

QRA HyTransPort

Het nieuwe waterstofleidingentracé door de Rotterdamse haven

Hynetwork Services B.V. en Havenbedrijf Rotterdam N.V.

6 april 2023

Contactpersoon

HERMAN ROUWENHORST
Consultant Safety

T +31 (0)88 4261261
M +31 (0)6 46132573
E Herman.Rouwenhorst@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Plaatsgebonden risico	5
Groepsrisico	5
1 Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel	6
1.3 Opbouw	6
2 Uitgangspunten	7
2.1 Leidingen	7
2.1.1 Faalfrequenties ondergrondse delen leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03	12
2.1.2 Faalfrequentie bovengronds deel leiding X-860	15
2.2 Windturbines	17
2.3 Bevolkingsgegevens	18
3 Resultaten	19
3.1 Plaatsgebonden risico	19
3.2 Groepsrisico	19
4 Conclusies	22
4.1 Conclusies plaatsgebonden risico	22
4.2 Conclusies groepsrisico	22
Referenties	23
Bijlagen	24
Bijlage A: Locaties van windturbines	24
Bijlage B: PR-contouren van leidingen	28
Bijlage C: Aandachtsgebieden	31
Bijlage C.1: Brandaandachtsgebied	32
Bijlage C.2: Explosieaandachtsgebied	34

Bijlage C.3: Gifvolkaandachtsgebied	35
Bijlage D: Ligging van leiding X-860-01	35
Bijlage E: Ligging van leiding X-860-02	36
Bijlage F: Ligging van leiding X-860-03	37

Colofon	39
----------------	-----------

Samenvatting

Hynetwork Services B.V. en Havenbedrijf Rotterdam N.V. is voornemens een nieuw waterstofleidingentracé door de Rotterdamse haven aan te leggen. Het nieuwe waterstofleidingentracé (HyTransPort) bestaat uit:

- een doorgaande transportleiding (leiding X-860);
- drie aftakleidingen (leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03).

Voor HyTransPort is een QRA uitgevoerd.

De QRA is uitgevoerd conform Module D van de Handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen [2] met versie 8.3 van SAFETI-NL. Echter, conform de brief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan N.V. Nederlandse Gasunie van 8 maart 2023 over het berekenen van de risico's van het transport van waterstof door (aardgas)leidingen [6] en het advies van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu van 25 november 2021 over de te gebruiken rekenmethode [7] is op de volgende punten afgeweken van Module D van [2]:

- Voor de leidingen is conform Module B van [2] het scenario breuk gemodelleerd (en niet conform Module D van [2] zowel het scenario breuk als het scenario lek).
- Voor de leidingen is conform Module B van [2] uitgegaan van de ontwerpdruk van de leidingen van 66,2 bar (en niet conform Module D van [2] van de maximale werkdruk van de leidingen van 50,0 bar).

Bovendien heeft Hynetwork Services B.V. de basis faalfrequenties voor de leidingen aangeleverd. Hierbij is voor de basis faalfrequenties voor waterstofleidingen uitgegaan van de basis faalfrequenties voor aardgasleidingen conform [6] en [7]. De basis faalfrequenties voor de leidingen zijn conform Module B van [2] gecorrigeerd voor de diepteligging en de genomen maatregelen.

Voor de volgende risicoverhogende objecten (windturbines) is bepaald of deze meegenomen moeten worden in de QRA voor HyTransPort:

- drie Vestas windturbines ten noorden van de Slufter (3600 kW);
- een Enercon windturbine ten zuidwesten van het Welplaatviaduct aan het Hartelkanaal (3000 kW);
- een Enercon windturbine op het terrein van Den Hartogh (600 kW).

De additionele faalfrequenties als gevolg van de faalscenario's van de windturbines zijn verwaarloosbaar. Daarom zijn de windturbines niet meegenomen in de QRA voor HyTransPort.

Plaatsgebonden risico

De leidingen hebben geen PR 10^{-6} per jaar contour. De leidingen voldoen aan het Bevb [1]. Het PR op een afstand van 5 meter, gemeten vanuit het hart van de leidingen, is lager dan 10^{-6} per jaar.

Groepsrisico

De fN-curve voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg) overschrijdt de oriëntatiewaarde niet.

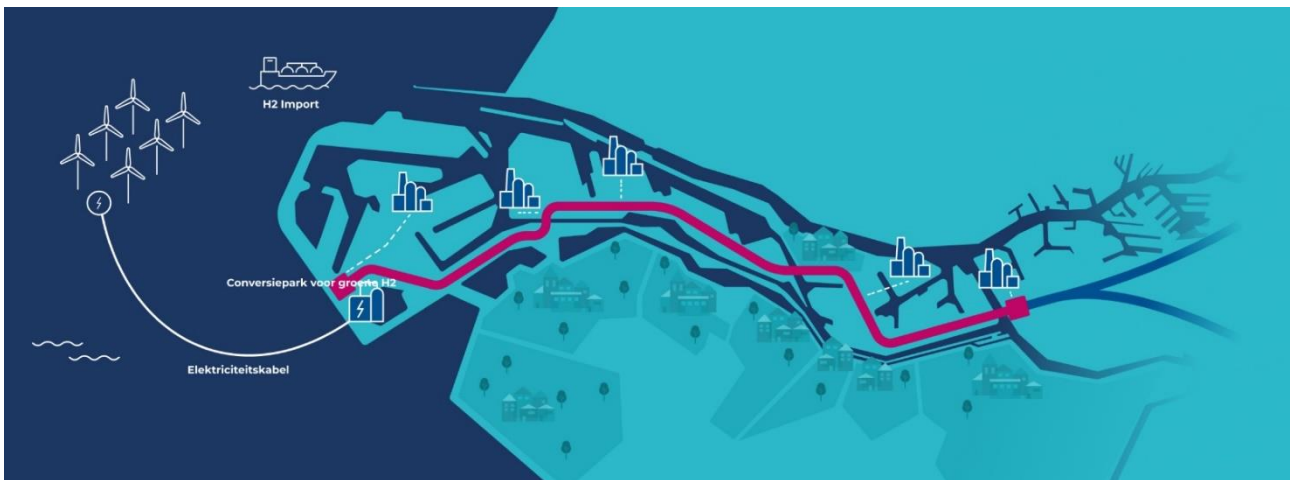
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Hynetwork Services B.V. en Havenbedrijf Rotterdam N.V. is voornemens een nieuw waterstofleidingentracé door de Rotterdamse haven aan te leggen. Het nieuwe waterstofleidingentracé (HyTransPort) is schematisch weergegeven in Figuur 1. HyTransPort bestaat uit:

- een doorgaande transportleiding (leiding X-860);
- drie aftakleidingen (leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03).

Voor HyTransPort is een QRA uitgevoerd.



Figuur 1: Schematische weergave van het nieuwe waterstofleidingentracé (HyTransPort).

1.2 Doel

Het doel van de QRA voor HyTransPort is:

Het berekenen van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van HyTransPort.

De uitgangspunten voor de QRA voor HyTransPort en de resultaten van de QRA voor HyTransport zijn in dit rapport gepresenteerd.

1.3 Opbouw

In Hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten voor de QRA voor HyTransPort beschreven. De resultaten van de QRA voor HyTransPort zijn toegelicht in Hoofdstuk 3. In Hoofdstuk 4 volgen de conclusies.

2 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten voor de risicoberekeningen gepresenteerd. De risicoberekeningen zijn op 26 januari 2023 uitgevoerd. Voor de risicoberekeningen is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van het weerstation Hoek van Holland.

De QRA is uitgevoerd conform Module D van de Handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen [2] met versie 8.3 van SAFETI-NL. Echter, conform de brief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan N.V. Nederlandse Gasunie van 8 maart 2023 over het berekenen van de risico's van het transport van waterstof door (aardgas)leidingen [6] en het advies van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu van 25 november 2021 over de te gebruiken rekenmethode [7] is op de volgende punten afgeweken van Module D van [2]:

- Voor de leidingen is conform Module B van [2] het scenario breuk gemodelleerd (en niet conform Module D van [2] zowel het scenario breuk als het scenario lek).
- Voor de leidingen is conform Module B van [2] uitgegaan van de ontwerpdruk van de leidingen van 66,2 bar (en niet conform Module D van [2] van de maximale werkdruk van de leidingen van 50,0 bar).

Bovendien heeft Hynetwork Services B.V. de basis faalfrequenties voor de leidingen aangeleverd. Hierbij is voor de basis faalfrequenties voor waterstofleidingen uitgegaan van de basis faalfrequenties voor aardgasleidingen conform [6] en [7]. De basis faalfrequenties voor de leidingen zijn conform Module B van [2] gecorrigeerd voor de diepteligging en de genomen maatregelen.

Voor de volgende risicoverhogende objecten (windturbines) moet worden bepaald of deze meegenomen moeten worden in de QRA voor HyTransPort:

- drie Vestas windturbines ten noorden van de Slufter (3600 kW);
- een Enercon windturbine ten zuidwesten van het Welplaatviaduct aan het Hartelkanaal (3050 kW);
- een Enercon windturbine op het terrein van Den Hartogh (600 kW).

In paragraaf 2.1 is beschreven hoe de leidingen zijn gemodelleerd. Of (en zo ja, hoe) de windturbines moeten worden meegenomen in de QRA voor HyTransPort, is toegelicht in Paragraaf 2.2. Hoe de bevolkingsgegevens zijn geïnventariseerd, is beschreven in Paragraaf 2.3.

2.1 Leidingen

De ligging van leiding X-860 is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: De ligging van leiding X-860.

In Bijlage D is de ligging van leiding X-860-01 weergegeven. De ligging van leiding X-860-02 is weergegeven in Bijlage E. In Bijlage F is de ligging van leiding X-860-03 weergegeven.

De ligging van de leidingen is gemodelleerd met behulp van de Rijksdriehoekskoördinaten die op 24 januari 2023 door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd:

- Leidingtracé HyTransPort 23-01-2023.txt.

Leiding X-860 is een 24 inch (= 609,6 millimeter) waterstofleiding. Leiding X-860 heeft een lengte van 31995 meter. Leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03 zijn 16 inch (= 406,4 millimeter) waterstofleidingen. Leiding X-860-01 heeft een lengte van 54 meter. Leiding X-860-02 heeft een lengte van 155 meter. Leiding X-860-03 heeft een lengte van 99 meter. De ontwerpdruk van de leidingen is 66,2 bar en de maximale werkdruk van de leidingen is 50,0 bar. De leidingen liggen ondergronds (de diepteligging is 1,00 meter) met uitzondering van het deel van leiding X-860 op het Welplaatviaduct. Het deel van leiding X-860 op het Welplaatviaduct ligt bovengronds (met een diepteligging van 0,00 meter).

Conform Module D van [2] zijn de leidingen gemodelleerd in versie 8.3 van SAFETI-NL met behulp van de volgende modellen:

- long pipeline
 - auto-generated sections;
 - section breach.

Naar aanleiding van [6] en [7] is het section breach model gemodelleerd voor het scenario breuk conform Module B van [2] (en niet voor zowel het scenario breuk als het scenario lek conform Module D van [2]). Conform [6], [7] en Module D van [2] is voor het scenario breuk uitgegaan van een ontstekingskans van 1.

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor de ondergrondse delen van leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03 zijn weergegeven in Tabel 1. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk zijn weergegeven in Tabel 2. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor het bovengrondse deel van leiding X-860 zijn weergegeven in Tabel 3. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach

model voor het scenario breuk zijn weergegeven in Tabel 2. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequenties voor de leidingen aangeleverd. De basis faalfrequenties voor de leidingen zijn afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor heel het nieuwe waterstofleidingentracé is uitgegaan van leidingklasse 80CS23.¹

De basis faalfrequenties voor de leidingen zijn conform Module B van [2] gecorrigeerd voor de diepteligging² en de genomen maatregelen³. Voor de ondergrondse delen van leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03 is dit toegelicht in Subparagraaf 2.1.1. Voor het bovengrondse deel van leiding X-860 is dit toegelicht in Subparagraaf 2.1.2.

¹ Voor een deel van HyTransPort wordt de lichtere leidingklasse 80CS23 toegepast en voor een deel van HyTransPort wordt de zwaardere leidingklasse 80CS24 toegepast. Voor heel het nieuwe waterstofleidingentracé is uitgegaan van leidingklasse 80CS23. Dit is een conservatief uitgangspunt.

² De referentiediepteligging in Module B van [2] is niet gelijk aan de referentiediepteligging in Module D van [2]. In Module B van [2] is de referentiediepteligging 1,31 m. In Module D van [2] is de referentiediepteligging 0,84 m. Conform [6] en [7] moeten de basis faalfrequenties van de leidingen conform Module B van [2] worden gecorrigeerd voor de diepteligging. Hierbij moet worden uitgegaan van een referentiediepteligging van 1,31 m.

³ Het gaat om maatregelen die ingrijpen op de voornaamste faaloorzaak van de leidingen, namelijk beschadiging door derden.

Tabel 1: De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor de ondergrondse delen van leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03.

Material	Pressure gauge [bar]	Temperature [°C]	Pipe internal diameter [mm]	Elevation [m]	Outdoor release direction	Pumped inflow [kg/s]	Pipeline surrounding	Depth of soil cover [m]	Soil cover type
Hydrogen	66,2	9,80 (conform Module D van [2])	Ondergrondse delen van leiding X-860: 609,6 Leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03: 406,4	0,01 (conform Module D van [2])	Vertical (conform Module D van [2])	0 (aannname)	Buried (conform Module D van [2])	1,00	Sandy (aannname)

Tabel 2: De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van de ondergrondse delen van leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module D van [2])	1 (conform Module D van [2])	1	0 (aannname)

Tabel 3: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor het bovengrondse deel van leiding X-860.

Material	Pressure gauge [bar]	Temperature [°C]	Pipe internal diameter [mm]	Elevation [m]	Outdoor release direction	Pumped inflow [kg/s]	Pipeline surrounding	Depth of soil cover [m]	Soil cover type
Hydrogen	66,2	9,80 (conform Module D van [2])	609,6	1,00 (conform Module D van [2])	Horizontal (conform Module D van [2])	0 (aannname)	Above ground (conform Module D van [2])	-	-

Tabel 4: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van het bovengrondse deel van leiding X-860.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module D van [2])	1 (conform Module D van [2])	1	0 (aannname)

2.1.1 Faalfrequenties ondergrondse delen leiding X-860, leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03

De basis faalfrequenties voor de ondergrondse delen van leiding X-860, leiding X-860-01, leiding 860-02 en leiding X-860-03 zijn conform Module B van [2] gecorrigeerd voor de diepteligging en de genomen maatregelen. De correctie van de basis faalfrequentie voor de ondergrondse delen van leiding X-860 is weergegeven in Tabel 5. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding X-860-01, leiding 860-02 en leiding X-860-03 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is ook weergegeven in Tabel 5.

De totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor de ondergrondse delen van leiding X-860 is $1,18 \times 10^{-6}$ / kilometer / jaar. De totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor leiding X-860-01, leiding 860-02 en leiding X-860-03 is $9,87 \times 10^{-6}$ / kilometer / jaar.

Tabel 5: De correctie van de basis faalfrequentie voor de ondergrondse delen van leiding X-860 en de correctie van de basis faalfrequentie van leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03.

Leidingklasse	80CS23	
Diameter	DN400 / 16" / 406,4 mm	DN600 / 24" / 609,6 mm
Wanddikte	7,4 mm	11,1 mm
Druk ⁴	66,2 bar	
Rekgrens	415 N / mm ²	
Charpy energie	40 J	
Basis faalfrequentie	5,63 x 10 ⁻⁵ / km / jaar	6,74 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging	1,00 m	
Correctiefactor voor diepteligging conform Module B van [2]	$e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,00)} = 2,104$	
Maatregel in cluster 1A	WIBON	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1A conform Module B van [2]	0,400	
Maatregel in cluster 1B	Geen ⁵	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1B conform Module B van [2]	1,000	
Maatregel in cluster 1C	Actief rappel	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1C (actief rappel) conform Module B van [2]	0,833	
Maatregel in cluster 2	Geen ⁶	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 2 conform Module B van [2]	1,000	
Maatregel in cluster 3	Beperkte restricties	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 3 conform Module B van [2]	0,625	
Maatregel in cluster 4	Geen ⁷	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 4 conform Module B van [2]	1,000	
Maatregel in cluster 5	Striktere begeleiding van werkzaamheden	
Correctiefactor voor maatregel in cluster 5 conform Module B van [2]	$(0,400 \times 0,833)^{-1} / 7,5 = 0,400$	

⁴ Conform [6] en [7] is niet met de maximale werkdruk van de leidingen conform Module D van [2] gerekend, maar met de ontwerpdruk van de leidingen conform Module B van [2].

⁵ Conform [6] en [7] mag de correctiefactor op basis van casuïstiek van N.V. Nederlandse Gasunie (een correctiefactor van 0,357) niet worden toegepast. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

⁶ In cluster 2 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

⁷ In cluster 4 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

Voor diepteligging en maatregelen
gecorrigeerde faalfrequentie

$$\frac{5,63 \times 10^{-5} \times 2,104 \times 0,400 \times 1,000 \times 0,833 \times 1,000 \times 0,625 \times 1,000 \times 0,400}{1} = \mathbf{9,87 \times 10^{-6} / km}$$

/ jaar

$$\frac{6,74 \times 10^{-6} \times 2,104 \times 0,400 \times 1,000 \times 0,833 \times 1,000 \times 0,625 \times 1,000 \times 0,400}{1} = \mathbf{1,18 \times 10^{-6} / km}$$

/ jaar

2.1.2 Faalfrequentie bovengronds deel leiding X-860

De basis faalfrequentie voor het bovengrondse deel van leiding X-860 is conform Module B van [2] gecorrigeerd voor de diepteligging en de genomen maatregelen. De correctie van de basis faalfrequentie voor het bovengrondse deel van leiding X-860 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 6.

De totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor het bovengrondse deel van leiding X-860 is $1,30 \times 10^{-5}$ / kilometer / jaar.

Tabel 6: De correctie van de basis faalfrequentie voor het bovengrondse deel van leiding X-860.

Leidingklasse	80CS23
Diameter	DN600 / 24" / 609,6 mm
Wanddikte	11,1 mm
Druk ⁸	66,2 bar
Rekgrens	415 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	$6,74 \times 10^{-6}$ / km / jaar
Diepteligging	0,00 m
Correctiefactor voor de diepteligging conform Module B van [2]	$e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 0,00)} = 23,196$
Maatregel in cluster 1A	WIBON
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1A conform Module B van [2]	0,400
Maatregel in cluster 1B	Geen ⁹
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1B conform Module B van [2]	1,000
Maatregel in cluster 1C	Actief rappel
Correctiefactor voor maatregel in cluster 1C (actief rappel) conform Module B van [2]	0,833
Maatregel in cluster 2	Geen ¹⁰
Correctiefactor voor maatregel in cluster 2 conform Module B van [2]	1,000
Maatregel in cluster 3	Beperkte restricties
Correctiefactor voor maatregel in cluster 3 conform Module B van [2]	0,625
Maatregel in cluster 4	Geen ¹¹
Correctiefactor voor maatregel in cluster 4 conform Module B van [2]	1,000
Maatregel in cluster 5	Striktere begeleiding van werkzaamheden
Correctiefactor voor maatregel in cluster 5 conform Module B van [2]	$(0,400 \times 0,833)^{-1} / 7,5 = 0,400$
Voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$6,74 \times 10^{-6} \times 23,196 \times 0,400 \times 1,000 \times 0,833 \times 1,000 \times 0,625 \times 1,000 \times 0,400 = 1,30 \times 10^{-5}$ / km / jaar

⁸ Conform [6] en [7] is niet met de maximale werkdruk van de leidingen conform Module D van [2] gerekend, maar met de ontwerpdruk van de leidingen conform Module B van [2].

⁹ Conform [6] en [7] mag de correctiefactor op basis van casuïstiek van N.V. Nederlandse Gasunie (een correctiefactor van 0,357) niet worden toegepast. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

¹⁰ In cluster 2 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

¹¹ In cluster 4 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

2.2 Windturbines

Voor de volgende risicoverhogende objecten (windturbines) moet worden bepaald of deze meegenomen moeten worden in de QRA voor HyTransPort:

- drie Vestas windturbines ten noorden van de Slufter (3600 kW);
- een Enercon windturbine ten zuidwesten van het Welplaatviaduct aan het Hartelkanaal (3000 kW);
- een Enercon windturbine op het terrein van Den Hartogh (600 kW).

In Tabel 7 zijn de gegevens van de windturbines weergegeven. Een deel van de gegevens van de windturbines ontbreekt. Hiervoor zijn aannames gedaan. Deze aannames zijn toegelicht en oranje gearceerd in Tabel 7. Voor een deel van de gegevens van de windturbines geldt dat het onduidelijk is of deze gegevens kloppen. Deze gegevens zijn ook oranje gearceerd in Tabel 7.

Tabel 7: De gegevens van de windturbines.

	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 1) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 13) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 12) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Enercon windturbine (Hartelbrug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW)	Enercon wind-turbine (Lage Landen) op het terrein van Den Hartogh (600 kW)
X-coördinaat	59666,000	60723,706	60236,045	78399,000	78519,000
Y-coördinaat	439311,000	438960,920	439188,040	431449,000	431733,000
Ashoogte [meter]	94,0			99,0	65,0
Bladlengte [meter]	55,0			50,5	22,0
Nominaal toerental [toeren per minuut]	14,5 (aannname op basis van Enercon windturbine (Hartel-brug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW))			14,5	18,0
Massa blad [ton]	12,3			15,9	1,1
Massa gondel [ton]	140,0 (aannname op basis van Enercon windturbine (Hartel-brug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW))			140,0	24,0
Massa mast [ton]	852,0 (aannname op basis van Enercon windturbine (Hartel-brug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW))			852,0	61,5
Ligging zwaartepunt	0,25 (ligging zwaartepunt = afstand van rotorcentrum tot zwaartepunt van blad / bladlengte = 13,9 meter / 55,0 meter = 0,25)			0,30	0,35 (aannname op basis van [4])
Frequentie bladbreuk, nominaal toerental	8,40 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	8,40 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	8,40 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	8,40 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	8,40 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]
Frequentie bladbreuk, overtoeren	5,00 x 10 ⁻⁶ / jaar conform [4]	5,00 x 10 ⁻⁶ / jaar conform [4]	5,00 x 10 ⁻⁶ / jaar conform [4]	5,00 x 10 ⁻⁶ / jaar conform [4]	5,00 x 10 ⁻⁶ / jaar conform [4]
Frequentie gondelbreuk	4,00 x 10 ⁻⁵ / jaar conform [4]	4,00 x 10 ⁻⁵ / jaar conform [4]	4,00 x 10 ⁻⁵ / jaar conform [4]	4,00 x 10 ⁻⁵ / jaar conform [4]	4,00 x 10 ⁻⁵ / jaar conform [4]
Frequentie mastbreuk	1,30 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	1,30 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	1,30 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	1,30 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]	1,30 x 10 ⁻⁴ / jaar conform [4]
Werpafstand nominaal toerental	104	104	104	118	58

	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 1) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 13) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Vestas wind-turbine (Slufter 2 - 12) ten noorden van Slufter (3600 kW)	Enercon windturbine (Hartelbrug II - H) ten zuidwesten van Welpaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW)	Enercon wind-turbine (Lage Landen) op het terrein van Den Hartogh (600 kW)
Werpafstand overtoeren	260	260	260	298	137

In Bijlage A (Figuur 6, Figuur 7, Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10) zijn de locaties van de windturbines weergegeven. De kleinste afstand van windturbine Slufter 2 - 1 tot leiding X-860 is 179 meter. De kleinste afstand van windturbine Slufter 2 - 13 tot leiding X-860 is 144 meter. De kleinste afstand van windturbine Slufter 2 - 12 tot leiding X-860 is 124 meter. De kleinste afstand van windturbine Hartelbrug II - H tot leiding X-860 is 118 meter. De kleinste afstand van windturbine Lage Landen tot leiding X-860 is 185 meter. De afstanden van de windturbines tot leiding X-860-01, leiding X-860-02 en leiding X-860-03 zijn groter.

Met behulp van een door Hynetwork Services B.V. aangeleverde rekentool is berekend voor welke delen van leiding X-860 welke additionele faalfrequenties gelden als gevolg van de faalscenario's van de windturbines. De faalscenario's van windturbine Lage Landen kunnen niet leiden tot het falen van leiding X-860. Het faalscenario bladbreuk, overtoeren van windturbine Slufter 2 - 1, het faalscenario bladbreuk, overtoeren van windturbine Slufter 2 - 13, het faalscenario bladbreuk, overtoeren van windturbine Slufter 2 - 12 en het faalscenario bladbreuk, overtoeren van windturbine Hartelbrug II - H kunnen wel leiden tot het falen van leiding X-860. De grootste additionele faalfrequentie voor een deel van leiding X-860 is 1,27 % van de voor diepteligging en maatregel(en) gecorrigeerde totale faalfrequentie voor dat deel van leiding X-860. De additionele faalfrequenties als gevolg van de faalscenario's van de windturbines zijn verwaarloosbaar. Bovendien wordt aangenomen dat windturbine Hartelbrug II - H (in gebruik genomen in 2014) en windturbine Slufter 2 - 1, windturbine Slufter 2 - 13 en windturbine Slufter 2 - 12 (in gebruik genomen in 2019) zijn beveiligd tegen overtoeren. Daarom zijn de windturbines niet meegenomen in de QRA voor HyTransPort.

2.3 Bevolkingsgegevens

Bevolkingsgegevens moeten worden geïnventariseerd binnen het invloedsgebied van de leidingen. SAFETI-NL kan het invloedsgebied van de leidingen niet tonen. Daarom is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leidingen met SAFETI-NL in kaart gebracht. Deze contour komt namelijk overeen met het invloedsgebied van de leidingen. Deze contour is ook weergegeven in Figuur 3.

De bevolking binnen de met SAFETI-NL in kaart gebrachte PR 10^{-30} per jaar contour van de leidingen is op 8 maart 2023 opgevraagd via de Basisadministraties Adressen en Gebouwen (BAG) Populatieservice (www.populatieservice.demis.nl). De bestemmingen/functies van de gebieden in de omgeving vormen geen aanleiding om met aanvullende bevolkingsgegevens te rekenen.

3 Resultaten

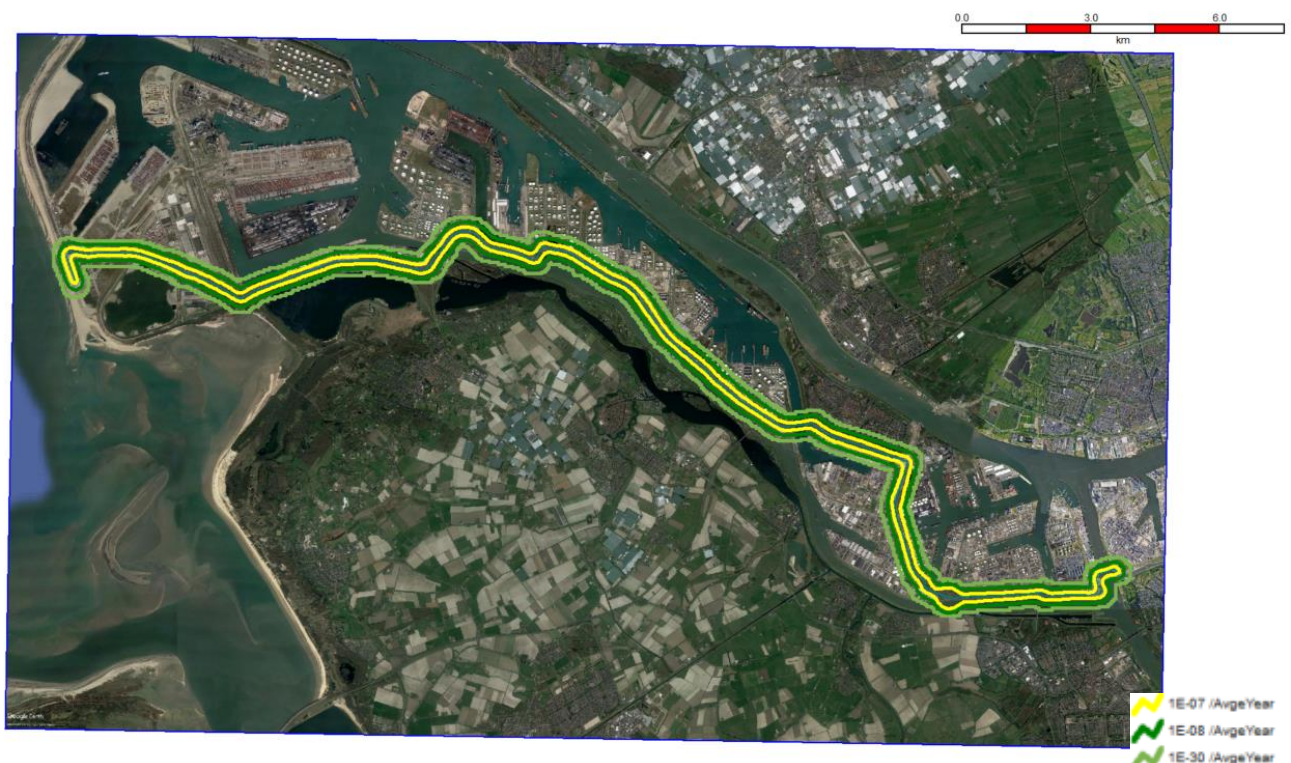
In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoberekeningen gepresenteerd. In paragraaf 3.1 worden de resultaten van de PR-berekening weergegeven en in paragraaf 3.2 worden de resultaten van de GR-berekening weergegeven.

In het kader van de Omgevingswet dienen de aandachtsgebieden conform het Handboek Omgevingsveiligheid [5] bepaald te worden. De Omgevingswet is nog niet in werking getreden, maar de aandachtsgebieden zijn al wel bepaald. De aandachtsgebieden zijn toegelicht en weergegeven in Bijlage C.

3.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [1] gedefinieerd als “het risico op een plaats nabij een buisleiding, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die bepaalde plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval met die buisleiding”. Plaatsen met een gelijk PR worden op een kaart door middel van een PR-contour weergegeven. Binnen de PR 10^{-6} per jaar contour bedraagt de kans op overlijden ten gevolge van een ongeval met gevaarlijke stoffen maximaal één op de één miljoen per jaar. De grenswaarde voor kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar en de richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.

Voor de leidingen is een plaatsgebonden risicoberekening uitgevoerd. De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen zijn weergegeven in Figuur 1 en in Bijlage B (in Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13). De donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leidingen en de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leidingen. De leidingen hebben geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 3: De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen.

3.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is in het Besluit externe veiligheid buisleidingen [1] gedefinieerd als “de cumulatieve kansen per jaar per kilometer buisleiding dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een buisleiding en een ongewoon voorval met die buisleiding”. De waarde van

het GR wordt in een grafiek weergegeven met een fN-curve. In de grafiek wordt het aantal slachtoffers (N) op de horizontale as uitgezet tegen de cumulatieve frequentie per jaar (f) op de verticale as. Voor het groepsrisico geldt geen grens- of richtwaarde, maar een oriëntatiewaarde. In de grafiek wordt ook de oriëntatiewaarde weergegeven. Dit is de waarde voor het GR weergegeven door de lijn die de punten met elkaar verbindt waarbij de kans op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers 10^{-4} per jaar, de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers 10^{-6} per jaar en de kans op een ongeval met 1000 of meer dodelijke slachtoffers 10^{-8} per jaar is.

SAFETI-NL berekent het groepsrisico voor het nieuwe waterstofleidingentracé. SAFETI-NL berekent niet het hoogste groepsrisico per kilometer. Om toch het hoogste groepsrisico per kilometer te berekenen, is op basis van de bevolking binnen het invloedsgebied van de leidingen eerst ingeschat welke kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (de kilometer van HyTransPort met het hoogste groepsrisico) is. Vervolgens is een groepsrisicoberekening uitgevoerd voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé.

Op basis van de bevolking binnen het invloedsgebied van de leidingen is ingeschat dat de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg is. De bevolking binnen het invloedsgebied van de leidingen ter hoogte van Rozenburg is weergegeven in Figuur 4.

Onder andere Sportcentrum De Rozenburcht in Rozenburg ligt binnen het invloedsgebied van de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé. Conform de via de BAG Populatieservice opgevraagde bevolking binnen het invloedsgebied van de leidingen zijn in Sportcentrum De Rozenburcht in Rozenburg 365 dagen per jaar:

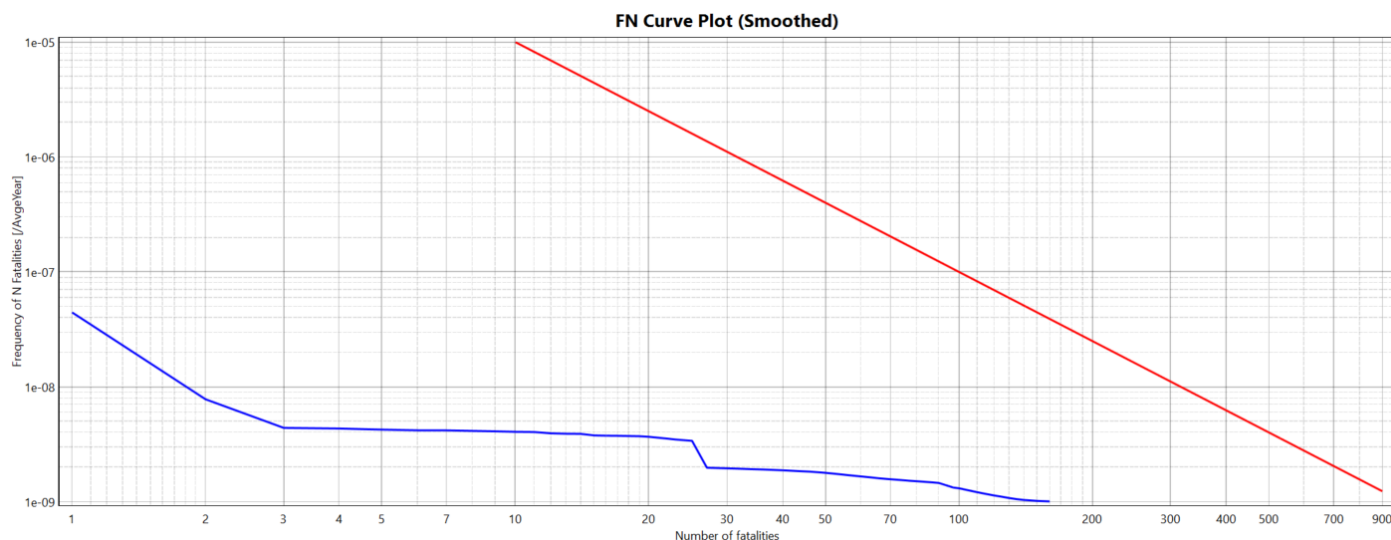
- gemiddeld 674,94 personen aanwezig op elk moment gedurende de dag (van 8:00 uur tot 18:30 uur);
- gemiddeld 484,82 personen aanwezig op elk moment gedurende de nacht (van 18:30 uur tot 8:00 uur).

Sportcentrum De Rozenburcht in Rozenburg is weergegeven in Figuur 4. De maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg) is ook weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: De bevolking binnen het invloedsgebied van de de leidingen ter hoogte van Rozenburg, Sportcentrum De Rozenburcht in Rozenburg en de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg).

Het met SAFETI-NL berekende GR voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg) is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Het met SAFETI-NL berekende GR voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg).

De fN-curve voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg) overschrijdt de oriëntatiewaarde niet.

4 Conclusies

Voor de volgende risicoverhogende objecten (windturbines) is bepaald of deze meegenomen moeten worden in de QRA voor HyTransPort:

- drie Vestas windturbines ten noorden van de Slufter (3600 kW);
- een Enercon windturbine ten zuidwesten van het Welplaatviaduct aan het Hartelkanaal (3000 kW);
- een Enercon windturbine op het terrein van Den Hartogh (600 kW).

De additionele faalfrequenties als gevolg van de faalscenario's van de windturbines zijn verwaarloosbaar. Daarom zijn de windturbines niet meegenomen in de QRA voor HyTransPort.

4.1 Conclusies plaatsgebonden risico

De leidingen hebben geen PR 10^{-6} per jaar contour. De leidingen voldoen aan het Bevb [1]. Het PR op een afstand van 5 meter, gemeten vanuit het hart van de leidingen, is lager dan 10^{-6} per jaar.

4.2 Conclusies groepsrisico

De fN-curve voor de maatgevende kilometer van het nieuwe waterstofleidingentracé (een kilometer van leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg) overschrijdt de oriëntatiewaarde niet.

Referenties

De referenties zijn weergegeven in Tabel 8.

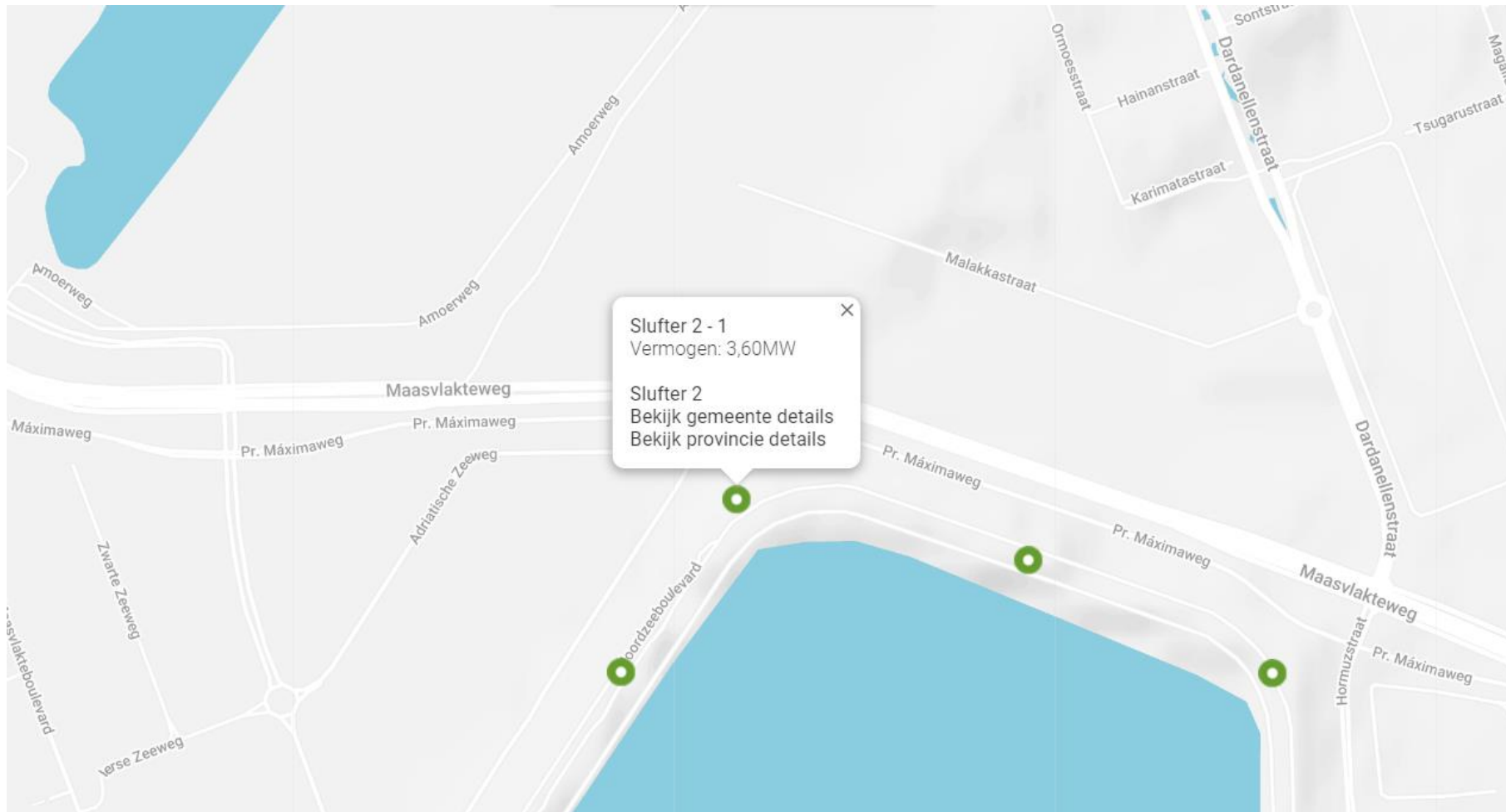
Tabel 8: De referenties.

1	Besluit externe veiligheid buisleidingen. Geraadpleegd op 14 juli 2022, van www.wetten.overheid.nl
2	Handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen. Geraadpleegd op 14 juli 2022, van www.rivm.nl
3	Regeling externe veiligheid buisleidingen. Geraadpleegd op 14 juli 2022, van www.wetten.overheid.nl
4	Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid, Module IV - Windturbines. Geraadpleegd op 14 juli van www.omgevingsveiligheid.rivm.nl
5	Handboek Omgevingsveiligheid. Geraadpleegd op 14 juli 2022, van https://omgevingsveiligheid.rivm.nl/handboek-omgevingsveiligheid
6	de brief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan N.V. Nederlandse Gasunie van 8 maart 2023 over het berekenen van de risico's van het transport van waterstof door (aardgas)leidingen
7	het advies van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu van 25 november 2021 over de te gebruiken rekenmethode

Bijlagen

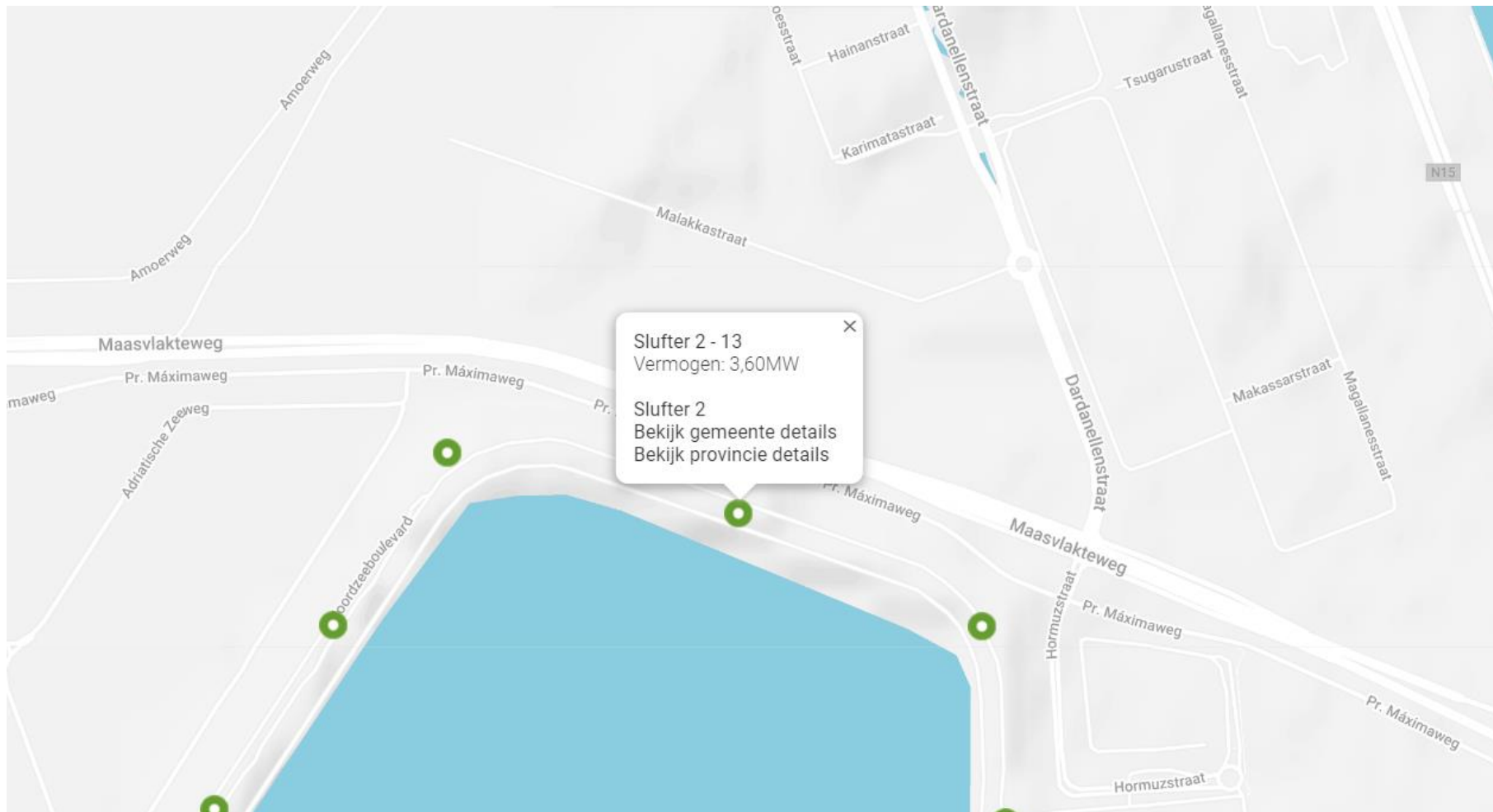
Bijlage A: Locaties van windturbines

De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 1) ten noorden van Slufter (3600 kW) is weergegeven in Figuur 6.



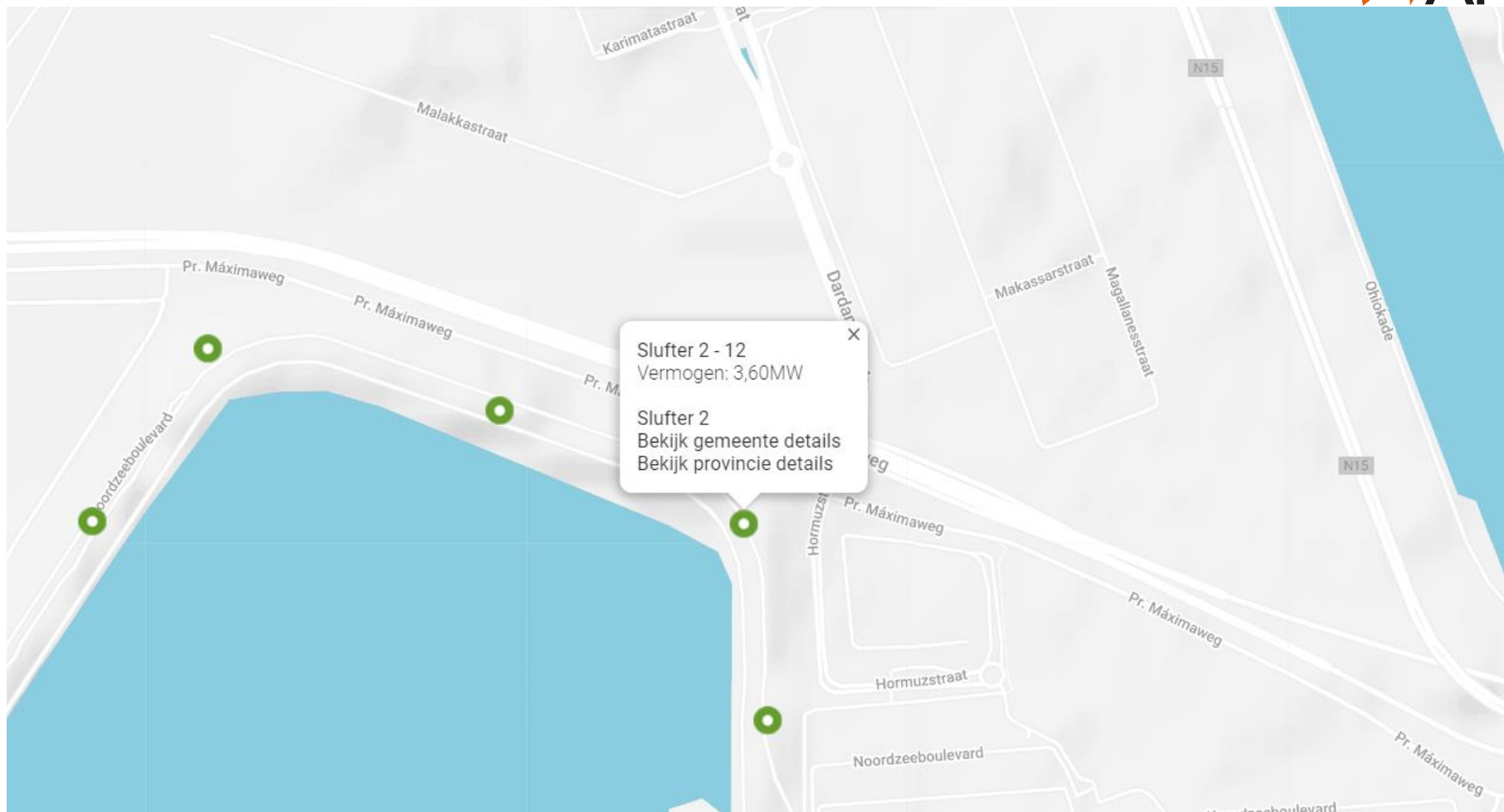
Figuur 6: De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 1) ten noorden van Slufter (3600 kW).

De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 13) ten noorden van Slufter (3600 kW) is weergegeven in Figuur 7.



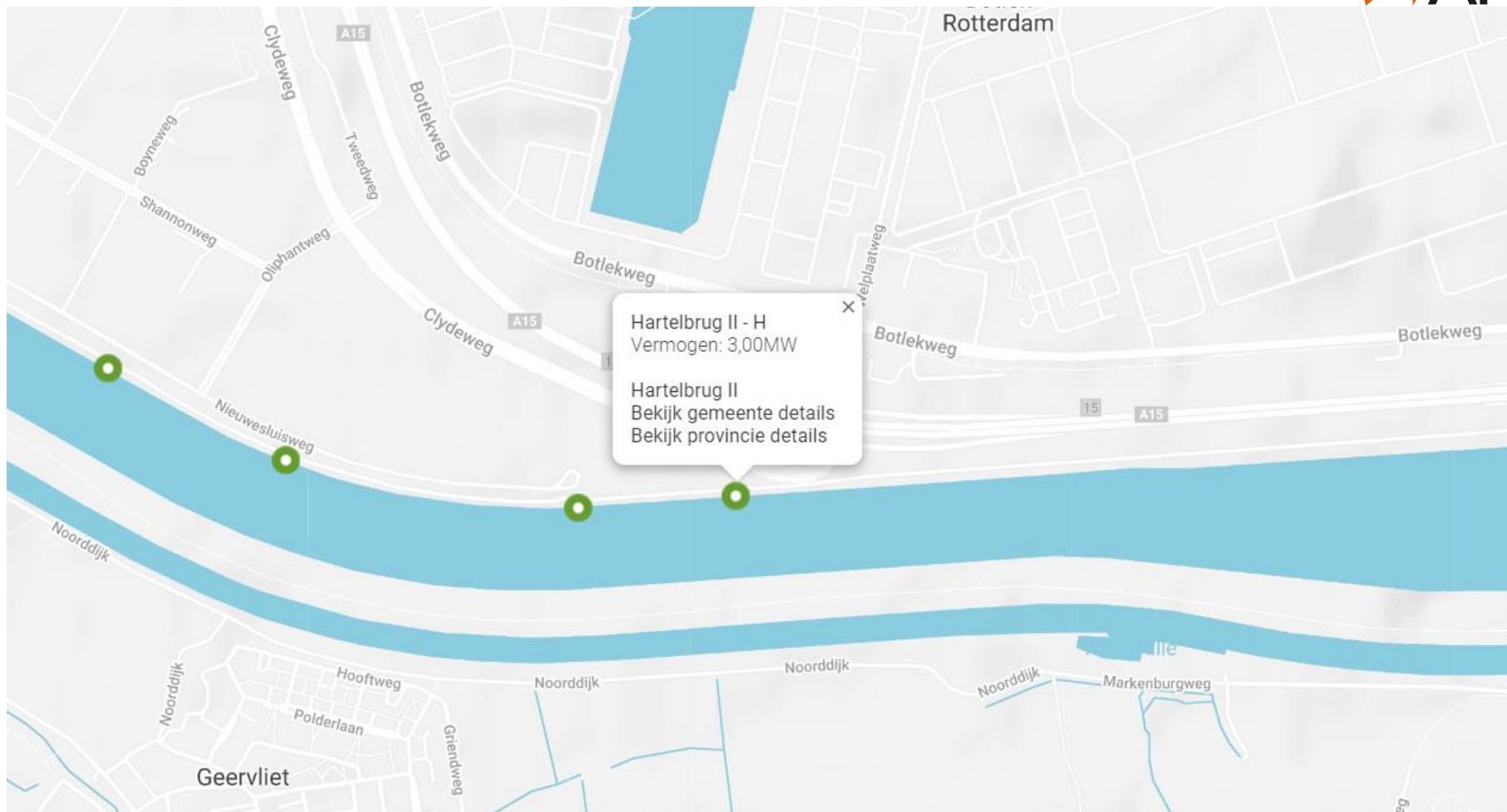
Figuur 7: De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 13) ten noorden van Slufter (3600 kW)

De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 12) ten noorden van Slufter (3600 kW) is weergegeven in Figuur 8.



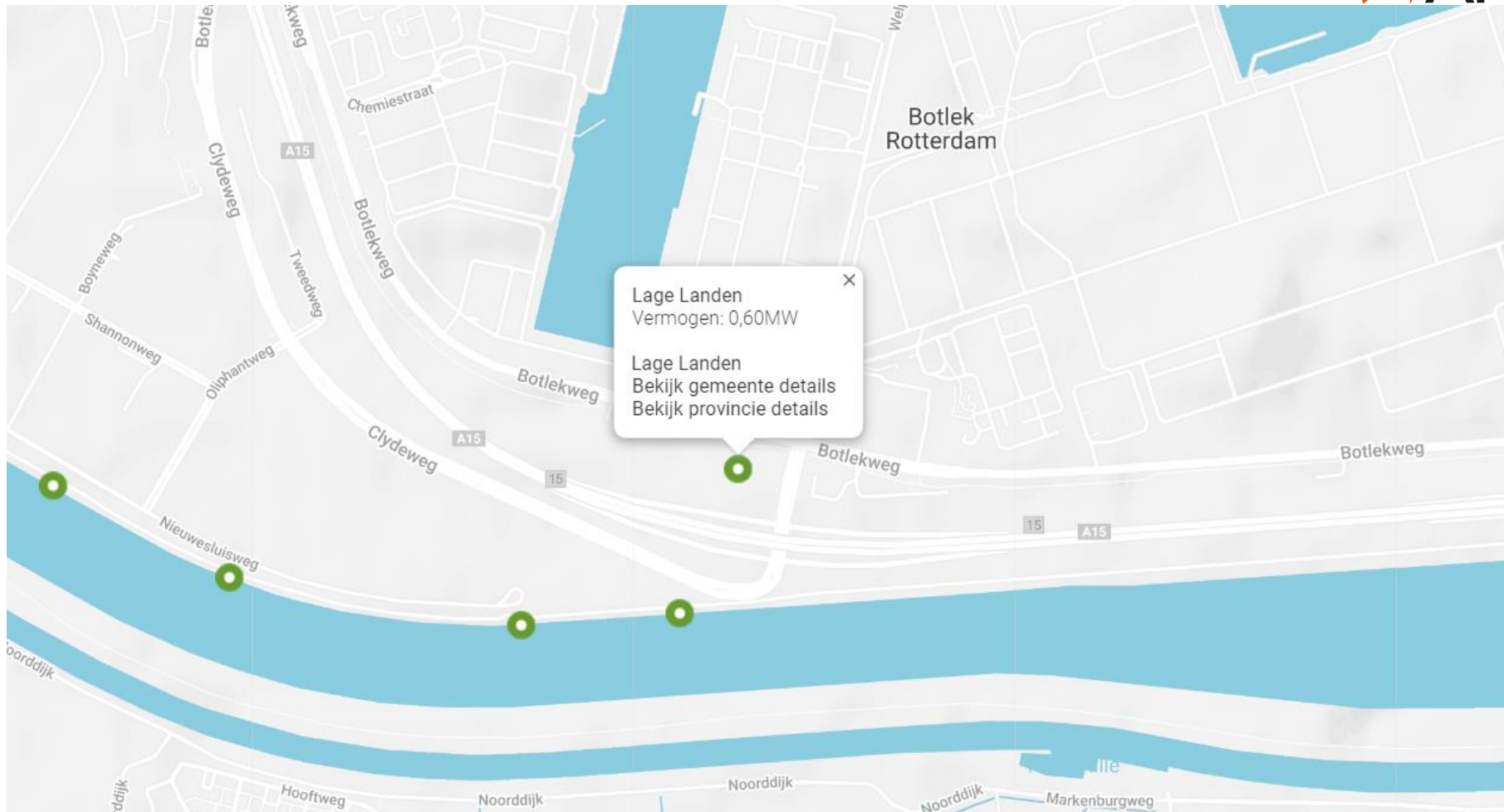
Figuur 8: De locatie van Vestas windturbine (Slufter 2 - 12) ten noorden van Slufter (3600 kW).

De locatie van Enercon wind-turbine (Hartelbrug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW) is weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9: De locatie van Enercon wind-turbine (Hartel-brug II - H) ten zuidwesten van Welplaatviaduct aan Hartelkanaal (3000 kW).

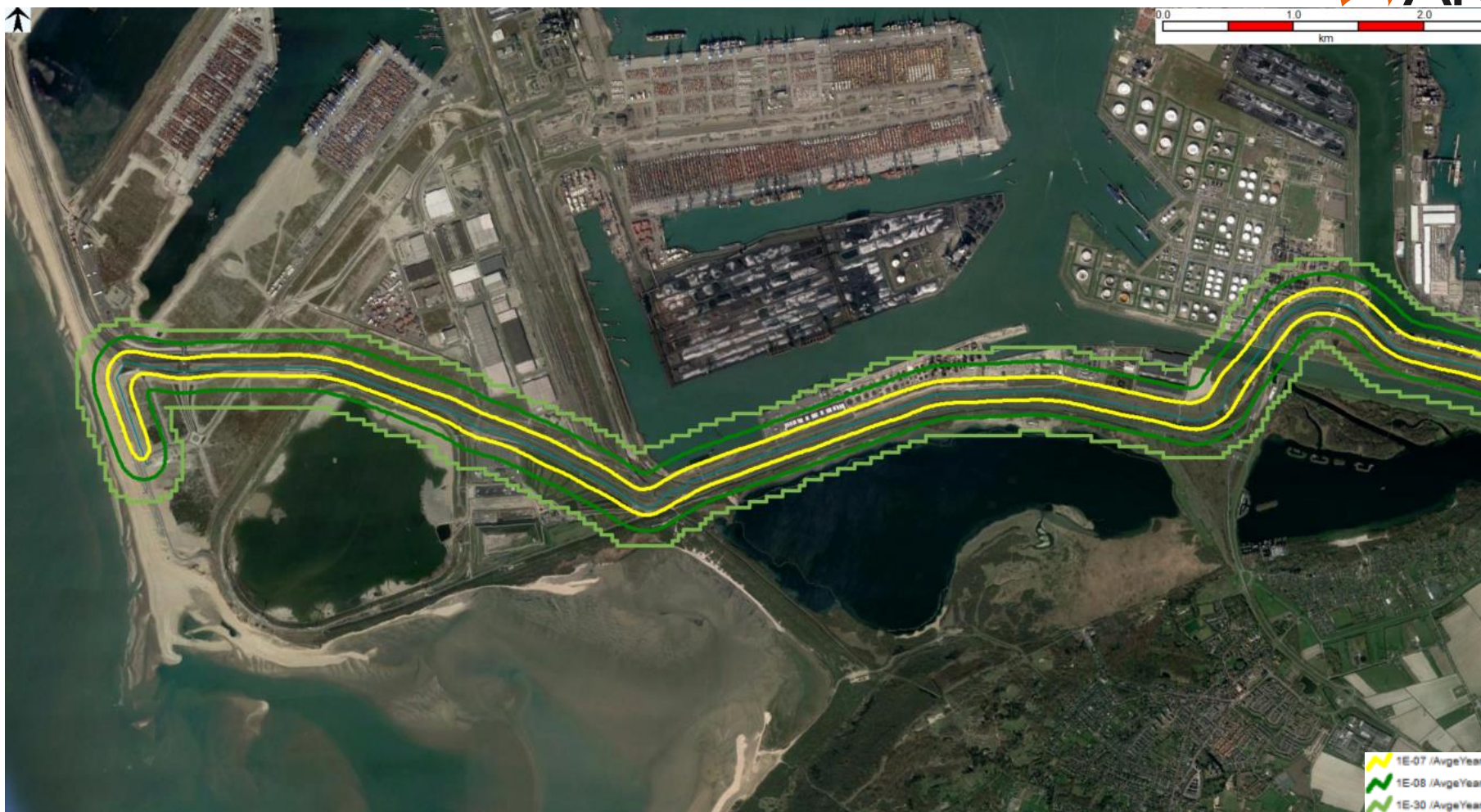
De locatie van Enercon wind-turbine (Lage Landen) op het terrein van Den Hartogh (600 kW) is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: De locatie van Enercon wind-turbine (Lage Landen) op het terrein van Den Hartogh (600 kW).

Bijlage B: PR-contouren van leidingen

De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen zijn weergegeven in Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13.



Figuur 11: De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen (deel 1).



Figuur 12: De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen (deel 2).



Figuur 13: De met SAFETI-NL berekende PR-contouren van de leidingen (deel 3).

Bijlage C: Aandachtsgebieden

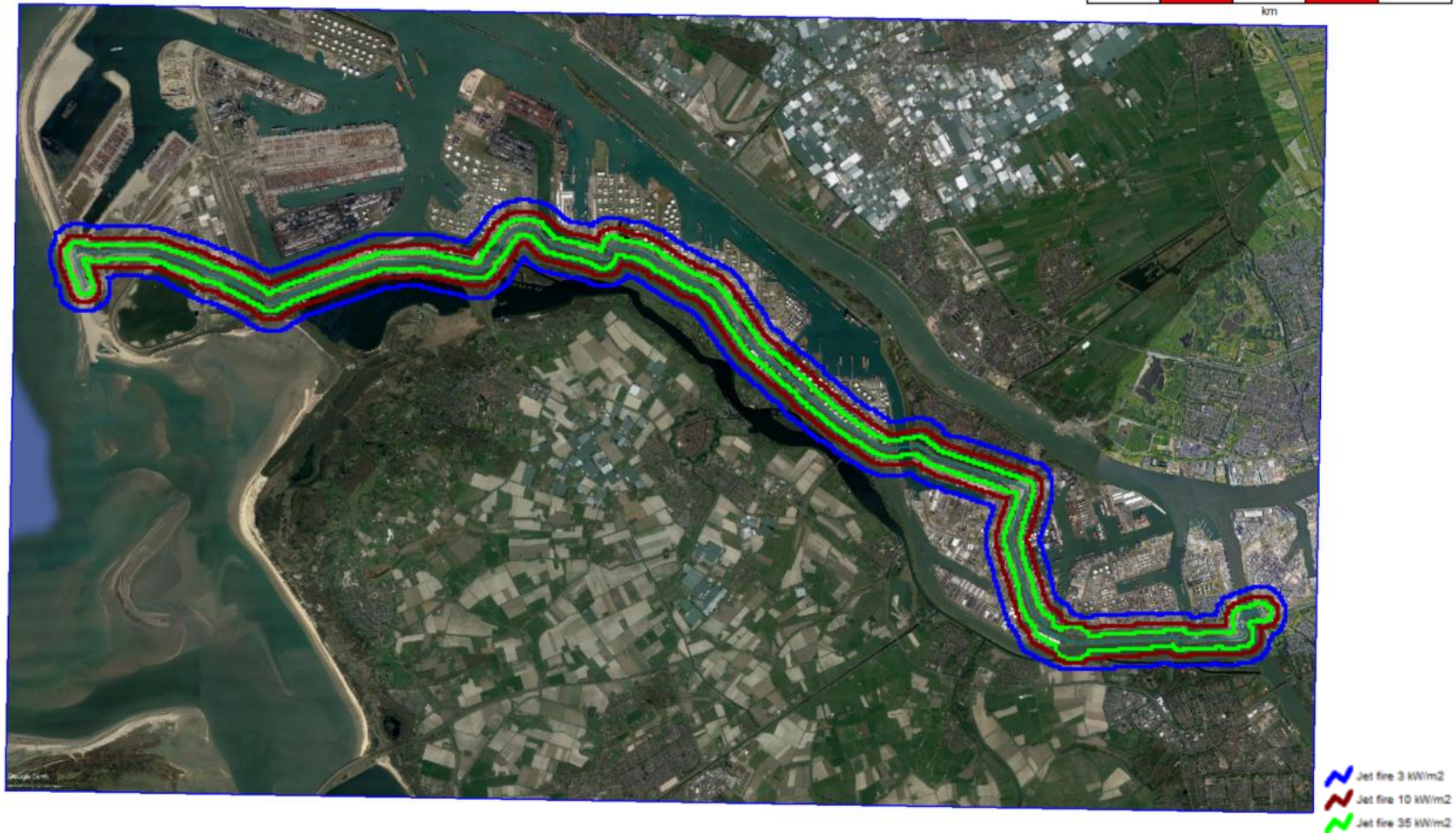
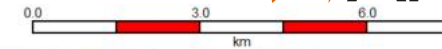
In het kader van de Omgevingswet dienen de aandachtsgebieden conform het Handboek Omgevingsveiligheid [5] bepaald te worden. Aandachtsgebieden zijn gebieden rond activiteiten met gevaarlijke stoffen die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen onvoldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Dat betekent dat zich, bij een ongeval met gevaarlijke stoffen, levensbedreigende gevaren voor personen in gebouwen kunnen voordoen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk

(explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden: brandaandachtsgebieden, explosieaandachtsgebieden en gifwolkaandachtsgebieden.

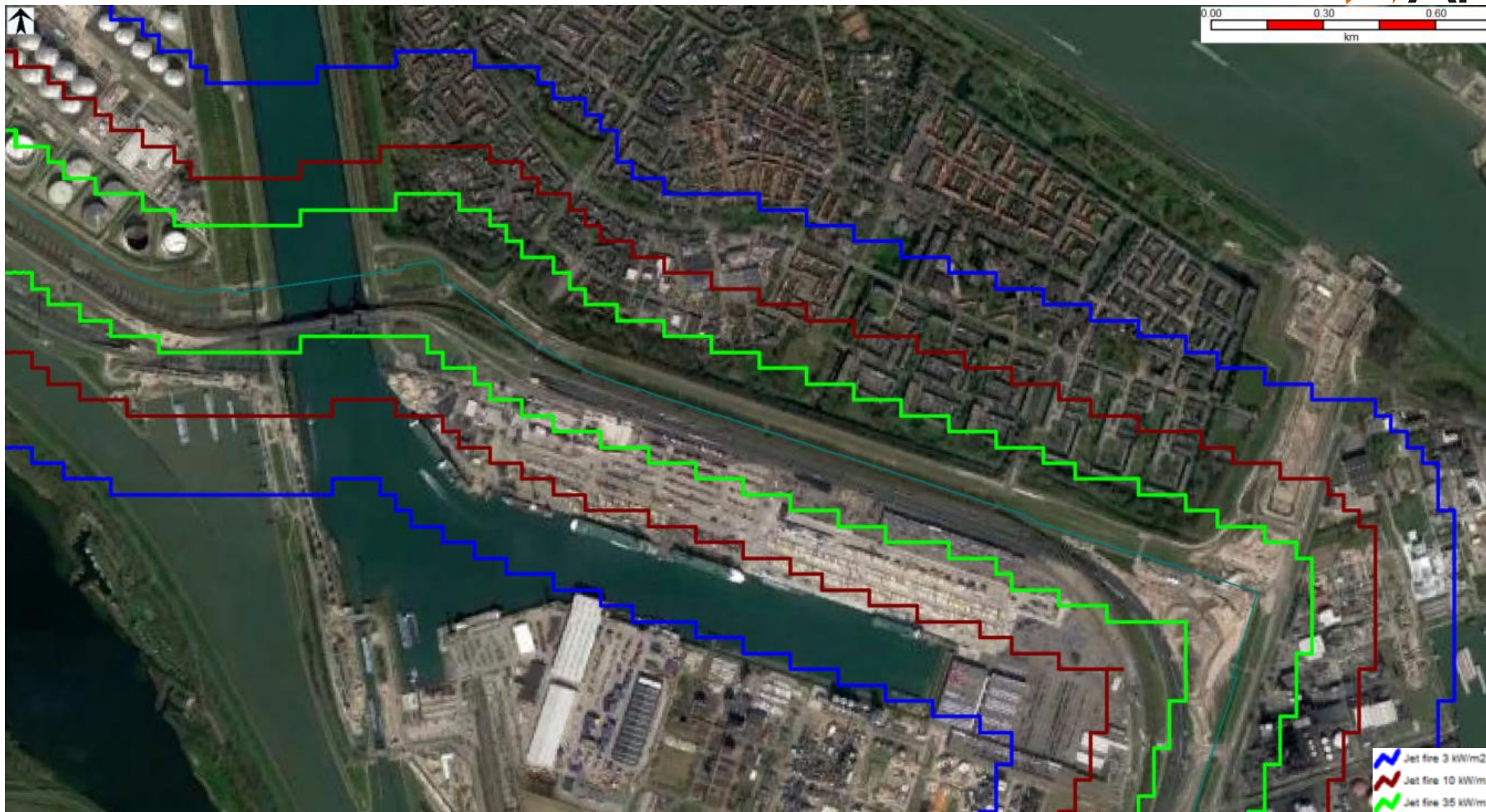


Bijlage C.1: Brandaandachtsgebied

Een brandaandachtsgebied is conform artikel 5.12, lid 1 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand, de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m² is. Het met SAFETI-NL berekende brandaandachtsgebied voor de leidingen is weergegeven in Figuur 14. In Figuur 15 is het met SAFETI-NL berekende brandaandachtsgebied voor leiding X-860 ter hoogte van Rozenburg weergegeven.



Figuur 14: Het met SAFETI-NL berekende brandaandachtsgebied voor de leidingen.



Figuur 15: Het met SAFETI-NL berekende brandaandachtsgebied voor de leidingen ter hoogte van Rozenburg.

Bijlage C.2: Explosieaandachtsgebied

Een explosieaandachtsgebied is conform artikel 5.12, lid 2 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot:

- een kokende vloeistof-gasexpansie-explosie (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE), de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m² is;
- een explosie, anders dan als bij het eerste aandachtspunt, de overdruk ten hoogste 10 kPa is.

Met SAFETI-NL is voor de leidingen geen explosieaandachtsgebied berekend.

Bijlage C.3: Gifwolkaandachtsgebied

Een gifwolkaandachtsgebied is conform artikel 5.12, lid 3 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een gifwolk, personen in een gebouw overlijden door blootstelling aan ten hoogste de bij ministeriële regeling bepaalde vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof. Met SAFETI-NL is voor de leidingen geen gifwolkaandachtsgebied berekend.

Bijlage D: Ligging van leiding X-860-01

De ligging van leiding X-860-01 is weergegeven in Figuur 16.



Figuur 16: De ligging van leiding X-860-01.

Bijlage E: Ligging van leiding X-860-02

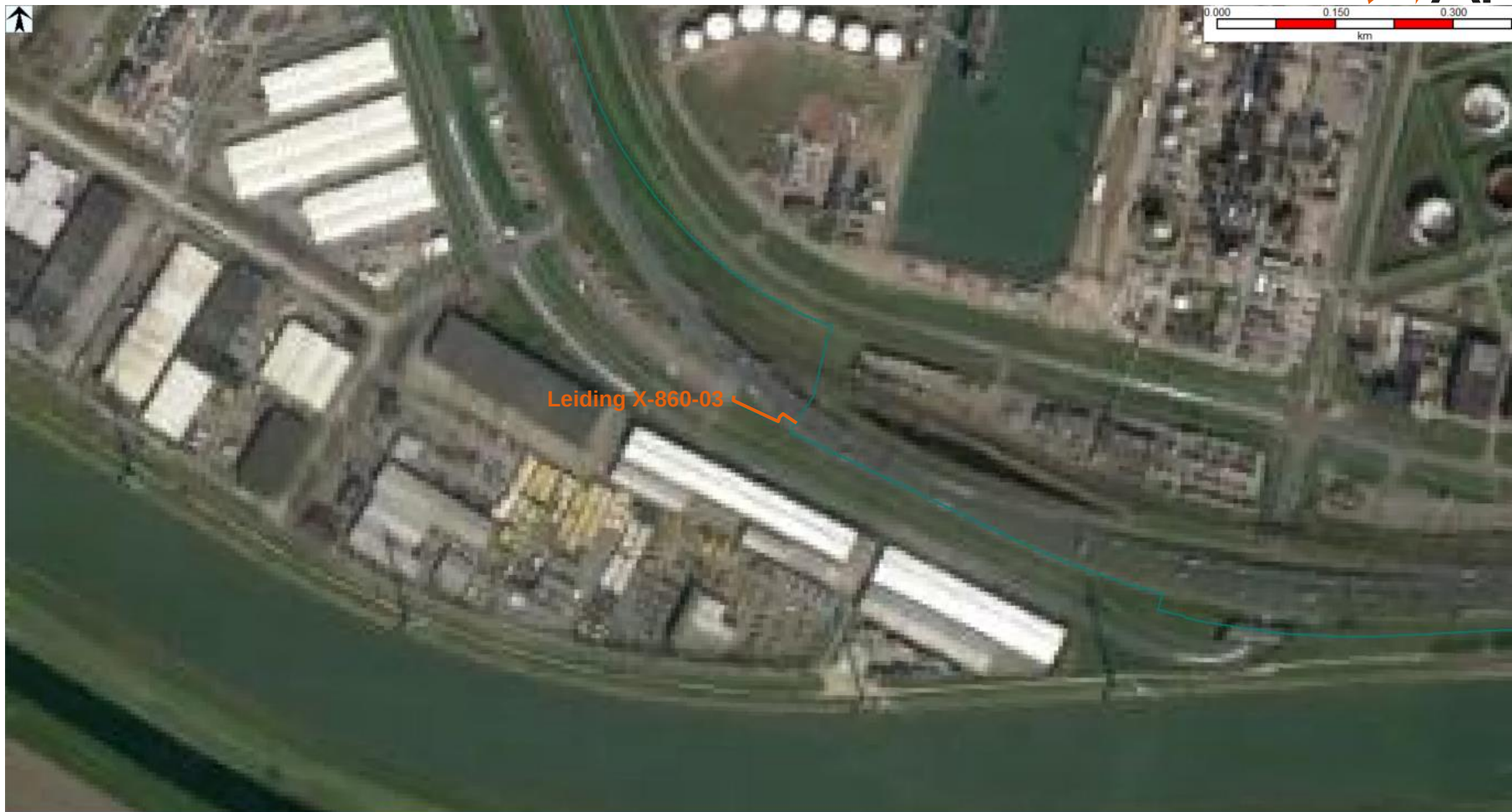
De ligging van leiding X-860-02 is weergegeven in Figuur 17.



Figuur 17: De ligging van leiding X-860-02.

Bijlage F: Ligging van leiding X-860-03

De ligging van leiding X-860-03 is weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18: De ligging van leiding X-860-03.

Colofon

QRA HYTRANSPORT
HET NIEUWE WATERSTOFLEIDINGENTRACÉ DOOR DE ROTTERDAMSE HAVEN

KLANT
Hynetwork Services B.V. en Havenbedrijf Rotterdam N.V.

AUTEUR
Herman Rouwenhorst

PROJECTNUMMER
30119672

ONZE REFERENTIE
D10055651:154

DATUM
6 april 2023

STATUS
Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Nico van Roden
Theme Leader Industrial Risk and Opportunity
Management

Nico van Roden
Theme Leader Industrial Risk and Opportunity
Management

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T **+31 (0)88 4261261**

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.ArcadisNetherlands.nl)