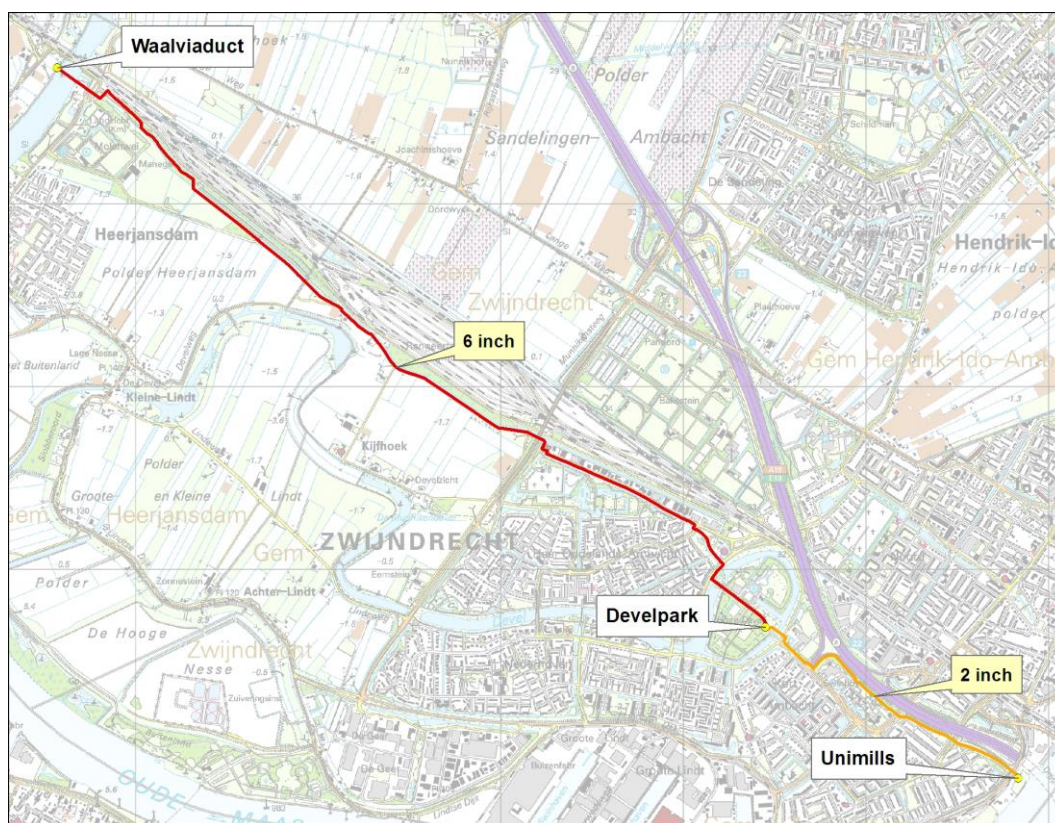
Door de gemeente Zwijndrecht loopt een waterstofleiding tot aan de inrichting Unimills aan de Lindsedijk. De waterstofleiding komt bij het Waalviaduct de gemeente binnen en loopt dus dwars door de gemeente. De gemeente wil voor een drietal bestemmingsplannen weten welk extern veiligheidsrisico deze leiding veroorzaakt. Deze risicoanalyse is opgesteld om het invloedsgebied, de grootte van het groepsrisico en de positie van de plaatsgebonden risicocontouren vast te stellen.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 toont het plaatsgebonden risico. In hoofdstuk 4 wordt inzicht gegeven in het groepsrisico veroorzaakt door de leiding. Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de effectafstand van de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie.

2. Gegevens risicoberekening

2.1. Inleiding

De ondergrondse waterstofleiding, gelegen binnen de gemeente, bestaat uit twee delen met verschillende diameters die aan elkaar zijn gekoppeld met daartussen een doorstroombegrenzer. Het eerste deel van de leiding, vanaf het Waalviaduct tot aan het Develpark, is 6 inch dik en 5.3 km lang. Het tweede deel van de leiding, vanaf het Develpark tot aan de inrichting Unimills, is 2 inch dik en 1.7 km lang. Het deel van de 6 inch leiding dat buiten Zwijndrecht ligt, en aangesloten is op het eerste deel van de leiding in Zwijndrecht, is 18.1 km lang. De maximale werkdruk in de leiding is 41 barg. De doorstroom is maximaal 0.25 kg/s. Figuur 1 toont de leiding en de omgeving.



Figuur 1. Waterstofleiding in de gemeente Zwijndrecht

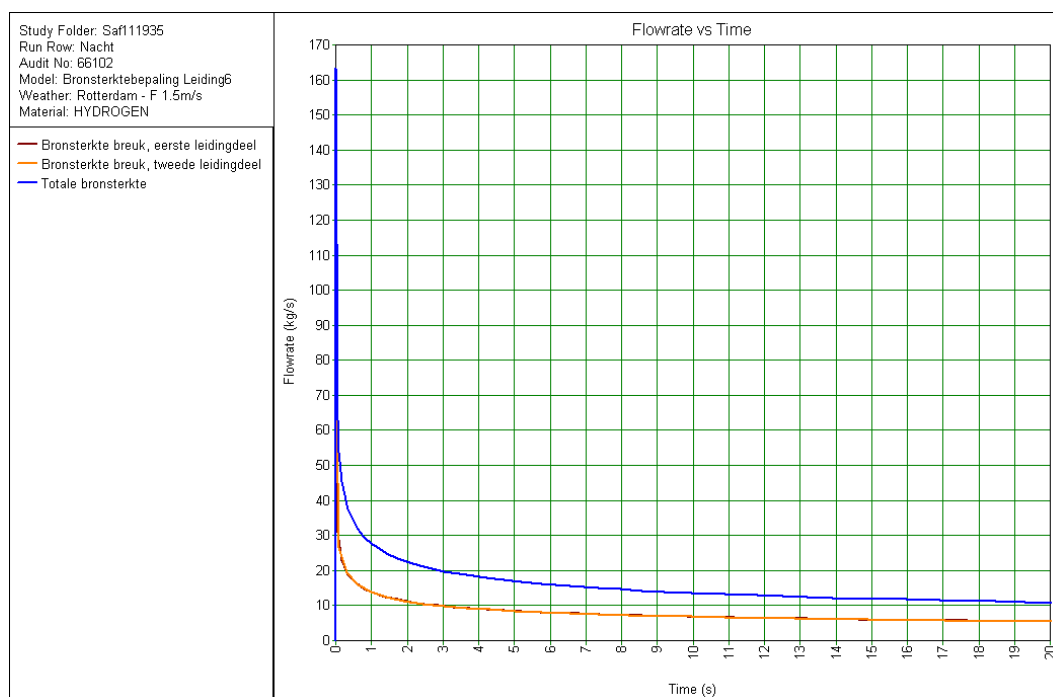
Sinds de invoering van het besluit externe veiligheid buisleidingen [1] is het toegestaan risicoberekeningen te doen aan buisleidingen met gevaarlijke stoffen. Voor hogedruk aardgasleidingen is het programma Carola ontwikkeld waarmee deze risicoberekeningen kunnen worden uitgevoerd. Ook is er een rekenmethodiek voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen [2]. Voor overige leidingen is er een concept rekenmethodiek, waarbij de risicoberekeningen worden uitgevoerd met Safeti-NL [3]. De berekening van de

risico's wordt uitgevoerd volgens de voorschriften opgenomen in deze concept rekenmethodiek.

2.2. Ongevalscenario's waterstofleiding

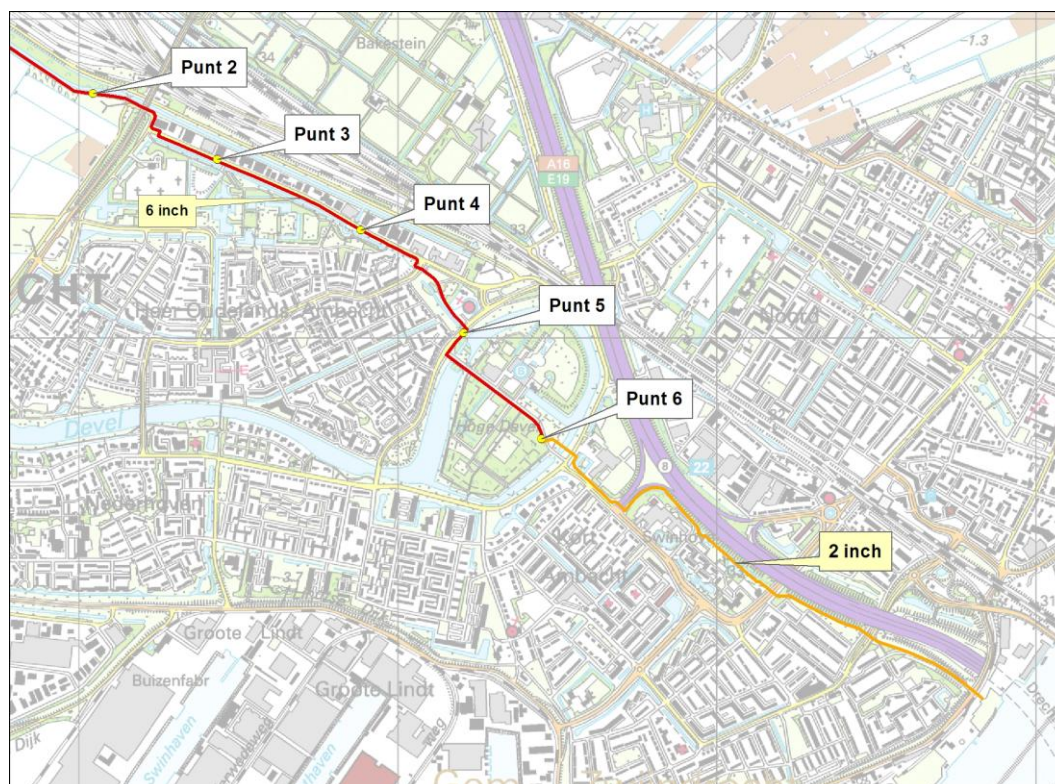
Voor de frequentie op breuk van deze ondergrondse leiding wordt generiek $3.7 \cdot 10^{-5}$ /km-jr voorgeschreven. Voor de frequentie op een lek wordt $1.1 \cdot 10^{-4}$ /km-jr voorgeschreven [3].

De hoogte van de bronsterkte van de breuk wordt bepaald door de afstand van de breuk tot het begin (en eind) van de leiding. In de eerste seconden is de bronsterkte het hoogst, hierna neemt deze af. Voor het modelleren van de leiding wordt de gemiddelde bronsterkte genomen over 20 seconden. Figuur 2 toont de bronsterkte van een breuk in het midden van een 6 inch leiding, 18 km lang, uitgezet tegen de eerste 20 seconden.



Figuur 2. Bronsterkte uitgezet tegen de tijd, 6 inch leiding met breuk in het midden

Bij een breuk in het midden van de leiding is de bronsterkte het hoogst. Bij een breuk dicht bij het einde van de leiding zal alleen het grootste leidingdeel significant bijdragen aan de bronsterkte. Om deze reden is de bronsterkte voor verschillende punten voor de leiding bepaald. De punten zijn weergegeven in figuur 3. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL op basis van de gehele lengte met het model Long Pipeline. De doorstroom is maximaal 0.25 kg/s.



Figuur 3. Waterstofleiding met de punten waar de bronsterkte is berekend

Tabel 1 toont de bronsterktes voor de verschillende punten. De punten 2 t/m 6 liggen elk 500 meter van elkaar. De bronsterktes voor de punten 2 t/m 5 zijn gebruikt voor het leidingdeel 500 m na deze punten. De doorstroombegrenzer tussen het 6 inch leidingdeel en het 2 inch leidingdeel, bij punt 6, staat ingesteld op 0.187 kg/s. De kans dat deze doorstroombegrenzer faalt is 0.06.

Voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico is het falen van de waterstofleiding (breuk) gedefinieerd als een user defined source, conform het concept rekenvoorschrift. Hierdoor is het mogelijk luchtinmenging toe te voegen die ontstaat door de krater. Voor de 6 inch leiding wordt uitgegaan van 410 kg/s lucht en een uitstroomsnelheid van 42 m/s. Voor de 2 inch leiding wordt uitgegaan van 87 kg/s lucht en een uitstroomsnelheid van 16 m/s. Voor de ruimte tussen de ongevallocaties wordt 10 m aangehouden.

Het lek wordt gemodelleerd met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van de leiding.

Scenario			Frequentie [1/km-jr]	Bron sterkte	Toelichting
L.1	Leidingbreuk 6 inch	Punt 1	$3.7 \cdot 10^{-5}$	13.6 kg/s	Bronsterkte 6 inch leiding met 0.25 kg/s doorstroom. Punt 1 is bij het Waalviaduct.
		Punt 2		12.9 kg/s	
		Punt 3		11.8 kg/s	
		Punt 4		10.3 kg/s	
		Punt 5		8.7 kg/s	
L.2	Leidingbreuk 2 inch, doorstroombe-grenzer faalt niet	Punt 6	$3.5 \cdot 10^{-5}$	0.6 kg/s	Bronsterkte 2 inch leiding met 0.187 kg/s doorstroom.
L.3	Leidingbreuk 2 inch, doorstroombe-grenzer faalt	Punt 6	$2.2 \cdot 10^{-6}$	6.2 kg/s	Gemodelleerd als 6 inch leiding, met gelijk volume en 2 inch gat, met 0.25 kg/s doorstroom.
L.3	Lek 6 inch, 10% van nominale diameter		$1.1 \cdot 10^{-4}$	0.42 kg/s	Lek, 0.6 inch groot
L.3	Lek 2 inch, 10% van nominale diameter		$1.1 \cdot 10^{-4}$	0.05 kg/s	Lek, 0.2 inch groot

Tabel 1. Bronsterkte waterstofleiding

2.3. Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 6.54 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Rotterdam worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Een ruwheidslengte van 0.3 m is gehanteerd. Verder is aangenomen dat de directe ontstekingskans gelijk is aan 1.0.

In Safeti-NL is het maximaal aantal cellen, dat gebruikt wordt voor het berekenen van de ligging van de plaatsgebonden risicocontouren, ingesteld op 80000 in plaats van de gebruikelijke 40000. Hierdoor wordt de ligging van de plaatsgebonden risicocontouren vloeiender weergegeven.

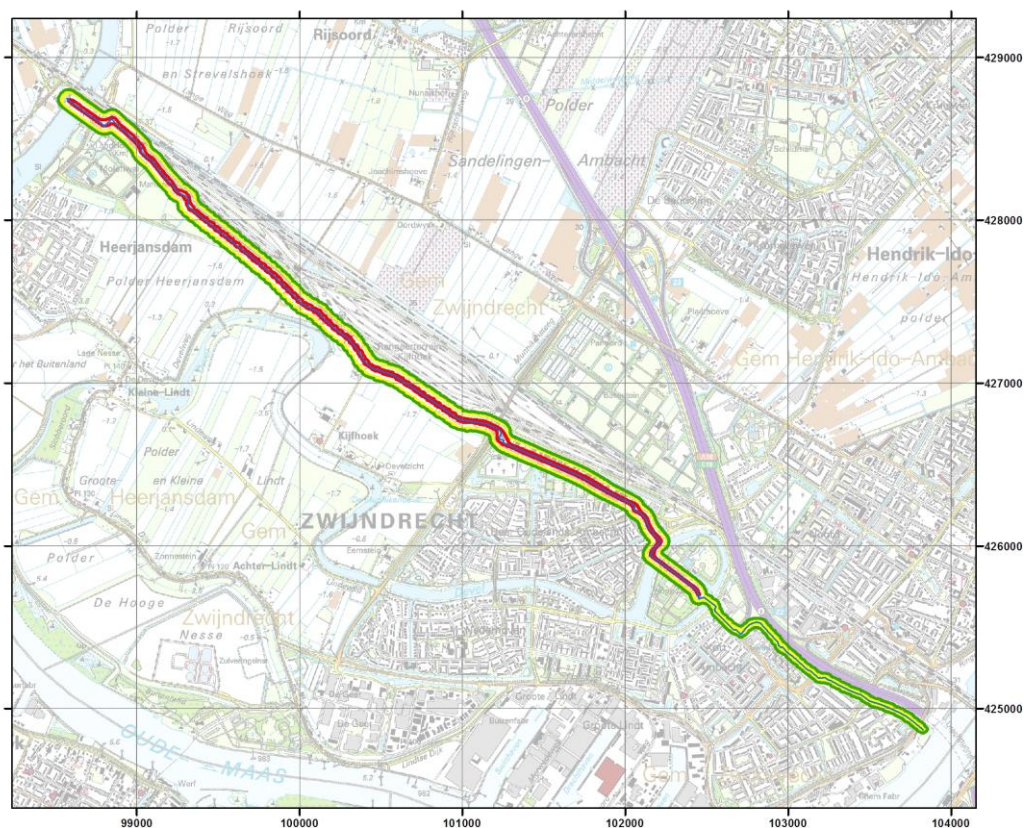
Tijdens de berekeningen bleek dat de grootte en vorm van de contour voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr afhangt van de beschouwde lengte van de 6" leiding. Verondersteld wordt dat dit wordt veroorzaakt door interpolatieproblemen. De gerapporteerde contour in hoofdstuk 3 van dit rapport is gebaseerd op een berekening voor afzonderlijke leidingsecties van circa 1000 m, waarna de resultaten in ArcGis zijn samengevoegd.

2.4. Aanwezigheid rond de inrichting

Voor de berekening van het groepsrisico is de bebouwing rond de inrichting gemodelleerd met de Populator voor een gebied tot 100 meter langs de leiding [4]. Dit is groter dan de grootst mogelijke afstand tot 1% letaliteit (zie hoofdstuk 3). De gegevens zijn opgenomen in Safeti-NL en kunnen door de grote omvang van het beschouwde gebied niet worden afgedrukt.

3. Plaatsgebonden risico

Figuur 4 toont het plaatsgebonden risico. De contour voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt maximaal circa 25 m van de 6 inch leiding en ligt over meerdere, voor zover onze informatie strekt, beperkt kwetsbare objecten. De 2 inch leiding leidt niet tot een plaatsgebonden risico groter dan $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr.



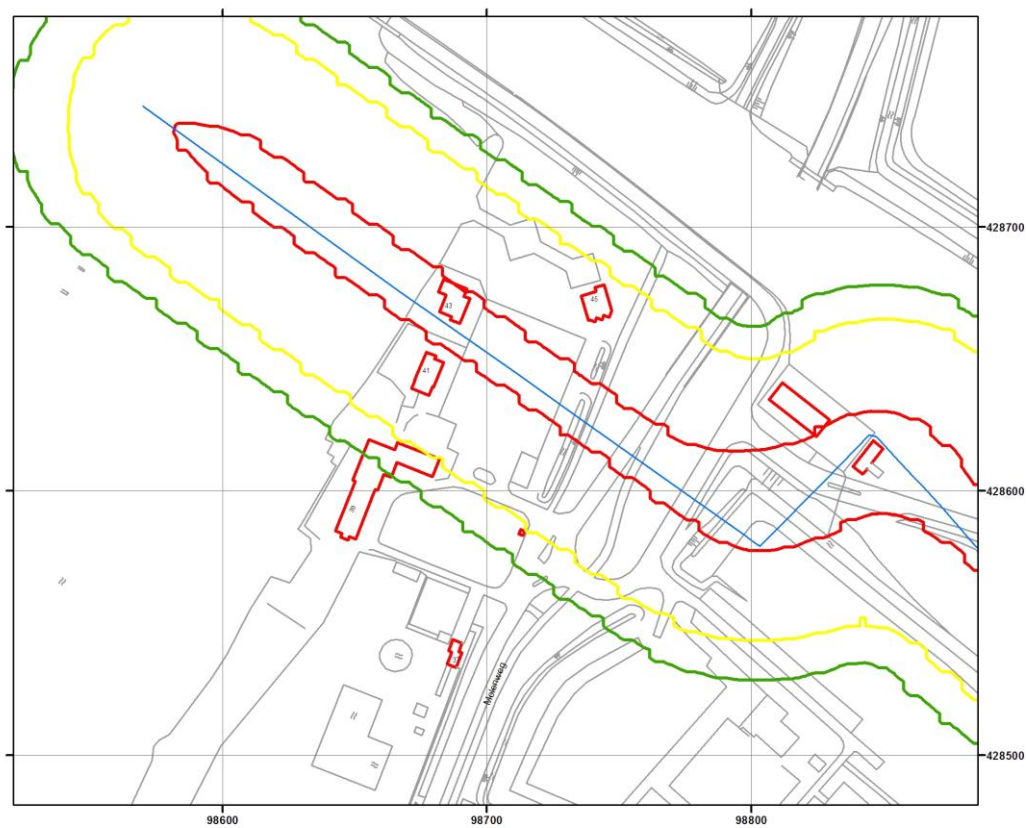
Figuur 4. Plaatsgebonden risicocontouren

—	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
—	$1.0 \cdot 10^{-8}$ /jr

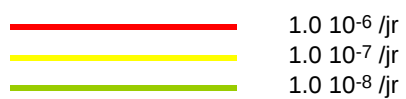
De plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-6}$ veroorzaakt door het transport van waterstof door de 6 inch leiding ligt over meerdere gebouwen. Het gaat hier om een aantal, voor zover onze informatie strekt, bedrijven gelegen aan de Molenvliet en om de Molenweg 43. Het gaat om de volgende panden aan de Molenvliet:

- Nr. 95
- Nr. 99
- Nr. 103
- Nr. 107

Figuur 5 toont de plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-6}$ bij Molenweg 43.



Figuur 5. Plaatsgebonden risicocontouren bij Molenweg 43



Figuur 6 toont de plaatsgebonden risicocontour $1.0 \cdot 10^{-6}$ bij de Molenvliet.

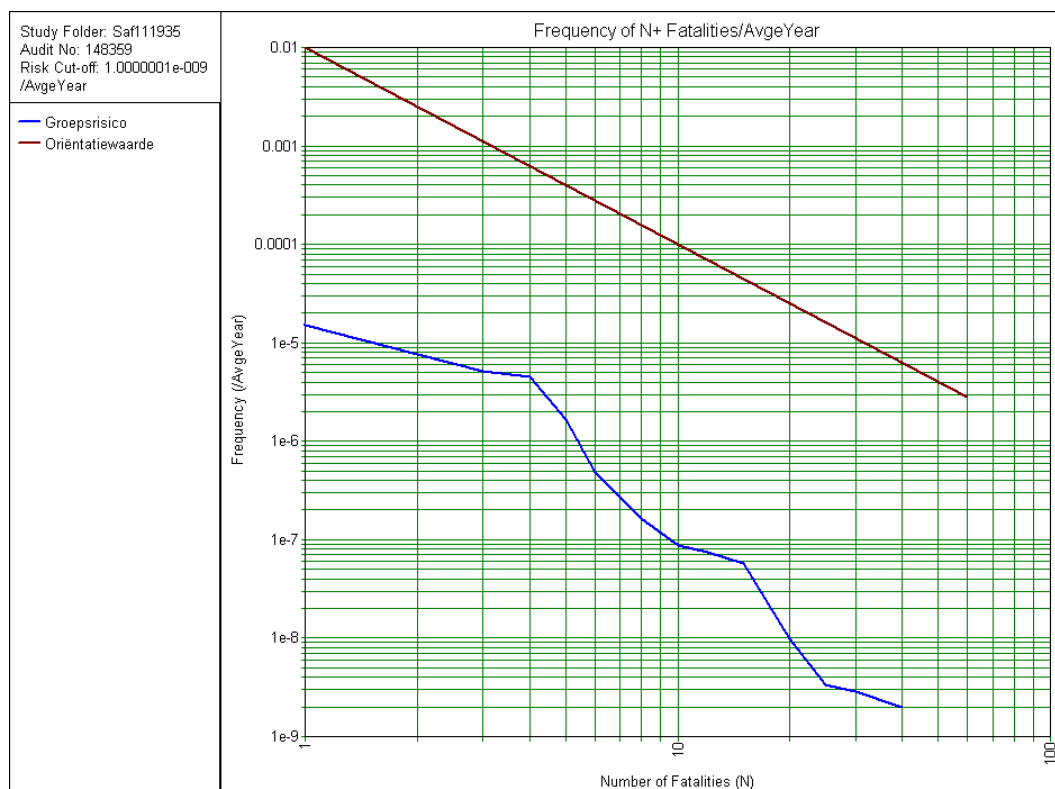


Figuur 6. Plaatsgebonden risicocontouren bij Molenvliet

—	$1.0 \cdot 10^{-6} / \text{jr}$
—	$1.0 \cdot 10^{-7} / \text{jr}$
—	$1.0 \cdot 10^{-8} / \text{jr}$

4. Groepsrisico

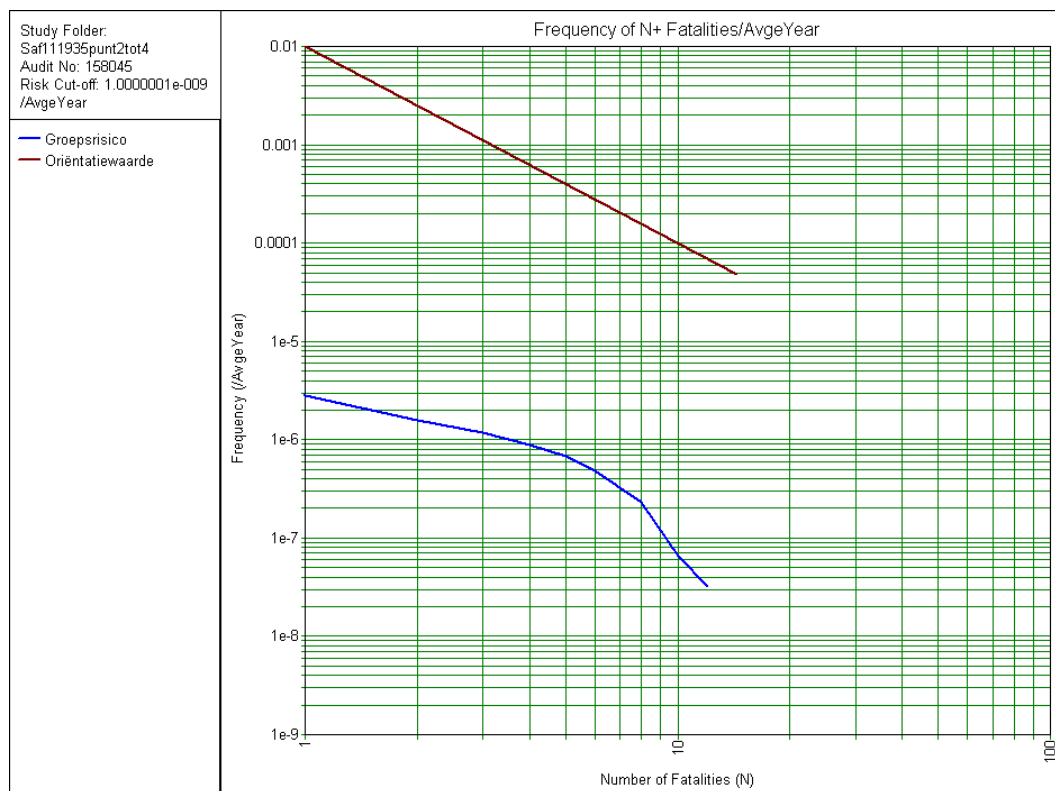
Figuur 7 toont het groepsrisico voor het gehele leidingtracé binnen de gemeente Zwijndrecht. Het groepsrisico is circa een factor 770 kleiner dan de oriëntatiewaarde, bij 15 slachtoffers. Het maximum aantal slachtoffers is circa 40.



Figuur 7. Groepsrisico gehele leiding

Het groepsrisico voor leidingen is gedefinieerd als groepsrisico per kilometer leidingtracé. Omdat Safeti-NL niet automatisch de hoogste kilometer van het buisleidingtracé kan vinden zijn er verschillende berekeningen uitgevoerd om te bepalen bij welke kilometer leiding het groepsrisico ongeveer het hoogste is. De verwachting is dat het hoogste groepsrisico per kilometer wordt veroorzaakt door het 6 inch leidingdeel daar waar deze binnen de bebouwde kom ligt. Tussen de punten 2 en 6 uit figuur 3 is het groepsrisico meerdere keren berekend per kilometer. Figuur 8 toont hiervan het groepsrisico van de kilometer waar deze het hoogste is. Deze kilometer ligt tussen de punten 2 en 4. Dit is dus een benadering van het hoogste groepsrisico per kilometer van dit leidingtracé.

Het groepsrisico is circa een factor 1400 kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 12.



Figuur 8. Groepsrisico hoogste kilometer

5. Effectafstand

De effectafstanden tot 1% letaliteit van de ongevalsscenario voor het plaatsgebonden risico en het groepsrisico worden getoond in tabel 2. Voor de frequentie en de bronsterkte van de scenario's wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

Scenario	Afstand D-9 [m]	Afstand D-5 [m]	Afstand F-1.5 [m]
Breuk 6 inch leiding buiten bebouwde kom	66	63	38
Breuk 6 inch leiding tussen punt 2 en 3	64	62	37
Breuk 6 inch leiding tussen punt 3 en 4	62	59	35
Breuk 6 inch leiding tussen punt 4 en 5	58	56	32
Breuk 6 inch leiding tussen punt 5 en 6	54	52	29
Breuk 2 inch leiding, doorstroombegrenzer sluit	18	17	9
Breuk 2 inch leiding, doorstroombegrenzer sluit niet	49	47	30
Lek 6 inch leiding	8	5	-
Lek 2 inch leiding	3	-	-

Tabel 2. Afstand tot 1% letaliteit van de maatgevende ongevalsscenario's

6. Conclusie

Een kwantitatieve risicoanalyse is opgesteld voor de waterstofleiding van Air Products voor het leidingdeel binnen de gemeente Zwijndrecht.

De plaatsgebonden risicocontour voor de grenswaarde van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt voor de 6 inch leiding over meerdere, voor zover onze informatie strekt, beperkt kwetsbare objecten. Het gaat hier om een aantal objecten aan de Molenvliet en om de Molenweg 43. Het gaat om de volgende panden aan de Molenvliet:

- Nr. 95
- Nr. 99
- Nr. 103
- Nr. 107

Het groepsrisico van de, bij benadering, kilometer met het hoogste groepsrisico is circa een factor 1400 kleiner dan de oriëntatiewaarde. Het maximum aantal slachtoffers is circa 12.

1.	VROM	2010	Besluit externe veiligheid buisleidingen Staatsblad 2010, 686
2.	RIVM	2006	Risicoanalyse voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen. (Rapport nr. 620120001/2006)
3.	RIVM	2010	Handleiding Risicoberekeningen BevB, Module Overige leidingen (versie 0.13 gedateerd 27 januari 2011)
4.	VROM	2010	http://www.populatiebestandgr.vrom.nl