

QRA voor waterstofnetwerk Noord-Nederland

Hynetwork Services B.V.

22 mei 2024 - Internal

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
Plaatsgebonden risico	7
Brandaandachtsgebied en groepsrisico	8
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	10
1.3 Opbouw	11
2 Relevante wet- en regelgeving	12
2.1 Besluit activiteiten leefomgeving	12
2.2 Besluit kwaliteit leefomgeving	12
3 Algemene uitgangspunten voor QRA en algemene werkwijze	14
3.1 Algemene uitgangspunten voor QRA	14
3.2 Algemene werkwijze	14
4 Leiding A-821	16
4.1 Uitgangspunten voor leiding A-821	16
4.2 Resultaten voor leiding A-821	21
4.2.1 Plaatsgebonden risico	21
4.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico	22
5 Leiding A-821 KOPPELING	24
5.1 Uitgangspunten voor leiding A-821 KOPPELING	24
5.2 Resultaten voor leiding A-821 KOPPELING	28
5.2.1 Plaatsgebonden risico	28
5.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico	28
6 Leiding A-815	30
6.1 Uitgangspunten voor leiding A-815	32

6.2	Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS)	36
6.2.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	36
6.2.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	36
6.2.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	37
6.3	Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33)	38
6.3.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	38
6.3.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	39
6.3.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	41
6.4	Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING)	41
6.4.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	41
6.4.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	42
6.4.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	44
7	Leiding A-815-02	45
7.1	Uitgangspunten voor leiding A-815-02	45
7.2	Resultaten voor leiding A-815-02	49
7.2.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	49
7.2.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	49
7.2.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	50
8	Leiding A-815-03	52
8.1	Uitgangspunten voor leiding A-815-03	52
8.2	Resultaten voor leiding A-815-03	56
8.2.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	56
8.2.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	56
8.2.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	57
9	Leiding A-816	59
9.1	Uitgangspunten voor leiding A-816	59
9.2	Resultaten voor leiding A-816	63
9.2.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	63
9.2.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	63
9.2.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	65
10	Leiding A-816-01	66
10.1	Uitgangspunten voor leiding A-816-01	66
10.2	Resultaten voor leiding A-816-01 van conventioneel staal	73
10.2.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	73

10.2.2	Plaatsgebonden risico met windturbines en met SBW	74
10.2.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	75
10.3	Resultaten voor leiding A-816-01 van groen staal	76
10.3.1	Plaatsgebonden risico zonder windturbines	76
10.3.2	Plaatsgebonden risico met windturbines	77
10.3.3	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	78
11	Leiding A-817	80
11.1	Uitgangspunten voor leiding A-817	81
11.2	Resultaten voor leiding A-817	87
11.2.1	Plaatsgebonden risico	87
11.2.2	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	87
12	Leiding A-818	89
12.1	Uitgangspunten voor leiding A-818	89
12.2	Resultaten voor leiding A-818	95
12.2.1	Plaatsgebonden risico	95
12.2.2	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	95
13	Leiding A-820	97
13.1	Uitgangspunten voor leiding A-820	97
13.2	Resultaten voor leiding A-820	101
13.2.1	Plaatsgebonden risico	101
13.2.2	Brandaandachtsgebied en groepsrisico	101
14	Conclusies en aanbevelingen	103
14.1	Conclusies	103
14.1.1	Conclusies plaatsgebonden risico	103
14.1.2	Conclusies brandaandachtsgebied en groepsrisico	104
14.2	Aanbevelingen	104
	Referenties	105
	Bijlagen	106
	Bijlage A: Leidingdata voor bestaande leidingen	106
	Bijlage A.1: Leidingdata voor leiding A-821	106
	Bijlage A.2: Leidingdata voor bestaande deel van leiding A-817	106
	Bijlage A.3: Leidingdata voor leiding A-818	106
	Bijlage B: Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines	106

Bijlage B.1: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS)	106
Bijlage B.2: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33)	106
Bijlage B.3: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING)	106
Bijlage B.4: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-02	107
Bijlage B.5: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-03	107
Bijlage B.6: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-816	107
Bijlage B.7: Inge vulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01	107

Samenvatting

Hynetwork Services B.V. is voornemens in de provincie Groningen, de provincie Drenthe en de provincie Overijssel waterstofnetwerk Noord-Nederland aan te leggen. Waterstofnetwerk Noord-Nederland bestaat uit de volgende leidingen:

- leiding A-821;
- leiding A-821 KOPPELING;
- leiding A-815;
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01;
- leiding A-817;
- leiding A-818;
- leiding A-820.

Voor waterstofnetwerk Noord-Nederland is een QRA uitgevoerd. Het doel van de QRA voor waterstofnetwerk Noord-Nederland is:

Het berekenen van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland.

Zowel de plaatsgebonden risicocontouren van de waterstofleidingen als de brandaandachtsgebieden van de waterstofleidingen zijn berekend.

Op basis van de QRA zijn de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland beoordeeld in:

- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen;
- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel.

Door het berekenen (in de QRA) en het beoordelen (zowel in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel) van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland is aangetoond dat waterstofnetwerk Noord-Nederland voldoet aan de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid.

Plaatsgebonden risico

In de QRA zijn de PR-contouren van de waterstofleidingen berekend.

De volgende leidingen hebben geen PR 10^{-6} per jaar contour(en):

- leiding A-821 KOPPELING;
- leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF N33);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING);
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01 van groen staal;
- leiding A-817;
- leiding A-818;
- leiding A-820.

Leiding A-821 met een diepteligging van 1,25 m heeft PR 10^{-6} per jaar contouren. Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding). In overleg met Hynetwork Services B.V. is echter geen maatregel genomen. In Bijlage A.1 is namelijk ook aangegeven waar de diepteligging van leiding A-821 $\geq 1,50$ m en waar de diepteligging van leiding A-821 $< 1,50$ m. Hieruit blijkt de diepteligging van leiding A-821 ook bijna overal $> 1,50$ m is. De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m zijn berekend. Leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.

Leiding A-816-01 van conventioneel staal heeft PR 10^{-6} per jaar contouren. Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding). In overleg met Hynetwork Services B.V. is een maatregel in cluster 5 genomen, te weten striktere begeleiding van werkzaamheden (SBW). De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal met SBW zijn berekend. Leiding A-816-01 van conventioneel staal met SBW heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.

De waterstofleidingen voldoen aan artikel 4.1113, eerste lid van het Bal.

Voor de volgende leidingen zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen:

- leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF N33);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING);
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816-01 van groen staal;
- leiding A-816-01 van conventioneel staal met SWB.

Hierdoor krijgen deze leidingen PR 10^{-6} per jaar contouren. Een en ander is echter niet in strijd met de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid. Conform artikel 4.1113, tweede lid van het Bal is artikel 4.1113, eerste lid van het Bal namelijk niet van toepassing, omdat een en ander wordt veroorzaakt door windturbines.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht. In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht.

Brandaandachtsgebied en groepsrisico

In de QRA zijn de brandaandachtsgebieden van de waterstofleidingen berekend.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht. In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht.

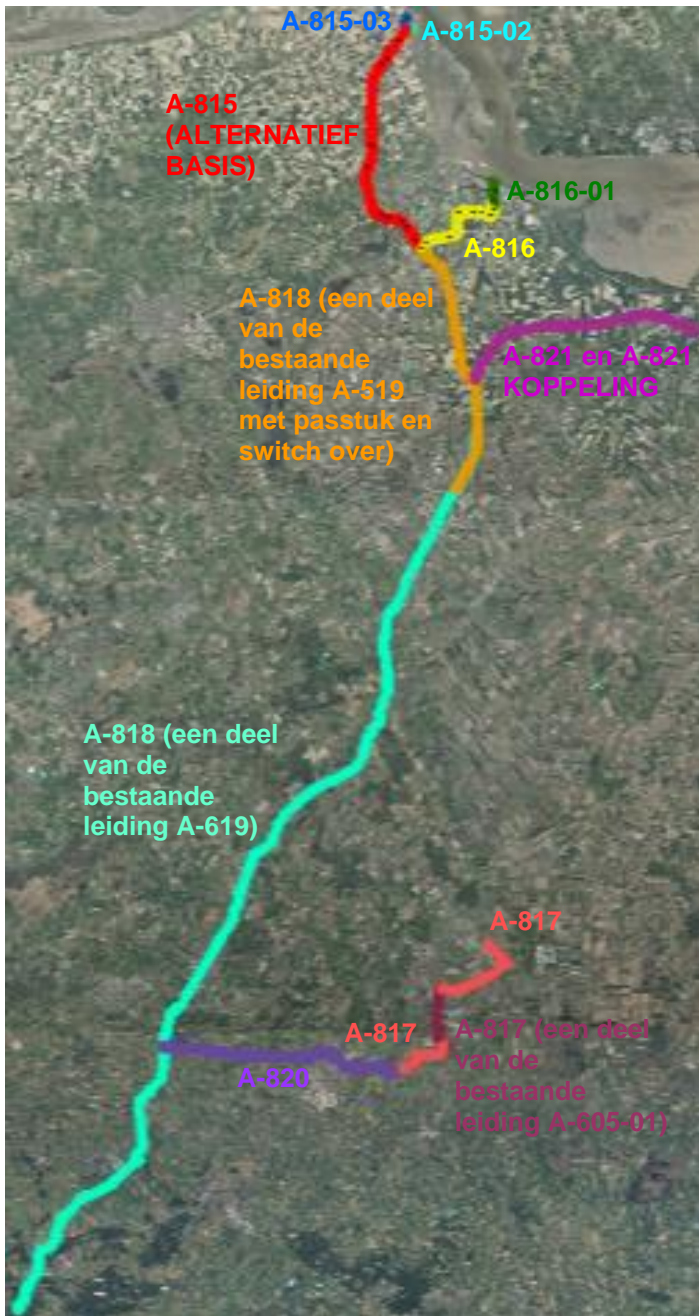
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Hynetwork Services B.V. is voornemens in de provincie Groningen, de provincie Drenthe en de provincie Overijssel waterstofnetwerk Noord-Nederland aan te leggen. Waterstofnetwerk Noord-Nederland is weergegeven in Figuur 1. Waterstofnetwerk Noord-Nederland bestaat uit de volgende waterstofleidingen:

- leiding A-821;
- leiding A-821 KOPPELING;
- leiding A-815;
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01;
- leiding A-817;
- leiding A-818;
- leiding A-820.

Voor waterstofnetwerk Noord-Nederland is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd.



Figuur 1: Waterstofnetwerk Noord-Nederland.

1.2 Doel

Het doel van de QRA voor waterstofnetwerk Noord-Nederland is:

Het berekenen van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland.

Zowel de plaatsgebonden risicocontouren van de waterstofleidingen als de brandaandachtsgebieden van de waterstofleidingen zijn berekend.

Op basis van de QRA zijn de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland beoordeeld in:

- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen;
- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel.

De volgende waterstofleidingen liggen in de provincie Groningen:

- leiding A-821;
- leiding A-821 KOPPELING;
- leiding A-815;
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01;
- het noordelijke deel van leiding A-818.

De volgende waterstofleidingen liggen in de provincies Drenthe en Overijssel:

- leiding A-817;
- het zuidelijke deel van leiding A-818;
- leiding A-820.

Door het berekenen (in de QRA) en het beoordelen (zowel in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel) van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland is aangetoond dat waterstofnetwerk Noord-Nederland voldoet aan de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid.

1.3 Opbouw

In Hoofdstuk 2 is de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid beschreven. De algemene uitgangspunten voor de QRA en de algemene werkwijze zijn toegelicht in Hoofdstuk 3. De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-821 zijn beschreven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 zijn de uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-821 KOPPELING toegelicht. De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-815 zijn beschreven in Hoofdstuk 6. Voor leiding A-815 zijn er nog 3 alternatieven:

- ALTERNATIEF BASIS;
- ALTERNATIEF N33;
- ALTERNATIEF WATERLEIDING.

In Hoofdstuk 7 zijn de uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-815-02 toegelicht. De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-815-03 zijn beschreven in Hoofdstuk 8. In Hoofdstuk 9 zijn de uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-816 toegelicht. De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-816-01 zijn beschreven in Hoofdstuk 10. Voor leiding A-816-01 zijn er nog 2 alternatieven:

- leiding A-816-01 van conventioneel staal;
- leiding A-816-01 van groen staal.

De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-817 zijn beschreven in Hoofdstuk 11. In Hoofdstuk 12 zijn de uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-818 toegelicht. De uitgangspunten voor en de resultaten van de QRA voor leiding A-820 zijn beschreven in Hoofdstuk 13. In Hoofdstuk 14 volgen de conclusies en aanbevelingen.

2 Relevante wet- en regelgeving

De relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: De relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid.

Omgevingswet [1]	Onder de Omgevingswet (Ow) zijn regels op het gebied van externe veiligheid vastgelegd in het Besluit activiteiten leefomgeving (regels voor burgers en bedrijven) en het Besluit kwaliteit leefomgeving (regels voor overheden).
Besluit activiteiten leefomgeving [2]	Paragraaf 4.108 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) is onder andere van toepassing op het exploiteren van de waterstofleidingen die onderdeel zijn van waterstofnetwerk Noord-Nederland. De relevante artikelen van het Bal zijn weergegeven in Paragraaf 2.1.
Besluit kwaliteit leefomgeving [3]	Paragraaf 5.1.2.2 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) is onder andere van toepassing op het toelaten van de waterstofleidingen die onderdeel zijn van waterstofnetwerk Noord-Nederland. De relevante artikelen van het Bkl zijn weergegeven in Paragraaf 2.2.

Onder de Ow zijn ook regels op het gebied van externe veiligheid vastgelegd in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl), het Omgevingsbesluit (Ob) en de Omgevingsregeling (Or).

Het exploiteren van een waterstofleiding die onderdeel is van waterstofnetwerk Noord-Nederland is een activiteit als bedoeld in bijlage VII, onder D, onder 2, van het Bkl (het exploiteren van een buisleiding, bedoeld in artikel 3.101, eerste lid, onder a tot en met d, van het Bal).

2.1 Besluit activiteiten leefomgeving

Conform artikel 4.1112, eerste lid van het Bal is, met het oog op het waarborgen van de veiligheid, het plaatsgebonden risico van een buisleiding voor kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en kwetsbare locaties die op grond van een omgevingsplan of een omgevingsvergunning voor een buitenplanse omgevingsplanactiviteit zijn toegelaten, ten hoogste 1 op de 1.000.000 per jaar.

Conform artikel 4.1113, eerste lid van het Bal is, met het oog op het waarborgen van de veiligheid, het plaatsgebonden risico van het aanleggen of vervangen van een buisleiding op een afstand van 5 m gemeten vanuit het hart van de buisleiding ten hoogste 1 op de 1.000.000 per jaar. Conform artikel 4.1113, tweede lid van het Bal is artikel 4.1113, eerste lid van het Bal niet van toepassing als de overschrijding wordt veroorzaakt door een risicoverhogend bouwwerk dat op grond van een omgevingsplan of een omgevingsvergunning voor een buitenplanse omgevingsplanactiviteit wordt toegelaten in de directe omgeving van een buisleiding.

2.2 Besluit kwaliteit leefomgeving

Conform artikel 5.6 van het Bkl is het plaatsgebonden risico de kans op het overlijden van een onbeschermd en continu aanwezig persoon buiten de begrenzing van de locatie waar een activiteit wordt verricht als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door die activiteit.

Conform artikel 5.7, eerste lid van het Bkl wordt in een omgevingsplan een grenswaarde voor het plaatsgebonden risico van een activiteit in acht genomen van ten hoogste 1 op de 1.000.000 per jaar voor kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en kwetsbare locaties. Conform artikel 5.11, eerste lid van het Bkl wordt in een omgevingsplan rekening gehouden met een standaardwaarde voor het plaatsgebonden risico van een activiteit van 1 op de 1.000.000 per jaar voor beperkt kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare locaties.

Het plaatsgebonden risico (PR) is gedefinieerd als “de kans op het overlijden van een onbeschermd en continu aanwezig persoon buiten de begrenzing van de locatie waar een activiteit wordt verricht als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door die activiteit”. Plaatsen met een gelijk PR worden op een kaart door middel van een PR-contour weergegeven. Binnen de PR 10^{-6} per jaar contour van een waterstofleiding is de kans op het overlijden van een onbeschermd en continu aanwezig persoon als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval met die waterstofleiding dus groter dan 1 op de 1.000.000 per jaar (10^{-6} per jaar). De grenswaarde voor kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en kwetsbare locaties is 10^{-6} per jaar en de standaardwaarde voor beperkt kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare locaties is 10^{-6} per jaar.

Conform artikel 5.12, eerste lid van het Bkl is een brandaandachtsgebied de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongewoon voorval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand de warmtestraling ten hoogste 10 kW / m² is.

Conform artikel 5.15, eerste lid van het Bkl wordt in een omgevingsplan voor beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties binnen een brandaandachtsgebied, een explosieaandachtsgebied en een gifwolkaandachtsgebied rekening gehouden met de kans op het overlijden van een groep van tien of meer personen per jaar als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval veroorzaakt door een activiteit. Conform artikel 5.15, tweede lid van het Bkl a artikel 5.15, eerste lid van het Bkl in ieder geval voldaan als een omgevingsplan binnen een aandachtsgebied:

- a. geen beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties toelaat; of
- b. waar het omgevingsplan beperkt kwetsbare, kwetsbare en zeer kwetsbare gebouwen en beperkt kwetsbare en kwetsbare locaties toelaat, waarborgt:
 - 1°. dat maatregelen zijn getroffen ter bescherming van personen in die gebouwen en op die locaties; of
 - 2°. dat het aantal doorgaans aanwezige personen of de tijd dat die aanwezig zijn in die gebouwen en op die locaties beperkt is.

Wat wordt verstaan onder beperkt kwetsbare gebouwen, beperkt kwetsbare locaties, kwetsbare gebouwen, kwetsbare locaties en zeer kwetsbare gebouwen, is vastgelegd in Bijlage VI van het Bkl.

Onder de Ow moeten de PR-contouren van een waterstofleiding en het brandaandachtgebied van een waterstofleiding worden berekend. Het groepsrisico van een waterleiding hoeft niet te worden berekend.¹

¹ Als het berekenen van het GR van de waterstofleidingen toch wenselijk is, dan wordt aanbevolen om zowel voor de MER Fase 2 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als voor de MER Fase 2 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel de QRA te actualiseren. In de QRA wordt dan per waterstofleiding:

- eerst op basis van de bevolking binnen het brandaandachtgebied van de waterstofleiding ingeschat welke kilometer van de waterstofleiding de maatgevende kilometer van de waterstofleiding (de kilometer van de waterstofleiding met het hoogste GR) is;
- daarna een GR-berekening uitgevoerd voor de maatgevende kilometer van de waterstofleiding.

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. 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.

3 Algemene uitgangspunten voor QRA en algemene werkwijze

3.1 Algemene uitgangspunten voor QRA

De QRA is uitgevoerd conform Module V, deel 3 van het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid [5]² met versie 8.8 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 V, deel 3 van [5]:

- Voor een leiding is conform Module V, deel 1 van [5] het scenario breuk gemodelleerd (en niet conform Module V, deel 3 van [5] zowel het scenario breuk als het scenario lek).
- Voor een leiding is conform Module V, deel 1 van [5]³ uitgegaan van de ontwerpdruk van de leiding (en niet conform Module V, deel 3 van [5] van de maximale werkdruk van de leiding).

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 V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging en de genomen maatregelen (WIBON in cluster 1A en actief rappel in cluster 1C). Conform de brief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan N.V. Nederlandse Gasunie van 24 oktober 2023 over het toepassen van de correctiefactor voor casuïstiek in cluster 1B [8] zijn de basisfaalfrequenties voor de leidingen ook gecorrigeerd voor casuïstiek in cluster 1B.

Conform Module V, deel 3 van [5] is een leiding gemodelleerd met behulp van de volgende modellen:

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

Naar aanleiding van [6] en [7] is het section breach model gebruikt om het scenario breuk van de leiding conform Module V, deel 1 van [5] te modelleren (en niet om zowel het scenario breuk van de leiding als het scenario lek van de leiding conform Module V, deel 3 van [5] te modelleren). Conform [6], [7] en Module V, deel 3 van [5] is voor het scenario breuk van de leiding uitgegaan van een ontstekingskans van 1. Bovendien is voor het scenario breuk van de leiding uitgegaan van de uitstroming van de lengte van de leiding en 32 km aan weerszijden van de leiding.

3.2 Algemene werkwijze

Zowel nieuwe leidingen als bestaande leidingen moeten voldoen aan de relevante wet- en regelgeving. Daarom zijn voor zowel nieuwe leidingen als bestaande leidingen eerst PR-contouren berekend. Als er knelpunten wat betreft PR-contouren⁴ ontstaan, dan zijn vervolgens, in overleg met Hynetwork Services B.V., maatregelen genomen om knelpunten wat betreft PR-contouren op te lossen. Daarna zijn warmtestralingscontouren berekend.

Hierna zijn, als er sprake is van risicoverhogende bouwwerken die meegenomen moeten worden⁵, additionele faalfrequenties als gevolg van risicoverhogende bouwwerken berekend. Additionele faalfrequenties als gevolg van

² Na de inwerkingtreding van de Ow vervangt Module V, deel 3 van [5] Module D van de Handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen. [5] maakt deel uit van het Handboek Omgevingsveiligheid [4].

³ Na de inwerkingtreding van de Ow vervangt Module V, deel 1 van [5] Module B van de Handleiding risicoberekeningen Besluit externe veiligheid buisleidingen. [5] maakt deel uit van [4].

⁴ Er is sprake van knelpunten wat betreft PR-contouren als niet wordt voldaan aan artikel 4.1112, eerste lid van het Bal en / of artikel 4.1113, eerste lid van het Bal.

⁵ Zie hiervoor de door Arcadis Nederland B.V. opgestelde memo Kwalitatieve beschouwing van externe veiligheidsrisico's van waterstofnetwerk Noord-Nederland van 31 mei 2023 [9]. Deze memo en de voor deze memo ingevulde en gerunde

risicoverhogende bouwwerken zijn opgeteld bij de totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequenties en PR-contouren zijn opnieuw berekend. Additionele faalfrequenties als gevolg van risicoverhogende bouwwerken hebben geen invloed op warmtestralingscontouren.

Op basis van de QRA zijn de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland beoordeeld in:

- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen;
- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen zijn:

- de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht;
- de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn:

- de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht;
- de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht.

Zowel voor de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als voor de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn kaarten gemaakt waarop zowel de brandaandachtsgebieden van de leidingen als de gebouwen / locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen conform de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) zijn weergegeven. Onder andere op basis van de functies van de gebouwen / locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen is onderscheid gemaakt tussen zeer kwetsbare gebouwen, kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties.

Door het berekenen (in de QRA) en het beoordelen (zowel in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel) van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland is aangetoond dat waterstofnetwerk Noord-Nederland voldoet aan de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid.

4 Leiding A-821

De ligging van leiding A-821 is weergegeven in Figuur 2. Leiding A-821 is de bestaande leiding A-513 tussen het bestaande schema DE EEKER BUNKER S-838 en de bestaande inrichting ES OUDE STATENZIJL S-466 (waar het nieuwe schema OUDE STATENZIJL H2 S-447 wordt gerealiseerd).



Figuur 2: De ligging van leiding A-821.

Leiding A-821 is een 36" (= 914,0 mm) leiding. Leiding A-821 heeft een lengte van ongeveer 21127 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding varieert over de lengte van de leiding. Omdat een en ander in SAFETI-NL niet gemodelleerd kan worden, is voor de diepteligging van de leiding uitgegaan van 1,25 m. In Bijlage A.1 is aangegeven waar de diepteligging van leiding A-821 $\geq 1,25$ m en waar de diepteligging van leiding A-821 $< 1,25$ m. Hieruit blijkt de diepteligging van leiding A-821 bijna overal $> 1,25$ m is.

4.1 Uitgangspunten voor leiding A-821

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-821 zijn weergegeven in Tabel 2. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-821 zijn weergegeven in Tabel 3. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 2: De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-821.

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 V, deel 3 van [5])	914,0	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 3: De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-821.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. De wanddikte van de leiding varieert over de lengte van de leiding (zie Bijlage A.1). Hierdoor varieert ook de basis faalfrequentie voor leiding A-821 over de lengte van leiding A-821. Voor leiding A-821 is conservatief onderscheid gemaakt tussen leidingdelen met:

- een wanddikte van 10,70 millimeter;
- een wanddikte van 12,30 millimeter;
- een wanddikte van 14,70 millimeter.

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequenties voor leiding A-821 bepaald met behulp van een tool (Faalfreq. CarolaDLL EXTERN.xlsm) en aangeleverd. De basis faalfrequenties voor leiding A-821 zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4: De basis faalfrequenties voor leiding A-821.

Diameter	Wanddikte	Druk ⁶	Rekgrens	Charpy energie	Basis faalfrequentie
DN900 / 36" / 914,0 mm	10,70 mm	66,2 bar	414 N / mm ²	24 J	3,93 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
	12,30 mm				1,31 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
	14,70 mm				2,88 x 10 ⁻⁶ / km / jaar

De basis faalfrequenties voor de leiding zijn conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 10,70 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 5. De correctie van de faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 12,30 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 6. De correctie van de faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 14,70 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 7.

⁶ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-821 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

⁷ De referentiediepteligging in Module V, deel 1 van [5] is niet gelijk aan de referentiediepteligging in Module V, deel 3 van [5]. In Module V, deel 1 van [5] is de referentiediepteligging 1,31 m. In Module V, deel 3 van [5] is de referentiediepteligging 0,84 m. Conform [6] en [7] moet de basis faalfrequentie van de leiding conform Module V, deel 1 van [5] worden gecorrigeerd voor de diepteligging. Hierbij moet worden uitgegaan van een referentiediepteligging van 1,31 m.

⁸ Het gaat om maatregelen die ingrijpen op de voornaamste faaloorzaak van de leidingen, namelijk beschadiging door derden.

Tabel 5: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 10,70 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Worst case basis faalfrequentie	$3,93 \times 10^{-5} / \text{km} / \text{jaar}$
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casulistiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$3,93 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 5,40 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$

Tabel 6: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 12,30 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Worst case basis faalfrequentie	$1,31 \times 10^{-5} / \text{km} / \text{jaar}$
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casulistiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,31 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 1,80 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$

Tabel 7: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 14,70 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Worst case basis faalfrequentie	$2,88 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)

⁹ In cluster 2 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

¹⁰ In cluster 3 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.

¹² In cluster 5 wordt geen maatregel genomen. Daarom is er gerekend met een correctiefactor van 1,000.

Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$2,88 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{3,96 \times 10^{-7} / km / jaar}$

4.2 Resultaten voor leiding A-821

4.2.1 Plaatsgebonden risico

De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,25 m zijn weergegeven in Figuur 3. De rode contouren zijn de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 3: De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,25 m.

Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding). In overleg met Hynetwerk Services B.V. is echter geen maatregel genomen. In Bijlage A.1 is namelijk ook aangegeven waar de diepteligging van leiding A-821 $\geq 1,50$ m en waar de diepteligging van leiding A-821 $< 1,50$ m. Hieruit blijkt de diepteligging van leiding A-821 ook bijna overal $> 1,50$ m is. De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m zijn berekend. Hierbij is uitgegaan van:

- een correctiefactor voor de diepteligging conform Module V, deel 1 van [5] van $e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,50)} = 0,634$;
- een totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 10,70 mm van $2,96 \times 10^{-6}$ / kilometer / jaar;
- een totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 12,30 mm wordt $9,88 \times 10^{-7}$ / kilometer / jaar;
- een totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor leiding A-821 met een wanddikte van 14,70 mm wordt $2,17 \times 10^{-7}$ / kilometer / jaar.

De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m zijn weergegeven in Figuur 4. De gele contouren zijn de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 4: De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m.

4.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m zijn weergegeven in Figuur 5. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding is ongeveer 350 m.



Figuur 5: De warmtestralingscontouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m.

5 Leiding A-821 KOPPELING

De ligging van leiding A-821 KOPPELING is weergegeven in Figuur 6. Leiding A-821 KOPPELING is een nieuwe leiding tussen de bestaande inrichting CS SCHEEMDA S-889 (waar het nieuwe schema SCHEEMDA H2 S-436 wordt gerealiseerd) en leiding A-821.



Figuur 6: De ligging van leiding A-821 KOPPELING.

Leiding A-821 KOPPELING is een 36" (= 914,0 mm) leiding. Leiding A-821 KOPPELING heeft een lengte van ongeveer 277 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

5.1 Uitgangspunten voor leiding A-821 KOPPELING

De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-821 KOPPELING zijn weergegeven in Tabel 8. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-821 KOPPELING zijn weergegeven in Tabel 9. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 8: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-821 KOPPELING.

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 V, deel 3 van [5])	914,0	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 9: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-821 KOPPELING.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-821 KOPPELING aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-821 KOPPELING is uitgegaan van leidingklasse 66CS24.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-821 KOPPELING voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-821 KOPPELING voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	66CS24
Diameter	DN900 / 36" / 914,0 mm
Wanddikte	14,30 mm
Druk¹³	66,2 bar
Rekgrens	485 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	1,51 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,51 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 2,07 \times 10^{-7} / \text{km} / \text{jaar}$

¹³

Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-821 KOPPELING gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

5.2 Resultaten voor leiding A-821 KOPPELING

5.2.1 Plaatsgebonden risico

De PR-contouren van leiding A-821 KOPPELING zijn weergegeven in Figuur 7. De donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-821 KOPPELING heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 7: De PR-contouren van leiding A-821 KOPPELING.

5.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-821 KOPPELING zijn weergegeven in Figuur 8. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding is ongeveer 325 m.



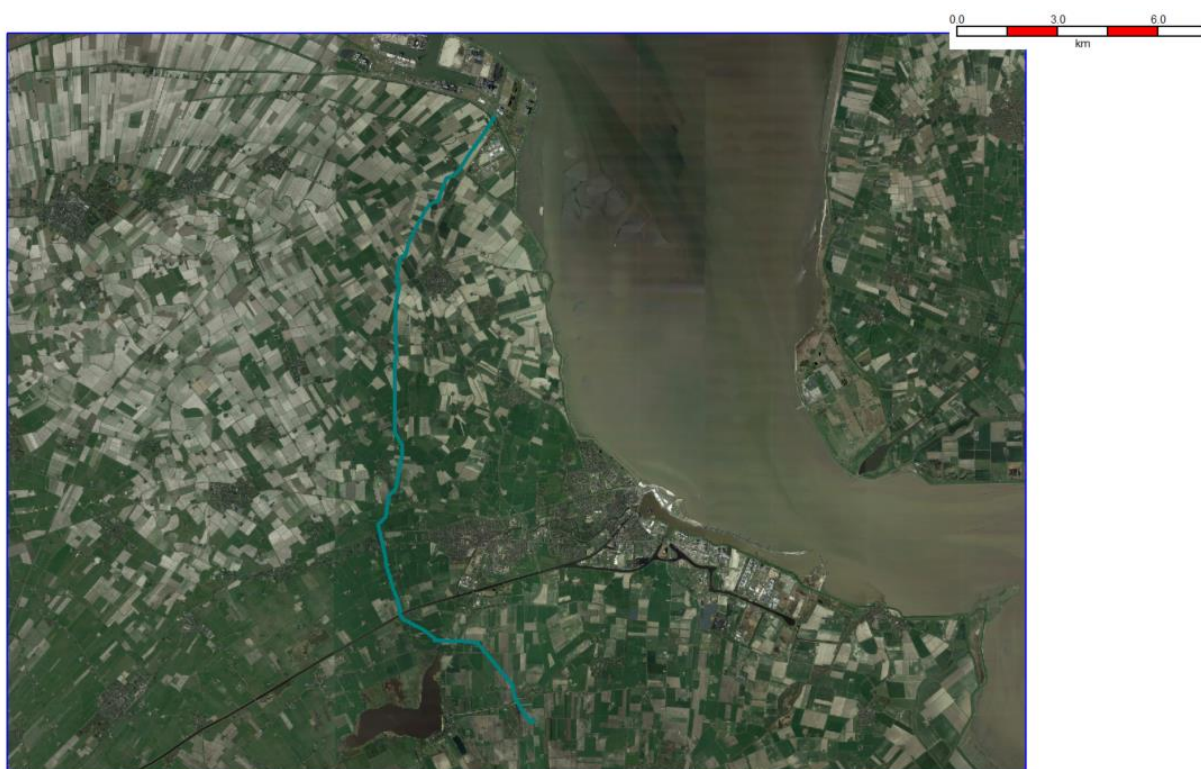
Figuur 8: De warmtestralingscontouren van leiding A-821 KOPPELING.

6 Leiding A-815

Leiding A-815 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema EEMSHAVEN H2 S-410 en het nieuwe schema TJUCHEM-ZUID H2 S-425. Voor leiding A-815 zijn er nog 3 alternatieven:

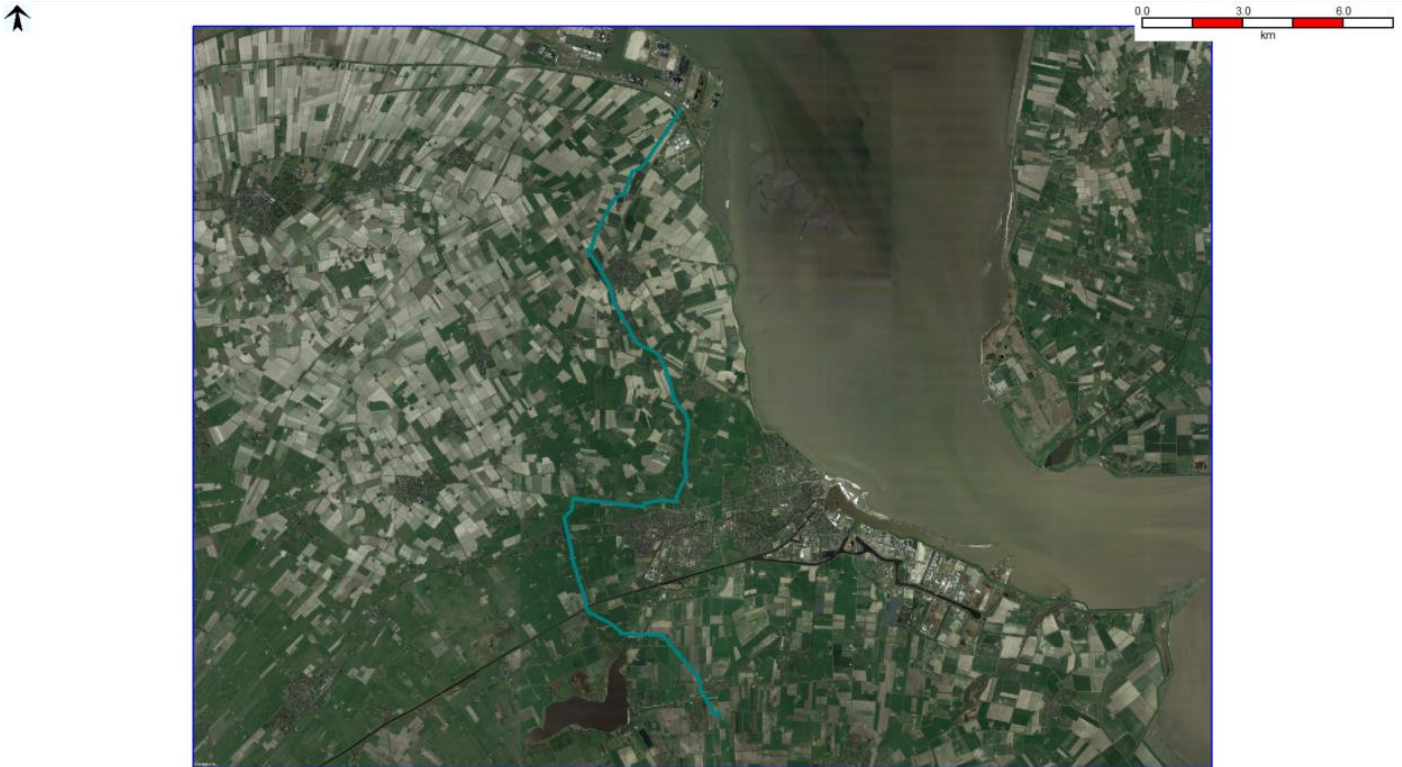
- ALTERNATIEF BASIS;
- ALTERNATIEF N33;
- ALTERNATIEF WATERLEIDING.

De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) is weergegeven in Figuur 9.



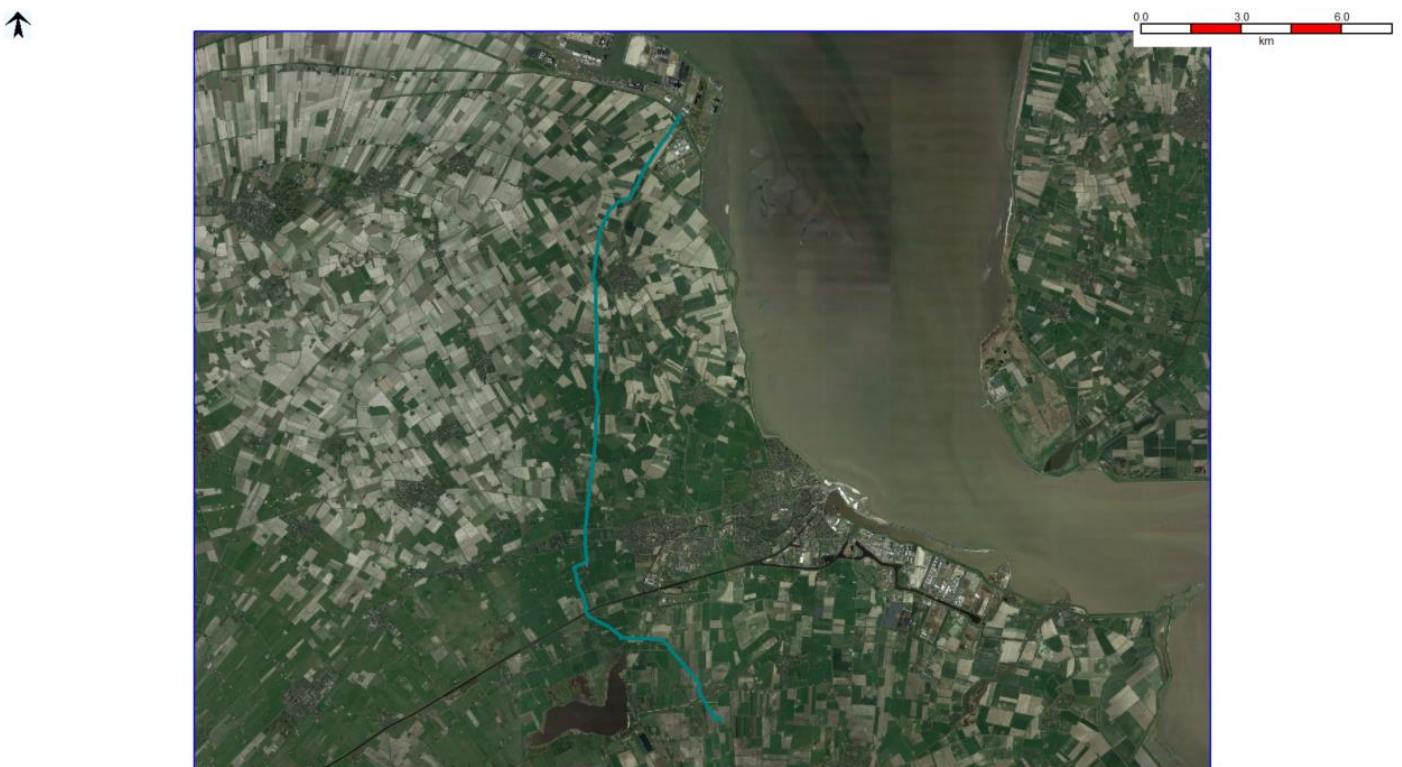
Figuur 9: De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS).

De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33).

De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: De ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING).

Leiding A-815 is een 42" (= 1067,0 mm) leiding. Leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) heeft een lengte van ongeveer 21961 m. Leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) heeft een lengte van ongeveer 26021 m. Leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) heeft een lengte van ongeveer 21727 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

6.1 Uitgangspunten voor leiding A-815

De uitgangspunten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS), de uitgangspunten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) en de uitgangspunten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) zijn gelijk.

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-815 zijn weergegeven in Tabel 11. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-815 zijn weergegeven in Tabel 12. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 11: De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-815.

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 V, deel 3 van [5])	1067,0	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 12: De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-815.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-815 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-815 is uitgegaan van leidingklasse 66CS23.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	66CS23
Diameter	DN1050 / 42" / 1067,0 mm
Wanddikte	13,70 mm
Druk¹⁴	66,2 bar
Rekgrens	485 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	4,02 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	4,02 x 10 ⁻⁶ x 1,155 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 5,52 x 10⁻⁷ / km / jaar

¹⁴ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-815 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

6.2 Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS)

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) is weergegeven in Bijlage B.1. In Bijlage B.1 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS).

6.2.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 12. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) zonder windturbines heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 12: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) zonder windturbines.

6.2.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) met windturbines zijn weergegeven in Figuur 13 en Figuur 14. De paarse contour is de PR 10^{-5} per jaar contour van de leiding, de rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 13: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) met windturbines.



Figuur 14: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) met windturbines. Zie Figuur 13 voor de legenda.

6.2.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) zijn weergegeven in Figuur 15. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het

brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 400 m.



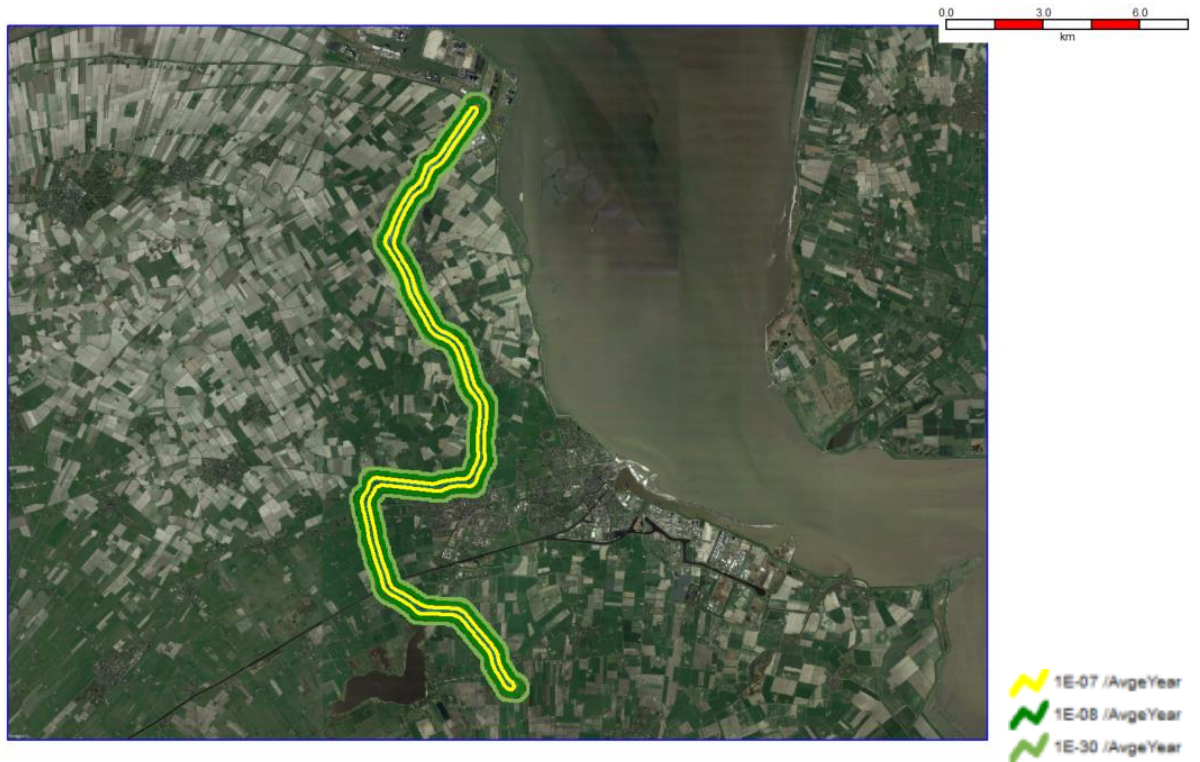
Figuur 15: De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS).

6.3 Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33)

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en geronde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) is weergegeven in Bijlage B.2. In Bijlage B.2 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33).

6.3.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 16. De gele contour is de PR 10⁻⁷ per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10⁻⁸ per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10⁻³⁰ per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) zonder windturbines heeft geen PR 10⁻⁶ per jaar contour.



Figuur 16: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33).

6.3.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

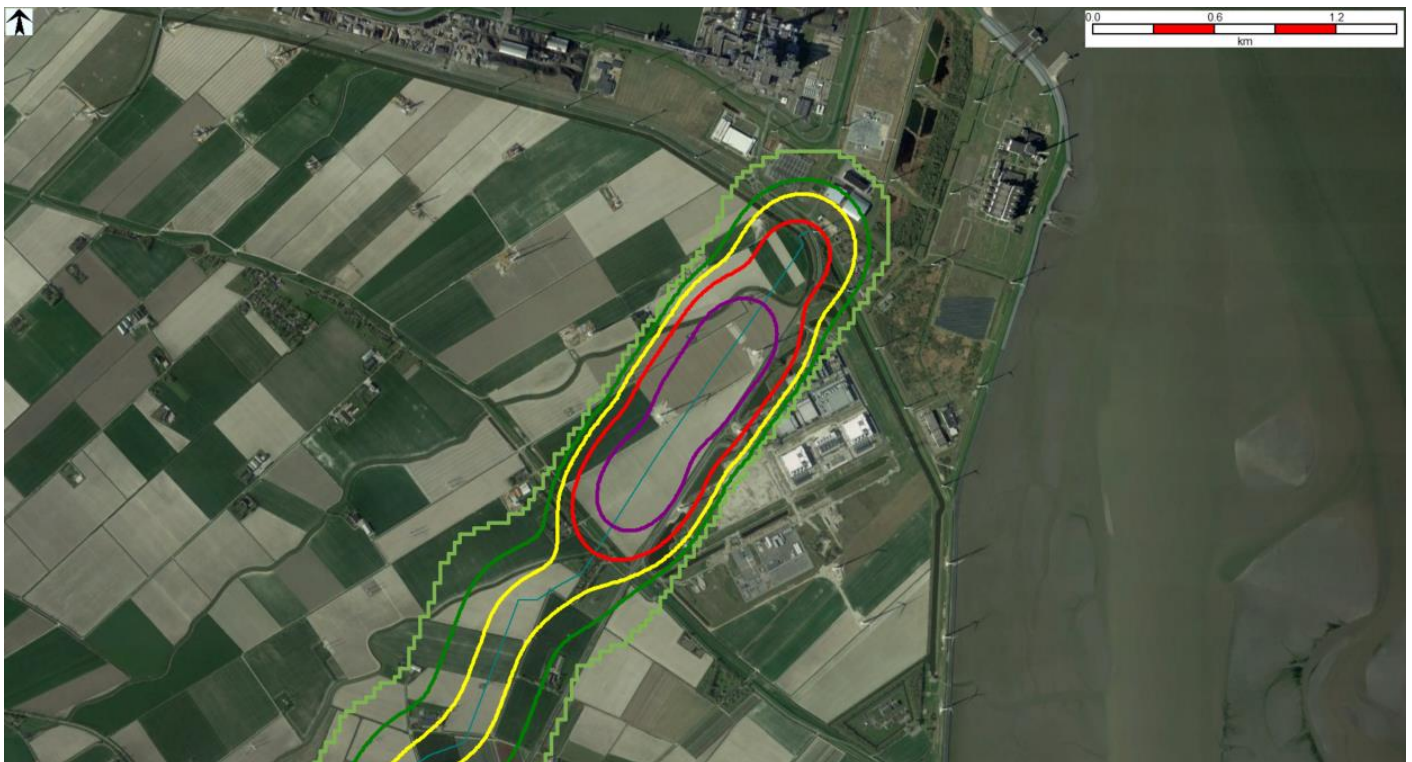
De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) met windturbines zijn weergegeven in Figuur 17 en Figuur 18. De paarse contour is de PR 10^{-5} per jaar contour van de leiding, de rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).¹⁵

¹⁵

Daar waar de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding ontstaat, is de ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) gelijk aan de ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS). Figuur 18 is daarom gelijk aan Figuur 14.



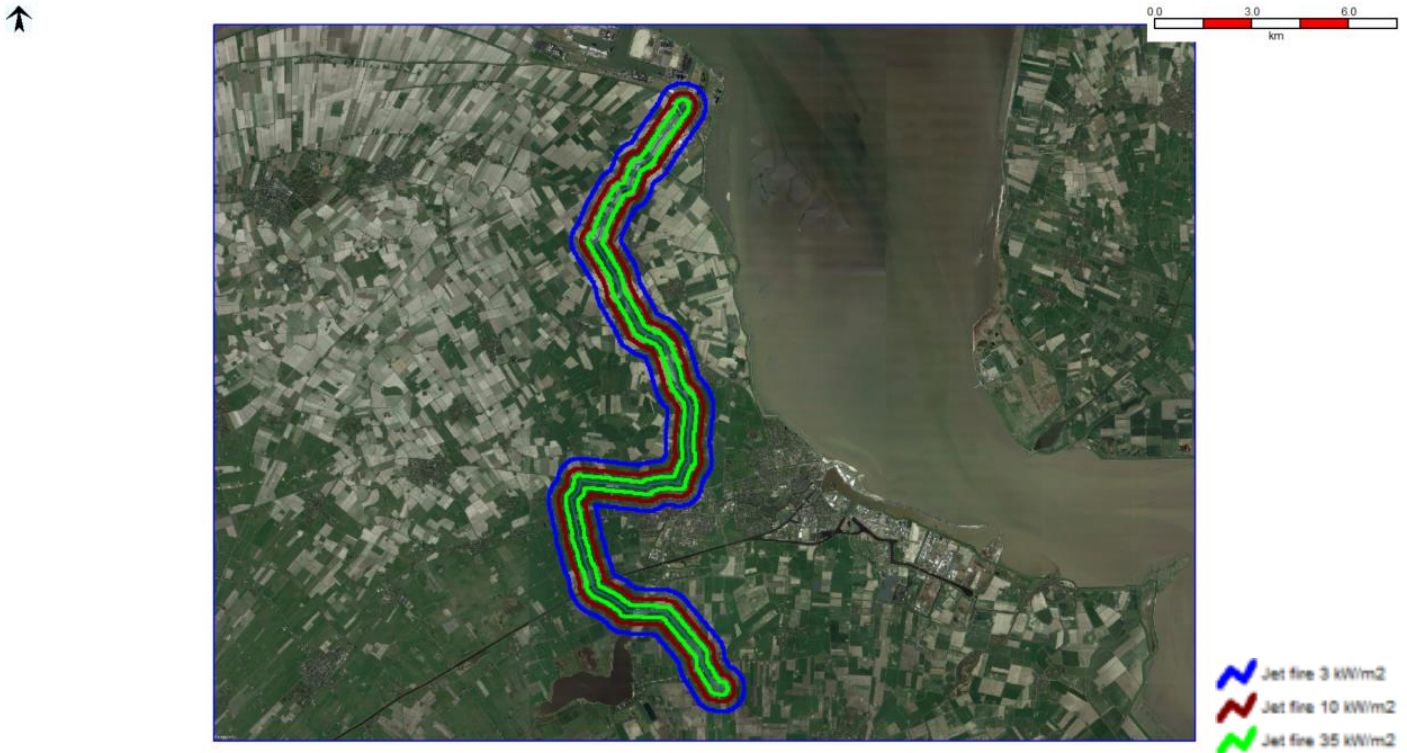
Figuur 17: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) met windturbines.



Figuur 18: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) met windturbines. Zie Figuur 17 voor de legenda.

6.3.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) zijn weergegeven in Figuur 19. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 400 m.



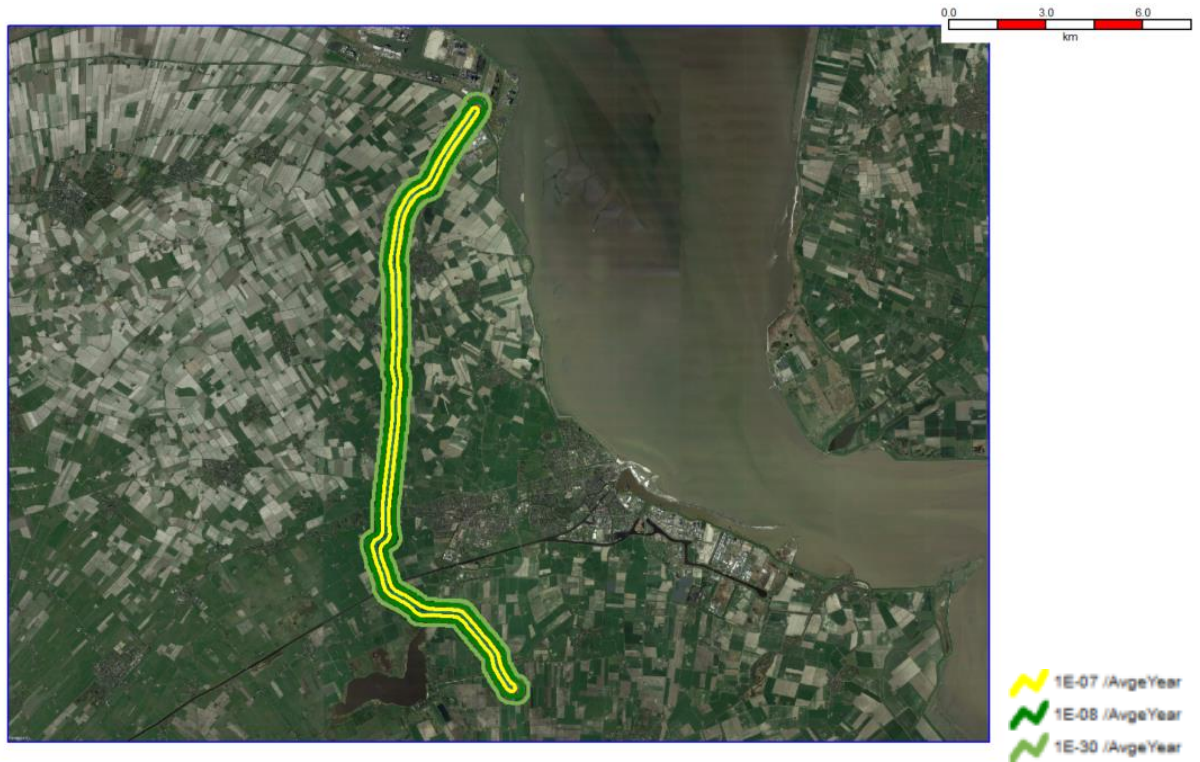
Figuur 19: De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF N33).

6.4 Resultaten voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING)

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en geronde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) is weergegeven in Bijlage B.3. In Bijlage B.3 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING).

6.4.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 20. De gele contour is de PR 10⁻⁷ per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10⁻⁸ per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10⁻³⁰ per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) zonder windturbines heeft geen PR 10⁻⁶ per jaar contour.



Figuur 20: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) zonder windturbines.

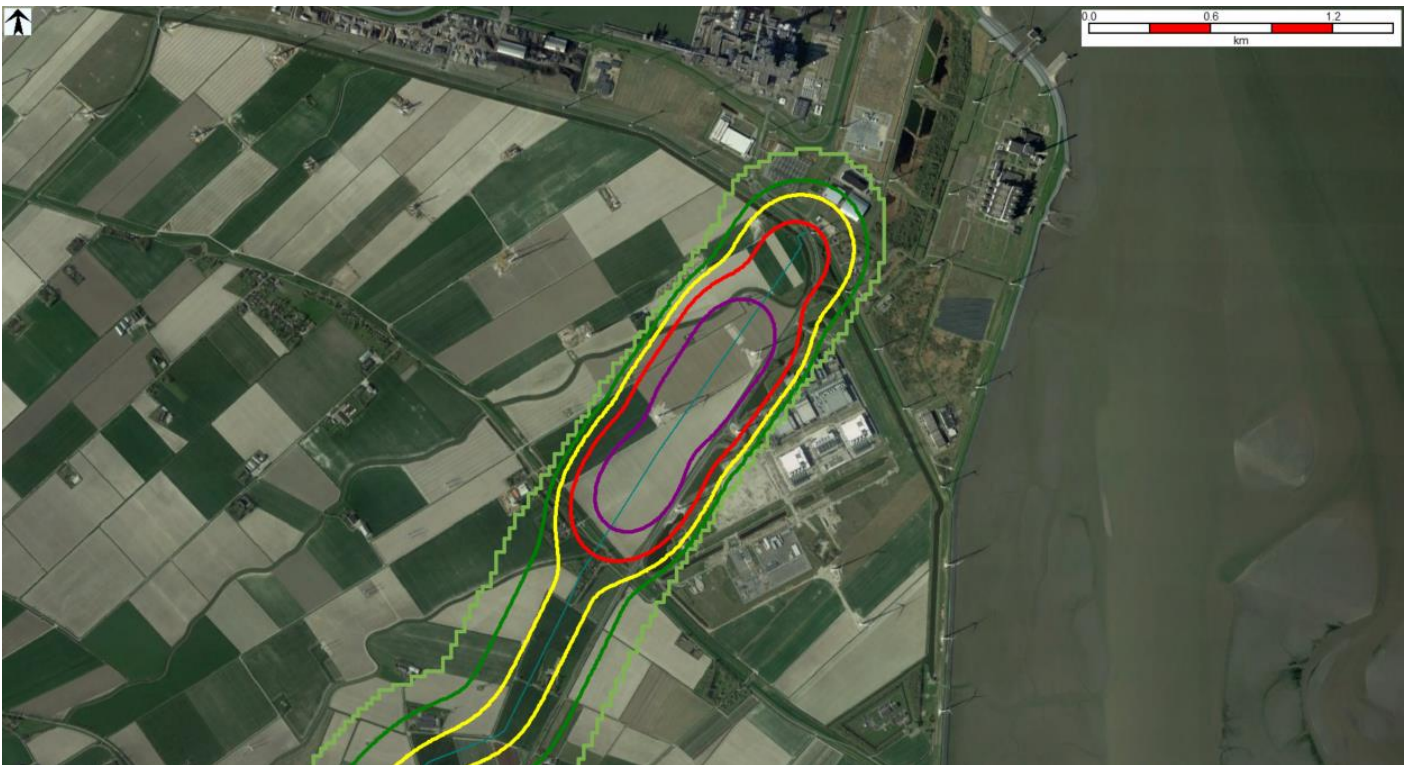
6.4.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) met windturbines zijn weergegeven in Figuur 21 en Figuur 22. De paarse contour is de PR 10^{-5} per jaar contour van de leiding, de rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).¹⁶

¹⁶ Daar waar de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding ontstaat, is de ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) gelijk aan de ligging van leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS). Figuur 22 is daarom gelijk aan Figuur 14.



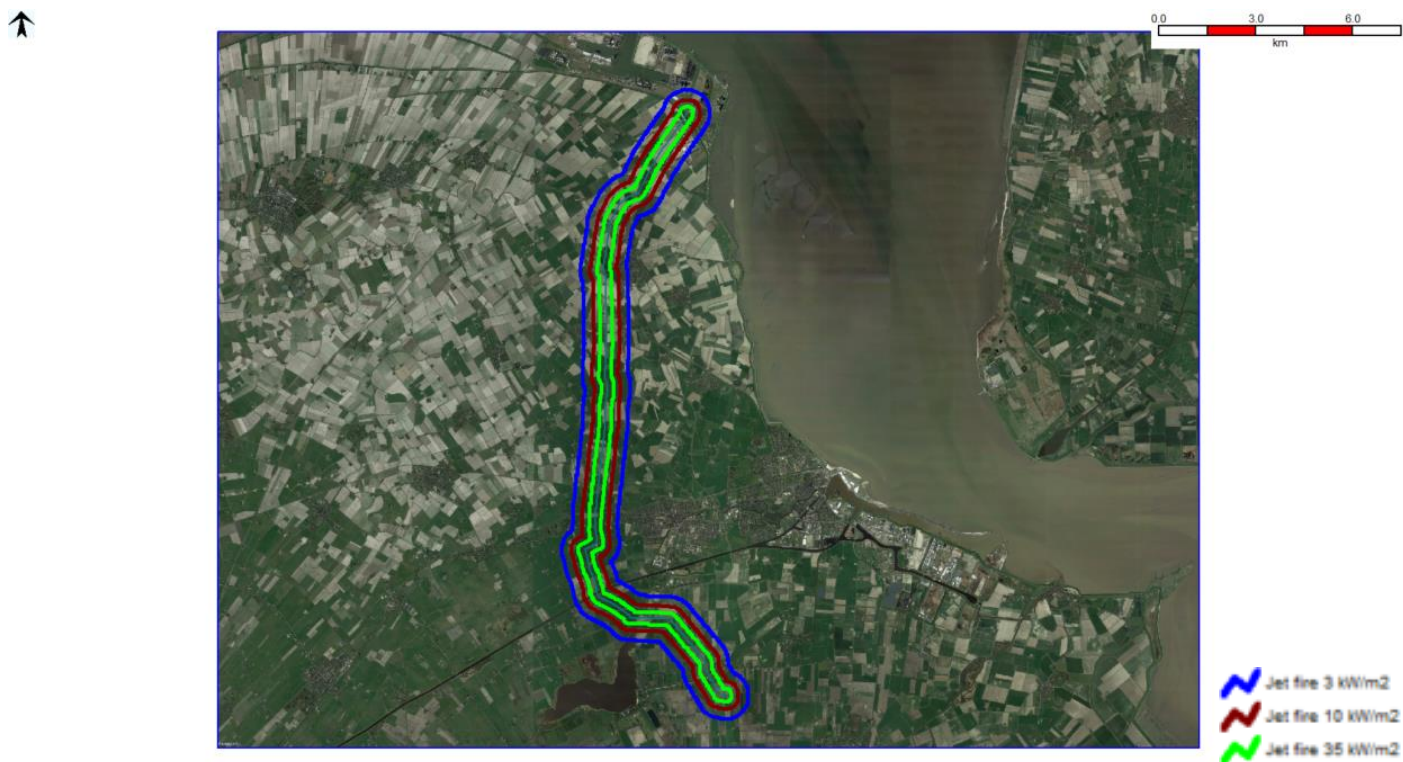
Figuur 21: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) met windturbines.



Figuur 22: De PR-contouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) met windturbines. Zie Figuur 21 voor de legenda.

6.4.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

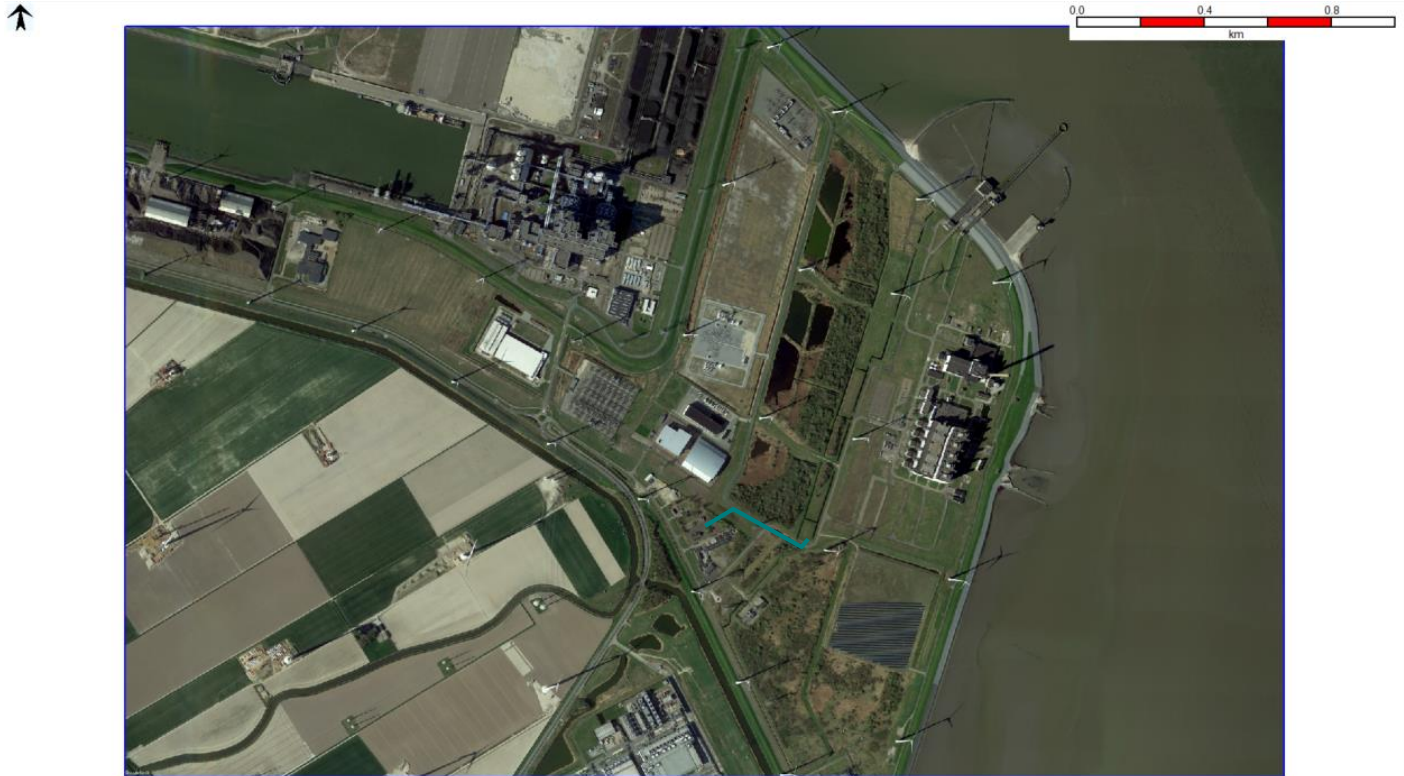
De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) zijn weergegeven in Figuur 23. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 400 m.



Figuur 23: De warmtestralingscontouren van leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING).

7 Leiding A-815-02

Leiding A-815-02 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema EEMSHAVEN H2 S-410 en ENGIE INVOEDING H2. De ligging van leiding A-815-02 is weergegeven in Figuur 24.



Figuur 24: De ligging van leiding A-815-02.

Leiding A-815-02 is een 16" (= 406,4 mm) leiding. Leiding A-815-02 heeft een lengte van ongeveer 378 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

7.1 Uitgangspunten voor leiding A-815-02

De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-815-02 zijn weergegeven in Tabel 14. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-815-02 zijn weergegeven in Tabel 15. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 14: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-815-02.

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 V, deel 3 van [5])	406,4	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 15: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-815-02.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-815-02 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-815-02 is uitgegaan van leidingklasse 80CS24.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815-02 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815-02 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	80CS24
Diameter	DN400 / 16" / 406,4 mm
Wanddikte	8,90 mm
Druk¹⁷	66,2 bar
Rekgrens	415 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	1,64 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,64 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 2,25 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$

¹⁷ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-815-02 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

7.2 Resultaten voor leiding A-815-02

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-815-02 additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-02 is weergegeven in Bijlage B.4. In Bijlage B.4 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-815-02.

7.2.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-815-02 zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 25. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-815-02 zonder windturbines heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 25: De PR-contouren van leiding A-815-02 zonder windturbines.

7.2.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

De PR-contouren van leiding A-815-02 met windturbines zijn weergegeven in Figuur 26. De rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 26: De PR-contouren van leiding A-815-02 met windturbines.

7.2.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-815-02 zijn weergegeven in Figuur 27. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 170 m.



Figuur 27: De warmtestralingscontouren van leiding A-815-02.

8 Leiding A-815-03

Leiding A-815-03 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema EEMSHAVEN H2 S-410 en RWE INVOEDING H2. De ligging van leiding A-815-03 is weergegeven in Figuur 28.



Figuur 28: De ligging van leiding A-815-03.

Leiding A-815-03 is een 4" (= 114,3 mm) leiding. Leiding A-815-03 heeft een lengte van ongeveer 1162 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

8.1 Uitgangspunten voor leiding A-815-03

De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-815-03 zijn weergegeven in Tabel 17. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-815-03 zijn weergegeven in Tabel 18. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 17: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-815-03.

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 V, deel 3 van [5])	114,3	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 18: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-815-03.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-815-03 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-815-03 is uitgegaan van leidingklasse 80CS24.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815-03 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 19.

Tabel 19: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-815-03 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	80CS24
Diameter	DN100 / 4" / 114,3 mm
Wanddikte	6,00 mm
Druk¹⁸	66,2 bar
Rekgrens	245 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	3,96 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$3,96 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 5,44 \times 10^{-6}$ / km / jaar

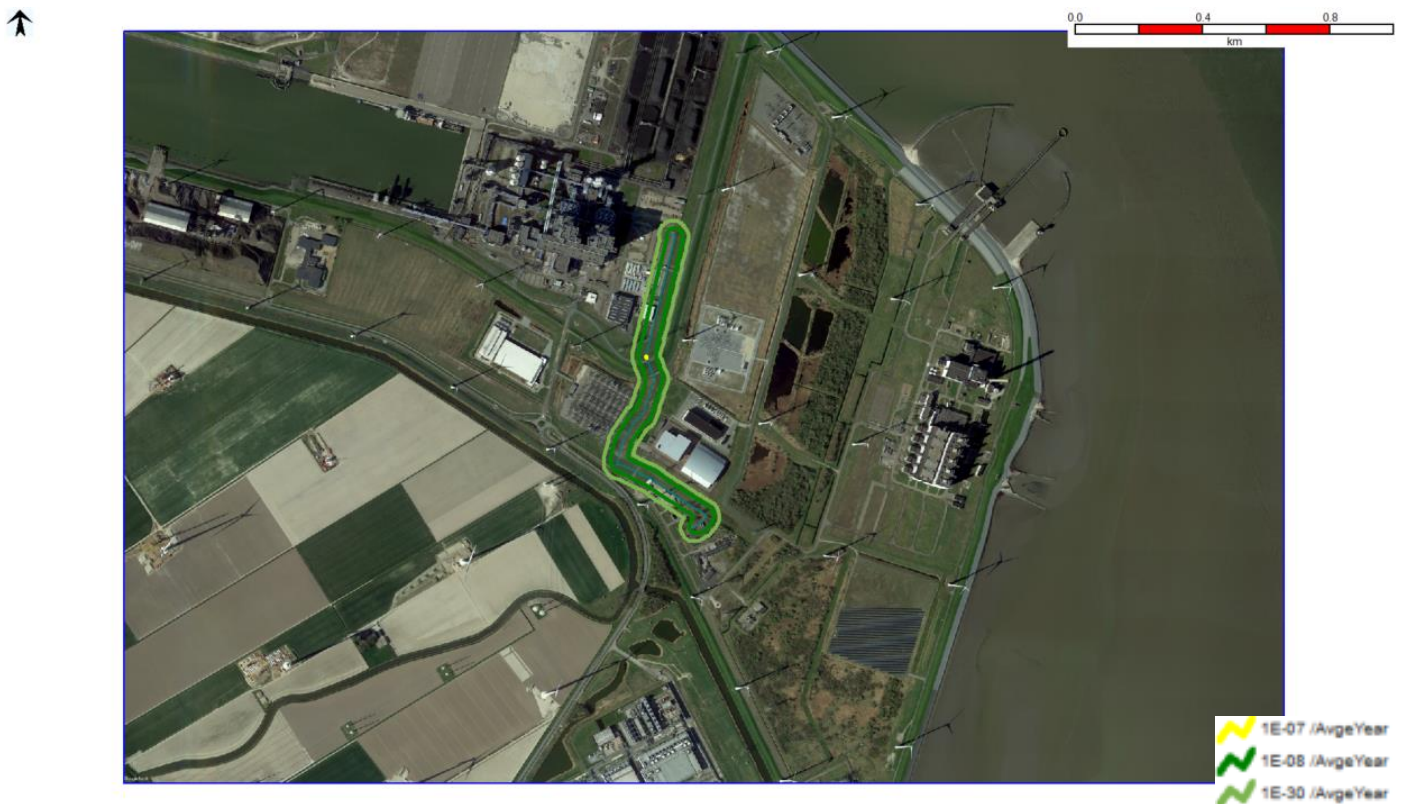
¹⁸ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-815-03 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

8.2 Resultaten voor leiding A-815-03

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-815-03 additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-03 is weergegeven in Bijlage B.5. In Bijlage B.5 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-815-03.

8.2.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-815-03 zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 29. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-815-03 zonder windturbines heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 29: De PR-contouren van leiding A-815-03 zonder windturbines.

8.2.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

De PR-contouren van leiding A-815-03 met windturbines zijn weergegeven in Figuur 30. De rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contouren zijn de PR 10^{-7} per jaar contouren van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 30: De PR-contouren van leiding A-815-03 met windturbines.

8.2.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-815-03 zijn weergegeven in Figuur 31. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 45 m.



Figuur 31: De warmtestralingscontouren van leiding A-815-03.

9 Leiding A-816

Leiding A-816 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema TJUCHEM-ZUID H2 S-425 en het nieuwe schema DELFZIJL H2 S-430. De ligging van leiding A-816 is weergegeven in Figuur 32.



Figuur 32: De ligging van leiding A-816.

Leiding A-816 is een 16" (= 406,4 mm) leiding. Leiding A-816 heeft een lengte van ongeveer 10062 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

9.1 Uitgangspunten voor leiding A-816

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-816 zijn weergegeven in Tabel 20. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-816 zijn weergegeven in Tabel 21. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 20: De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-816.

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 V, deel 3 van [5])	406,4	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 21: De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-816.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-816 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-816 is uitgegaan van leidingklasse 80CS24.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-816 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-816 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	80CS24
Diameter	DN400 / 16" / 406,4 mm
Wanddikte	8,90 mm
Druk¹⁹	66,2 bar
Rekgrens	415 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	1,64 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,64 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 2,25 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$

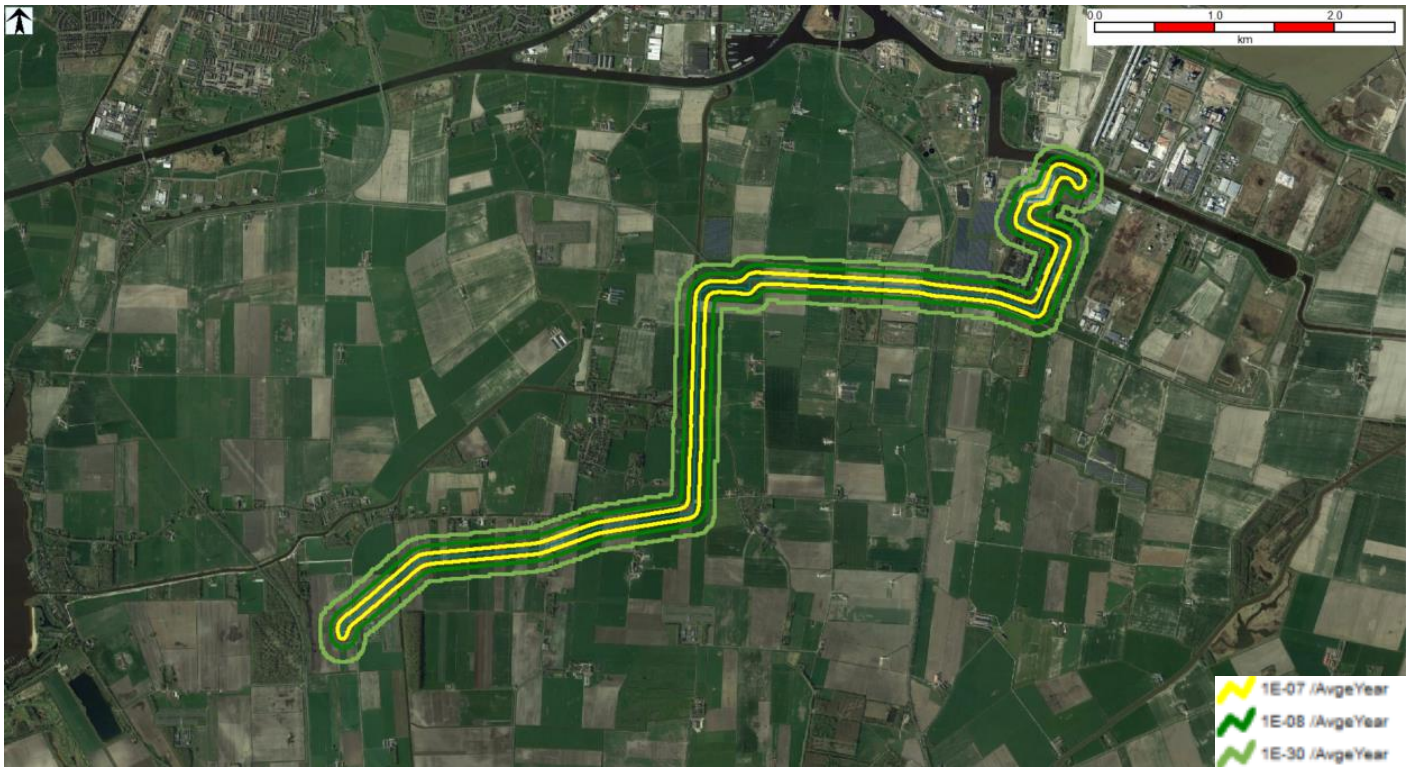
¹⁹ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-816 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

9.2 Resultaten voor leiding A-816

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-816 additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816 is weergegeven in Bijlage B.6. In Bijlage B.6 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-816.

9.2.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

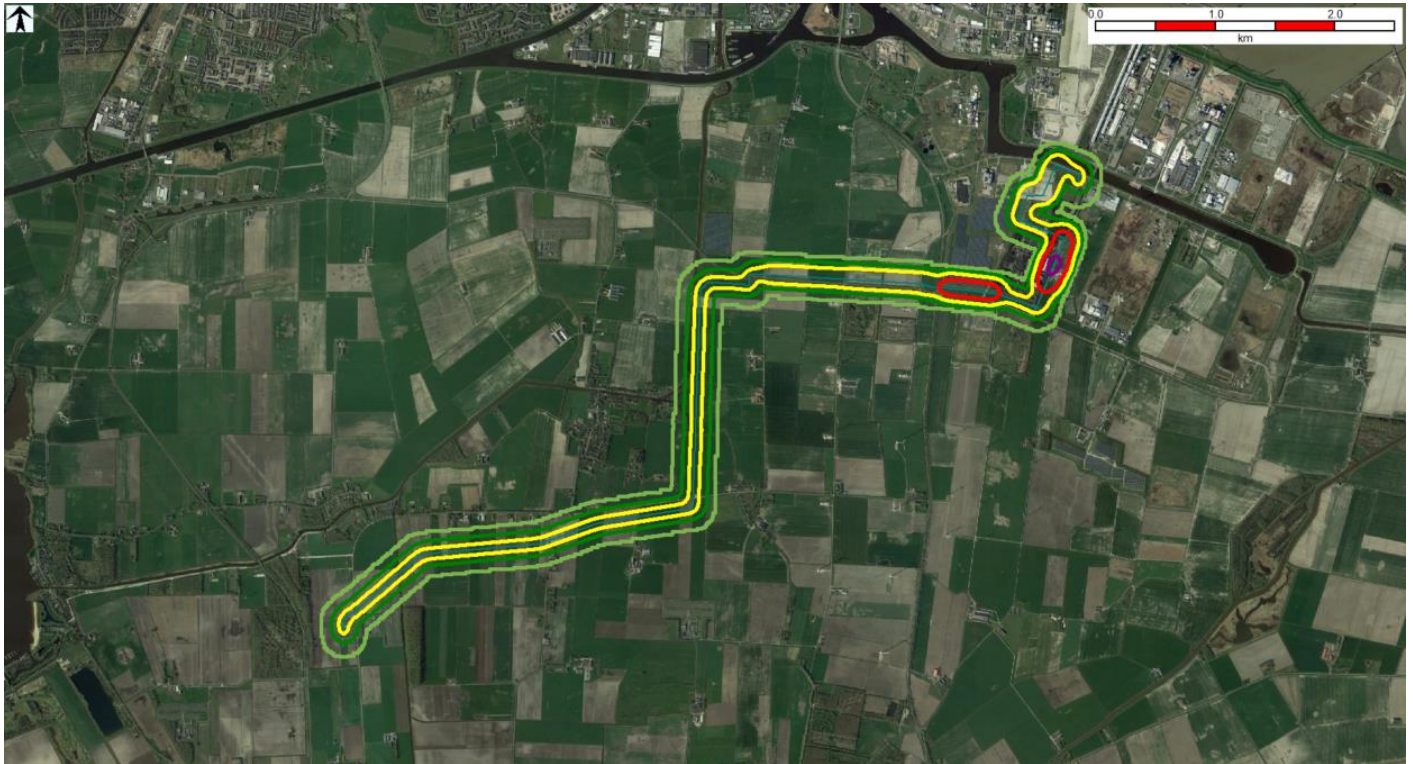
De PR-contouren van leiding A-816 zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 33. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-816 zonder windturbines heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



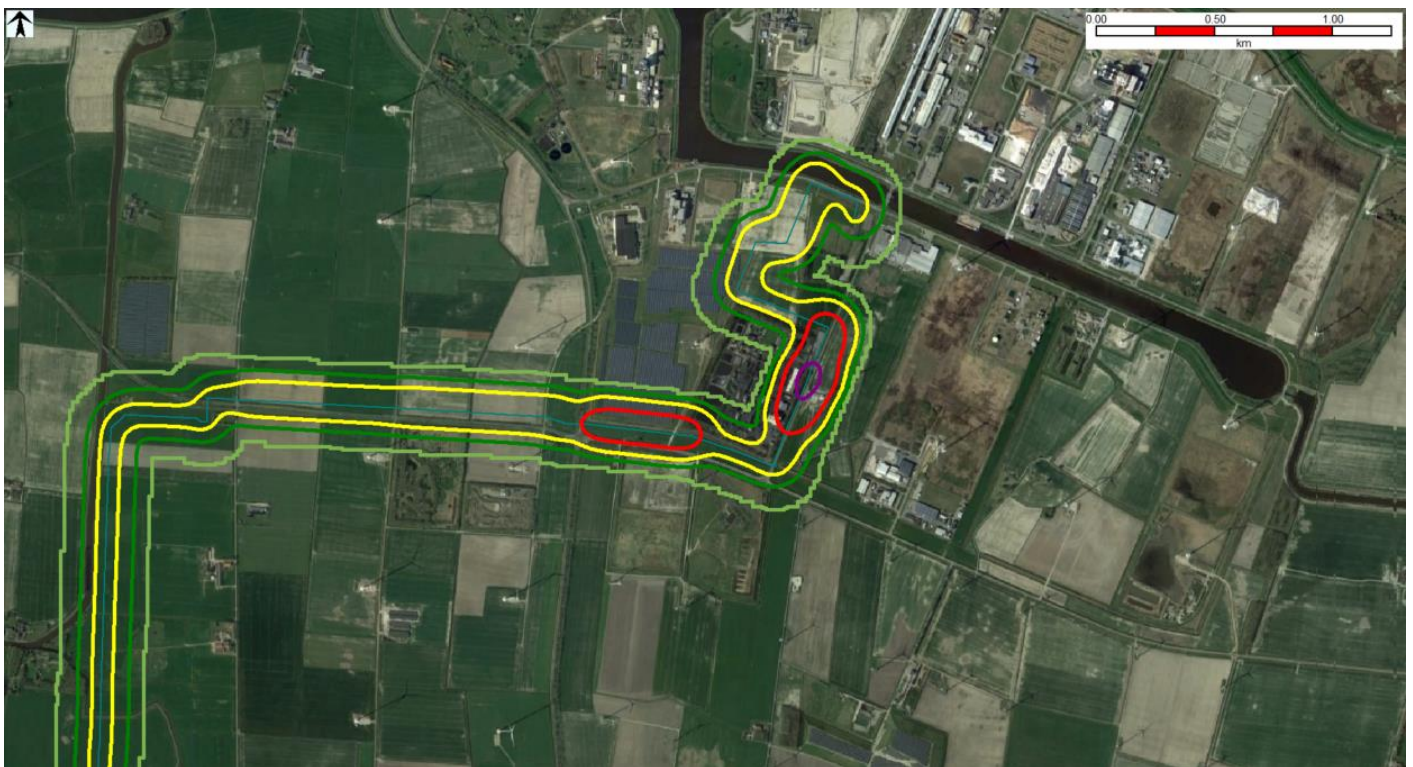
Figuur 33: De PR-contouren van leiding A-816 zonder windturbines.

9.2.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

De PR-contouren van leiding A-816 met windturbines zijn weergegeven in Figuur 34 en Figuur 35. De paarse contour is de 10^{-5} per jaar contour van de leiding, de rode contouren zijn de PR 10^{-6} contouren van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



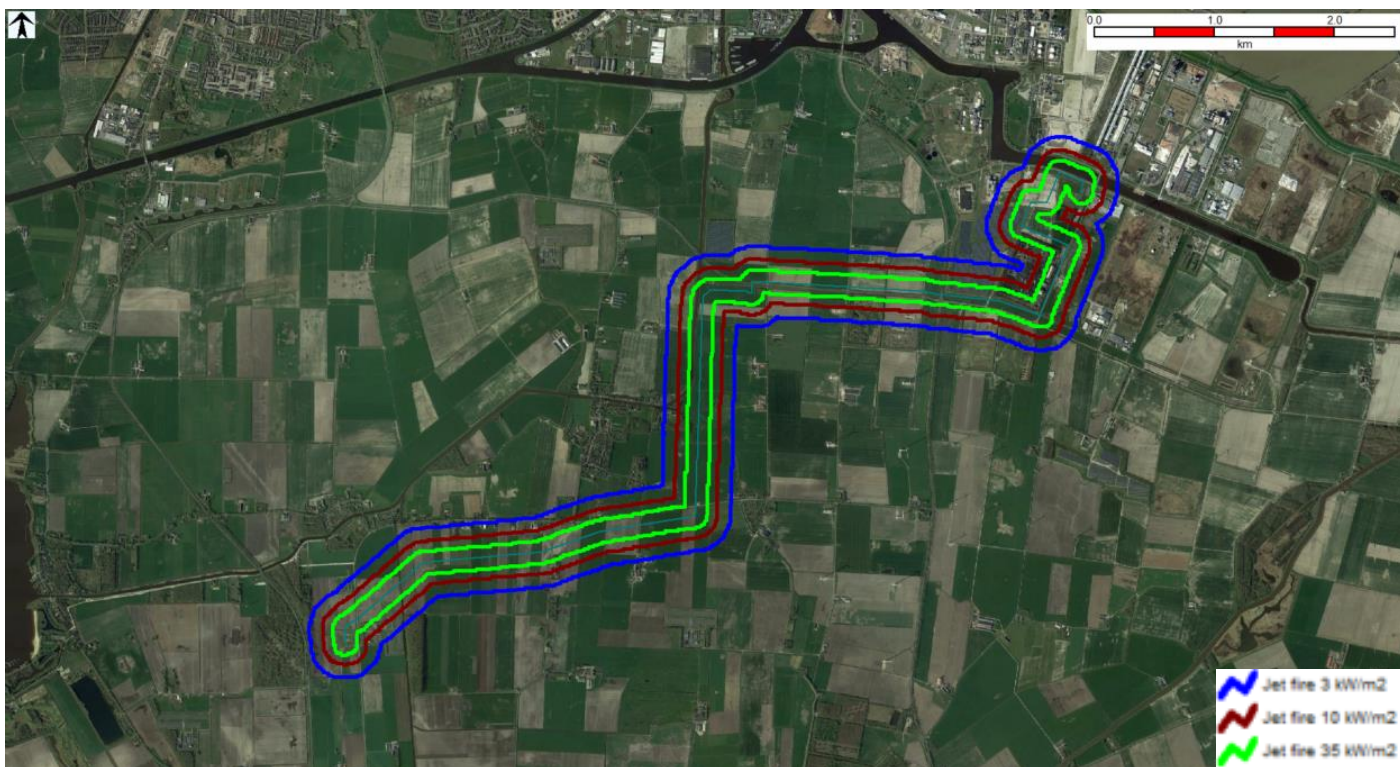
Figuur 34: De PR-contouren van leiding A-816 met windturbines.



Figuur 35: De PR-contouren van leiding A-816 met windturbines. Zie Figuur 34 voor de legenda.

9.2.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-816 zijn weergegeven in Figuur 36. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de 10 kW / m² contour van de leiding is ongeveer 180 m.



Figuur 36: De warmtestralingscontouren van leiding A-816.

10 Leiding A-816-01

Leiding A-816-01 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema DELFZIJL H2 S-430 en het nieuwe schema BIOMCN H2 S-445. Voor leiding A-816-01 zijn er nog 2 alternatieven:

- leiding A-816-01 van conventioneel staal;
- leiding A-816-01 van groen staal.

De ligging van leiding A-816-01 is weergegeven in Figuur 37.



Figuur 37: De ligging van leiding A-816-01.

Leiding A-816-01 is een 12" (= 323,9 mm) leiding. Leiding A-816-01 heeft een lengte van ongeveer 2400 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. Een deel van de leiding ligt ondergronds en een deel van de leiding ligt bovengronds. De diepteligging van het ondergrondse deel van de leiding is 1,00 m.²⁰

10.1 Uitgangspunten voor leiding A-816-01

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 zijn weergegeven in Tabel 23. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van het ondergrondse deel van leiding A-816-01 zijn weergegeven in Tabel 24. 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 A-816-01 zijn weergegeven in Tabel 25. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het

²⁰

De diepteligging van de nieuwe leidingen is 1,25 m met uitzondering van de diepteligging van het ondergrondse deel van leiding A-816-01. De diepteligging van het ondergrondse deel van leiding A-816-01 is 1,00 m.

scenario breuk van het bovengrondse deel van leiding A-816-01 zijn weergegeven in Tabel 26. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 23: De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01.

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 V, deel 3 van [5])	323,9	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,00	Clay (aanname)

Tabel 24: De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van het ondergrondse deel van leiding A-816-01.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Tabel 25: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor het bovengrondse deel van leiding A-816-01.

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 V, deel 3 van [5])	323,9	1,00 (conform Module V, deel 3 van [5])	Horizontal (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Above ground (conform Module V, deel 3 van [5])	-	-

Tabel 26: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van het bovengrondse deel van leiding A-816-01.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de (basis) faalfrequenties aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal is uitgegaan van een basis faalfrequentie van $4,22 \times 10^{-5}$ / km / jaar. Voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van groen staal is uitgegaan van een basis faalfrequentie van $3,46 \times 10^{-6}$ / km / jaar.

De basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷, en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 27.

De basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van groen staal is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷, en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van groen staal voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 28.

Zowel voor het bovengrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal als voor het bovengrondse deel van leiding A-816-01 van groen staal is uitgegaan van een faalfrequentie van $8,10 \times 10^{-6}$ / km / jaar. De faalfrequentie voor het bovengrondse deel van leiding A-816-01 is niet gecorrigeerd.

Tabel 27: De correctie van de basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	80CS24
Diameter	DN300 / 12" / 323,9 mm
Wanddikte	7,10 mm
Druk ²¹	66,2 bar
Rekgrens	415 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	4,22 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,00 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1) = 2,104)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	4,22 x 10 ⁻⁵ x 2,104 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 1,06 x 10⁻⁵ / km / jaar

Tabel 28: De correctie van de basis faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van groen staal conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	-
Diameter	DN300 / 12" / 323,9 mm
Wanddikte	11,00 mm
Druk ²¹	66,2 bar
Rekgrens	290 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	3,46 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,00 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,00) = 2,104)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰

²¹ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-816-01 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$3,46 \times 10^{-6} \times 2,104 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 8,66 \times 10^{-7} / \text{km} / \text{jaar}$

10.2 Resultaten voor leiding A-816-01 van conventioneel staal

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-816-01 additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01 is weergegeven in Bijlage B.7. In Bijlage B.7 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-816-01.

10.2.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 38. De rode contouren zijn de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 38: De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines.

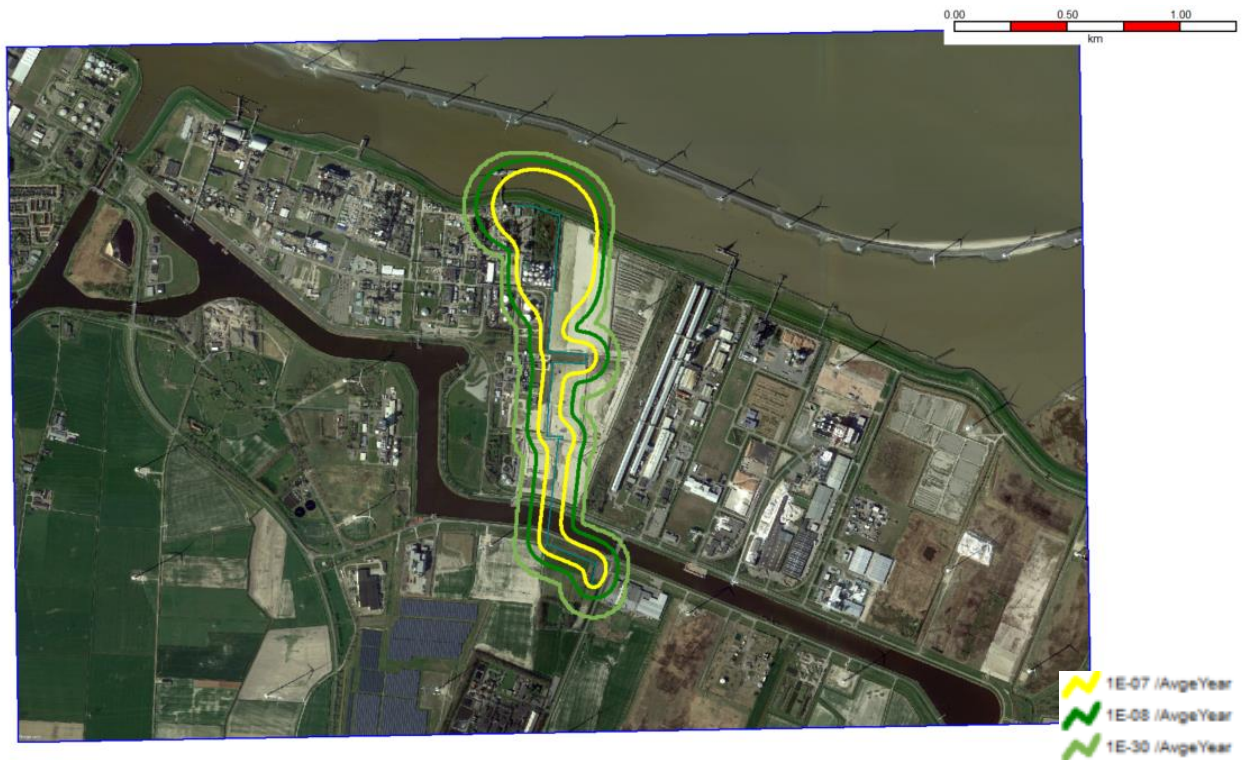
Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding).

In overleg met Hynetwork Services B.V. is een maatregel in cluster 5 genomen, te weten striktere begeleiding van werkzaamheden (SBW). De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines en met SBW zijn berekend. Hierbij is uitgegaan van:

- een correctiefactor voor de maatregel in cluster 5 conform Module V, deel 1 van [5] van $(0,400 \times 0,833)^{-1} / 7,5 = 0,400$;
- een totale voor de diepteligging en de maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie voor het ondergrondse deel van leiding A-816-01 van conventioneel staal van $4,22 \times 10^{-6}$ / kilometer / jaar.

De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines en met SBW zijn weergegeven in Figuur 39. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar

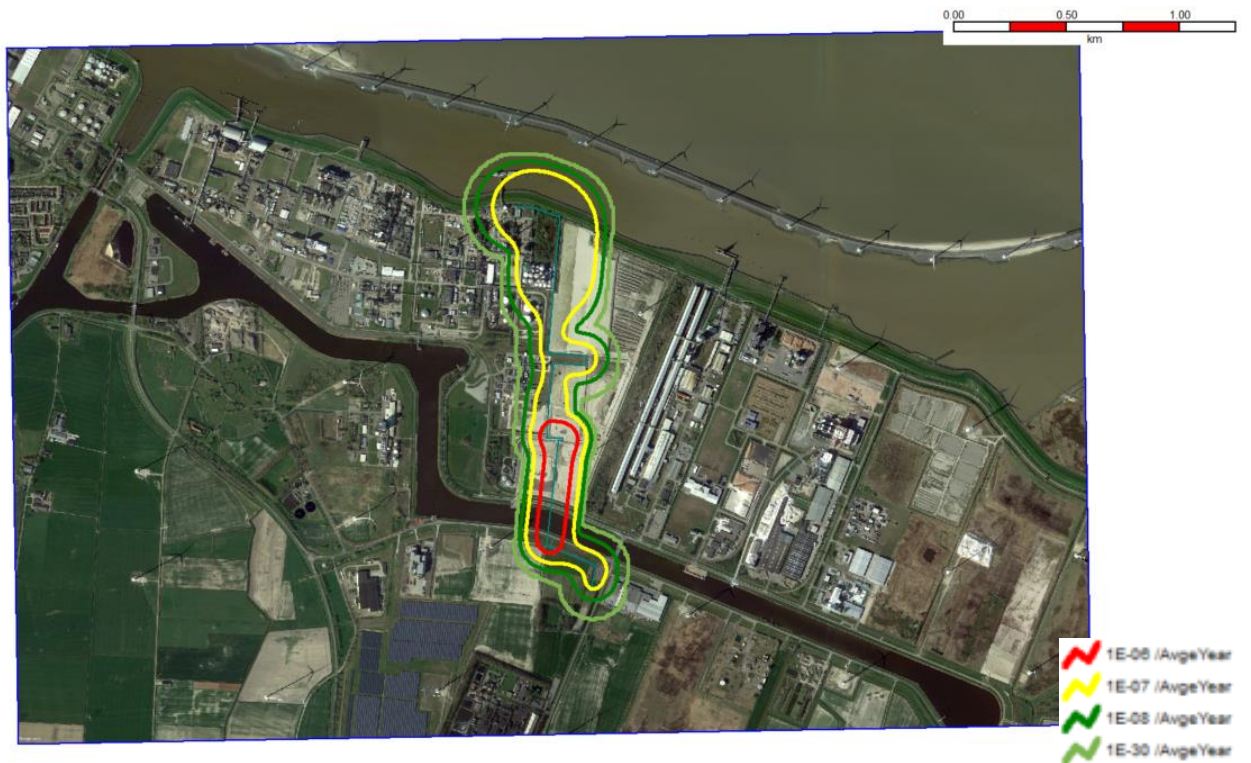
contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines en met SBW heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 39: De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zonder windturbines en met SBW.

10.2.2 Plaatsgebonden risico met windturbines en met SBW

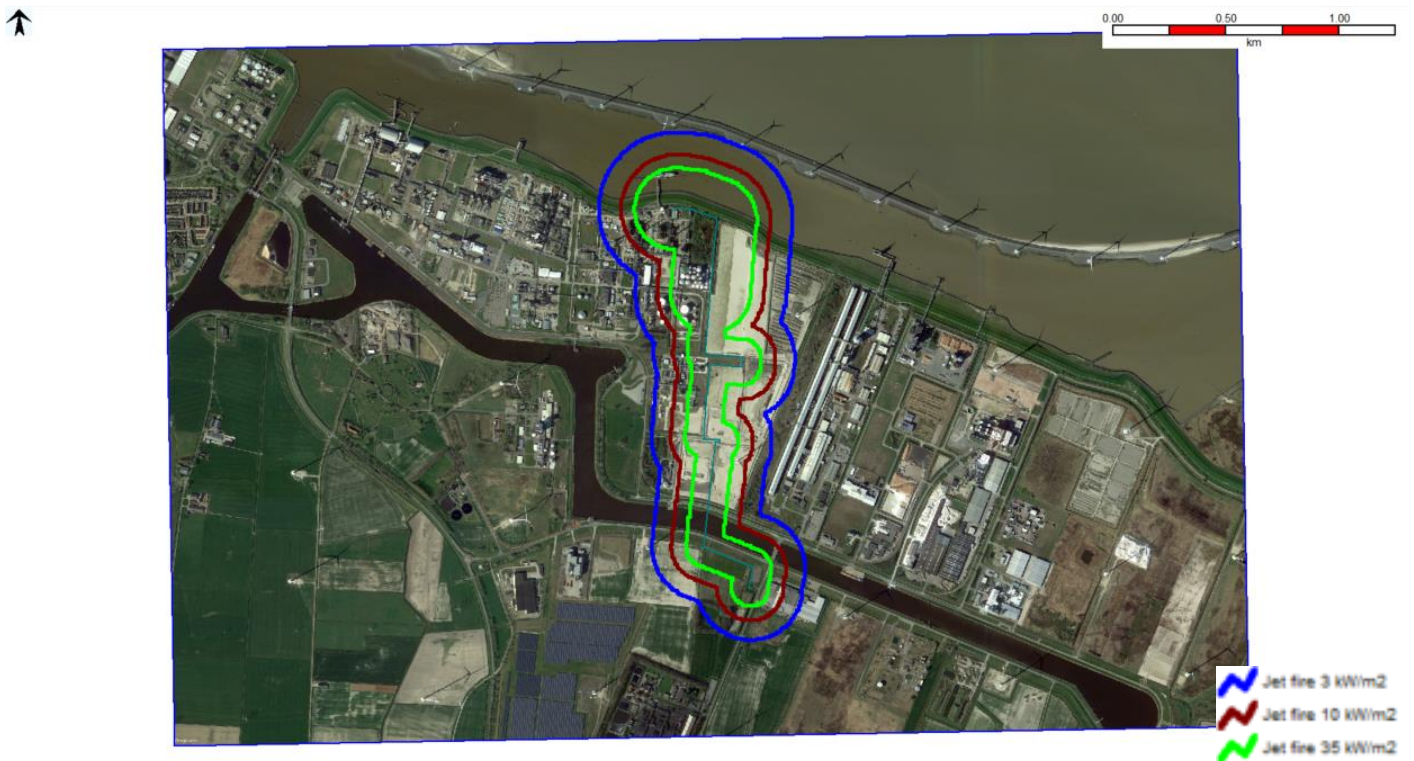
De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal met windturbines en met SBW zijn weergegeven in Figuur 40. De rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 40: De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal met windturbines en met SBW.

10.2.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal zijn weergegeven in Figuur 41. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van het bovengrondse deel van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van het bovengrondse deel van de leiding is ongeveer 240 m. De afstand van het ondergrondse deel van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van het ondergrondse deel van de leiding is ongeveer 145 m.



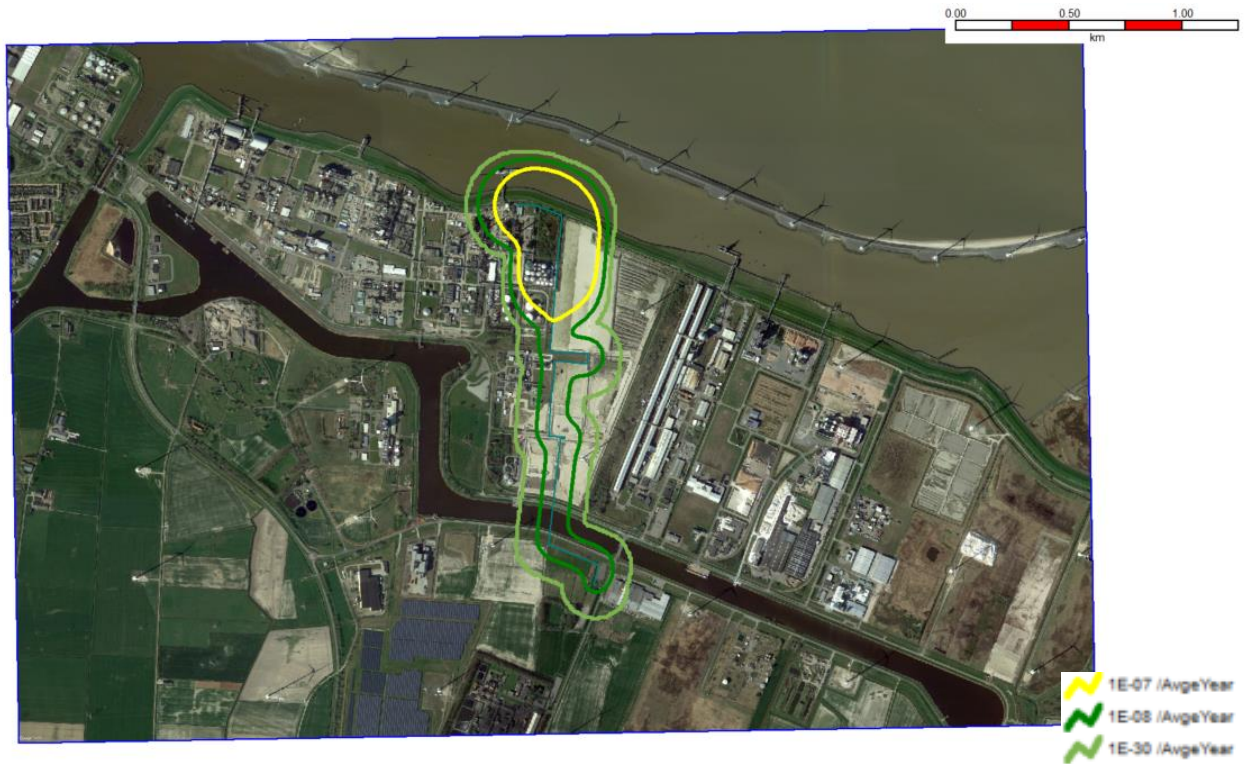
Figuur 41: De warmtestralingscontouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal.

10.3 Resultaten voor leiding A-816-01 van groen staal

Uit [9] blijkt dat voor leiding A-816-01 additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen moeten worden. Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01 is weergegeven in Bijlage B.7. In Bijlage B.7 zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines teruggerekend naar de coördinaten die door Hynetwork Services B.V. zijn aangeleverd voor leiding A-816-01.

10.3.1 Plaatsgebonden risico zonder windturbines

De PR-contouren van leiding A-816-01 van groen staal zonder windturbines zijn weergegeven in Figuur 42. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-816-01 van groen staal zonder windturbines heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 42: De PR-contouren van leiding A-816-01 van groen staal zonder windturbines.

10.3.2 Plaatsgebonden risico met windturbines

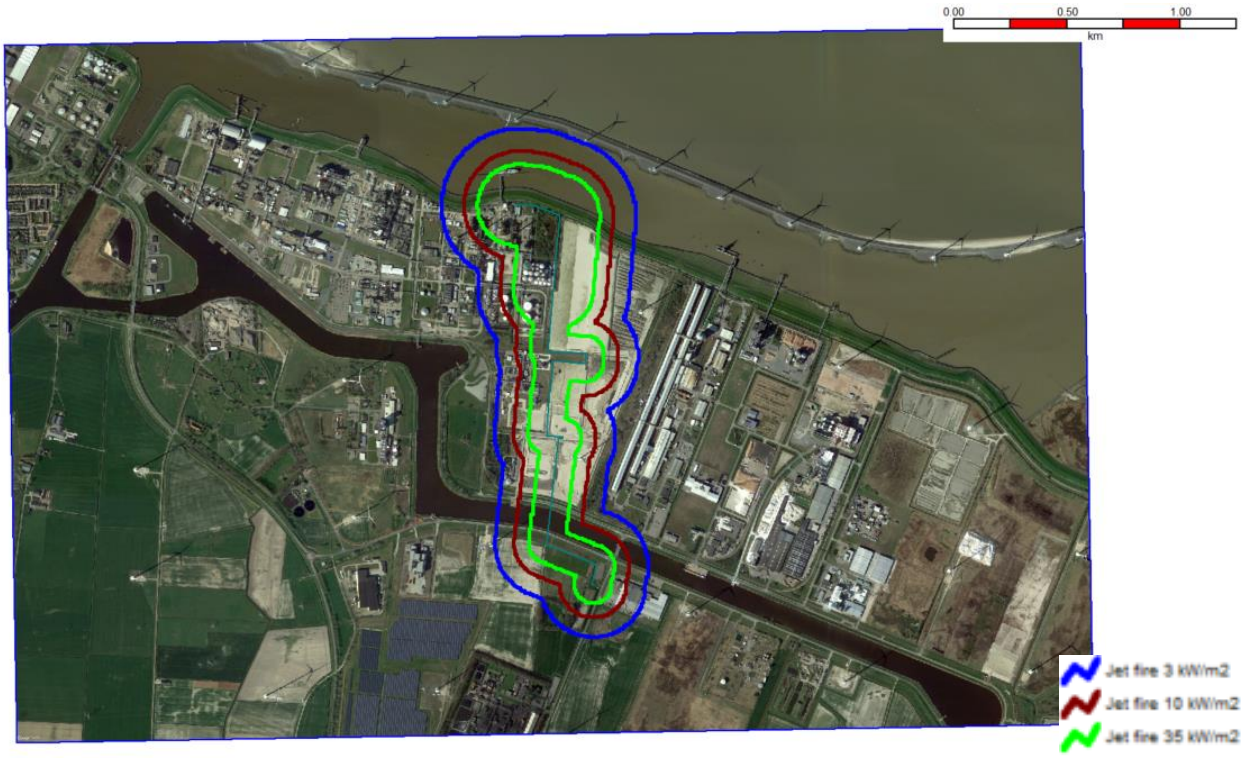
De PR-contouren van leiding A-816-01 van groen staal met windturbines zijn weergegeven in Figuur 43. De rode contour is de PR 10^{-6} per jaar contour van de leiding, de gele contouren zijn de PR 10^{-7} per jaar contouren van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding).



Figuur 43: De PR-contouren van leiding A-816-01 van groen staal met windturbines.

10.3.3 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-816-01 van groen staal zijn weergegeven in Figuur 44. De lichtgroene contour is de 35 kW / m² contour van de leiding, de donkerrode contour is de 10 kW / m² contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de 3 kW / m² contour van de leiding. De afstand van het bovengrondse deel van de leiding tot de 10 kW / m² contour van het bovengrondse deel van de leiding is ongeveer 240 m. De afstand van het ondergrondse deel van de leiding tot de 10 kW / m² contour van het ondergrondse deel van de leiding is ongeveer 145 m.



Figuur 44: De warmtestralingscontouren van leiding A-816-01 van groen staal.

11 Leiding A-817

Leiding A-817 is een leiding tussen het nieuwe schema SCHOONEBEEK H2 S-443 en het nieuwe schema GZI NEXT S-458 en bestaat uit:

- een nieuw leidingdeel tussen het nieuwe schema SCHOONEBEEK H2 S-443 en de bestaande leiding A-605-01;
- een deel van de bestaande leiding A-605-01;
- een nieuw leidingdeel tussen de bestaande leiding A-605-01 en het nieuwe schema GZI NEXT S-458.

De ligging van leiding A-817 is weergegeven in Figuur 45.



Figuur 45: De ligging van leiding A-817.

Het nieuwe leidingdeel tussen het nieuwe schema SCHOONEBEEK H2 S-443 en de bestaande leiding A-605-01 is een 8" (= 219,1 mm) leiding. Het nieuwe leidingdeel tussen het nieuwe schema SCHOONEBEEK H2 S-443 en de bestaande leiding A-605-01 heeft een lengte van ongeveer 5246 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

Het deel van de bestaande leiding A-605-01 is een 8" (= 219,1 mm) leiding. Het deel van de bestaande leiding A-605-01 heeft een lengte van ongeveer 5003 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van het bestaande deel van leiding A-817 varieert over de lengte van het bestaande deel van leiding A-817. Omdat een en ander in SAFETI-NL niet gemodelleerd kan worden, is voor de diepteligging van het bestaande deel van leiding A-817 uitgegaan van 1,25 m. In Bijlage A.2 is aangegeven waar de diepteligging van het bestaande deel van leiding A-817 $\geq 1,25$ m en waar de diepteligging van het bestaande deel van leiding A-817 $< 1,25$ m. Hieruit blijkt de diepteligging van het bestaande deel van leiding A-817 overall $> 1,25$ m is.

Het nieuwe leidingdeel tussen de bestaande leiding A-605-01 en het nieuwe schema GZI NEXT S-458 is een 8" (= 219,1 mm) leiding. Het nieuwe leidingdeel tussen de bestaande leiding A-605-01 en het nieuwe schema GZI NEXT S-458

heeft een lengte van ongeveer 8254 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

11.1 Uitgangspunten voor leiding A-817

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-817 zijn weergegeven in Tabel 29. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-817 zijn weergegeven in Tabel 30. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 29: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-817.

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 V, deel 3 van [5])	219,1	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 30: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-817.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor de nieuwe delen van leiding A-817 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de nieuwe delen van leiding A-817 is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor de nieuwe delen van leiding A-817 is uitgegaan van leidingklasse 66CS24.

De basis faalfrequentie voor de nieuwe delen van leiding A-817 is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor de nieuwe delen van leiding A-817 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 31.

Tabel 31: De correctie van de basis faalfrequentie voor de nieuwe delen van leiding A-817 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Leidingklasse	66CS24
Diameter	DN200 / 8" / 219,1 mm
Wanddikte	7,90 mm
Druk²²	66,2 bar
Rekgrens	245 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	2,97 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$2,97 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 4,08 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}$

²² Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-817 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

De basis faalfrequentie voor het bestaande deel van de leiding is afhankelijk van de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. De wanddikte van het bestaande deel van de leiding varieert over de lengte van het bestaande deel van de leiding (zie Bijlage A.2). Hierdoor varieert ook de basis faalfrequentie voor het bestaande deel van leiding A-817 over de lengte van het bestaande deel van leiding A-817. Voor het bestaande deel van leiding A-817 is conservatief onderscheid gemaakt tussen leidingdelen met:

- een wanddikte van 6,30 millimeter;
- een wanddikte van 7,90 millimeter.

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequenties voor het bestaande deel van leiding A-817 bepaald met behulp van een tool (Faalfreq. CarolaDLL EXTERN.xlsm) en aangeleverd. De basis faalfrequenties voor het bestaande deel van leiding A-817 zijn weergegeven in Tabel 32.

Tabel 32: De basis faalfrequenties voor het bestaande deel van leiding A-817.

Diameter	Wanddikte	Druk ²²	Rekgrens	Charpy energie	Basis faalfrequentie
DN200 / 8" / 219,1 mm	6,30 mm	66,2 bar	241 N / mm ²	40 J	1,07 x 10 ⁻⁴ / km / jaar
	7,90 mm				3,12 x 10 ⁻⁵ / km / jaar

De basis faalfrequenties voor het bestaande deel van leiding A-817 zijn conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de faalfrequentie voor het bestaande deel van leiding A-817 met een wanddikte van 6,30 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 33. De correctie van de faalfrequentie voor het bestaande deel van leiding A-817 met een wanddikte van 7,90 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 34.

Tabel 33: De correctie van de basis faalfrequentie voor het bestaande deel van leiding A-817 met een wanddikte van 6,30 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	$1,07 \times 10^{-4} / \text{km} / \text{jaar}$
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,07 \times 10^{-4} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{1,47 \times 10^{-5} / \text{km} / \text{jaar}}$

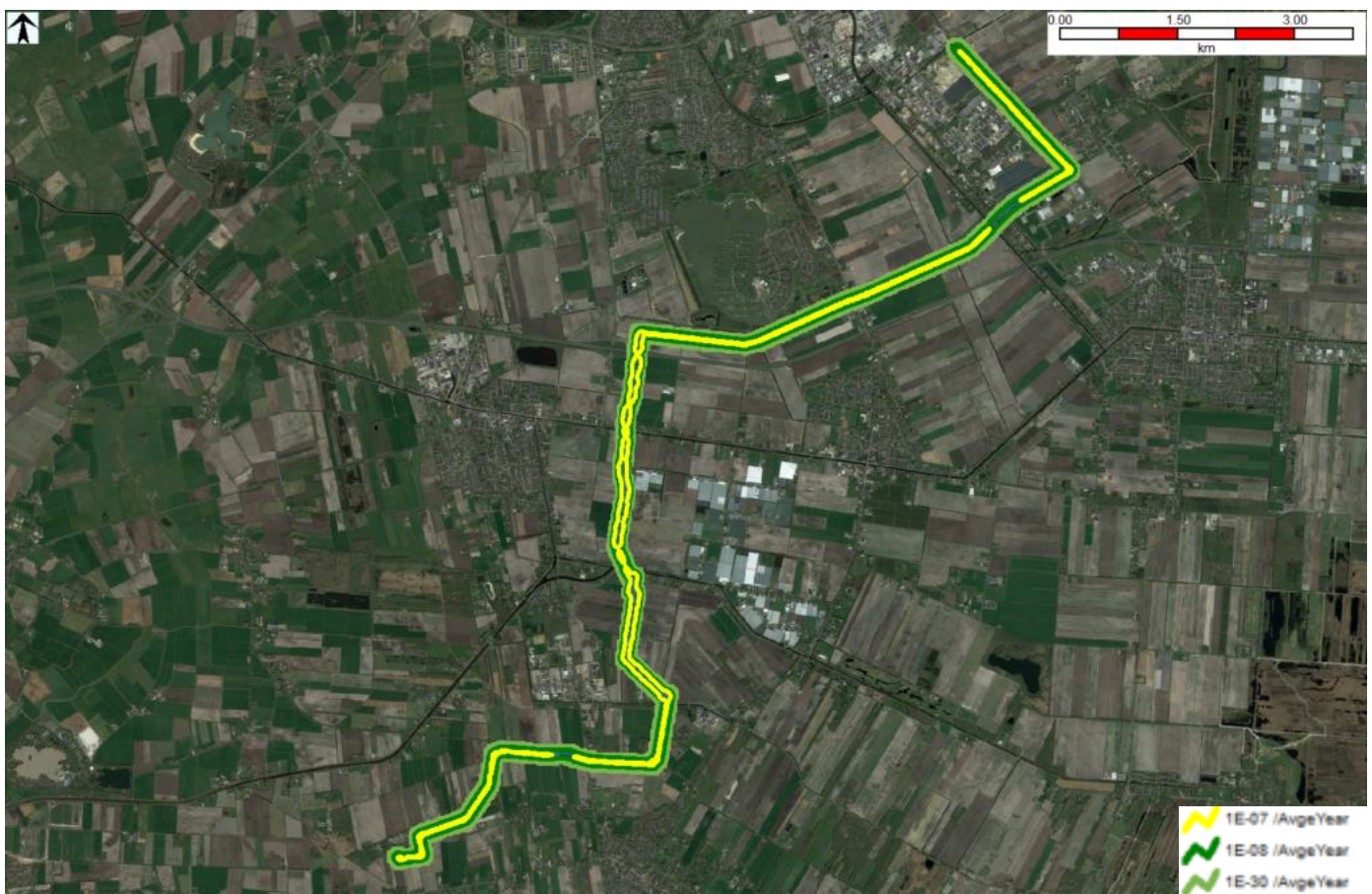
Tabel 34: De correctie van de basis faalfrequentie voor het bestaande deel van leiding A-817 met een wanddikte van 7,90 mm voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	$3,12 \times 10^{-5} / \text{km} / \text{jaar}$
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$3,12 \times 10^{-5} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{4,29 \times 10^{-6} / \text{km} / \text{jaar}}$

11.2 Resultaten voor leiding A-817

11.2.1 Plaatsgebonden risico

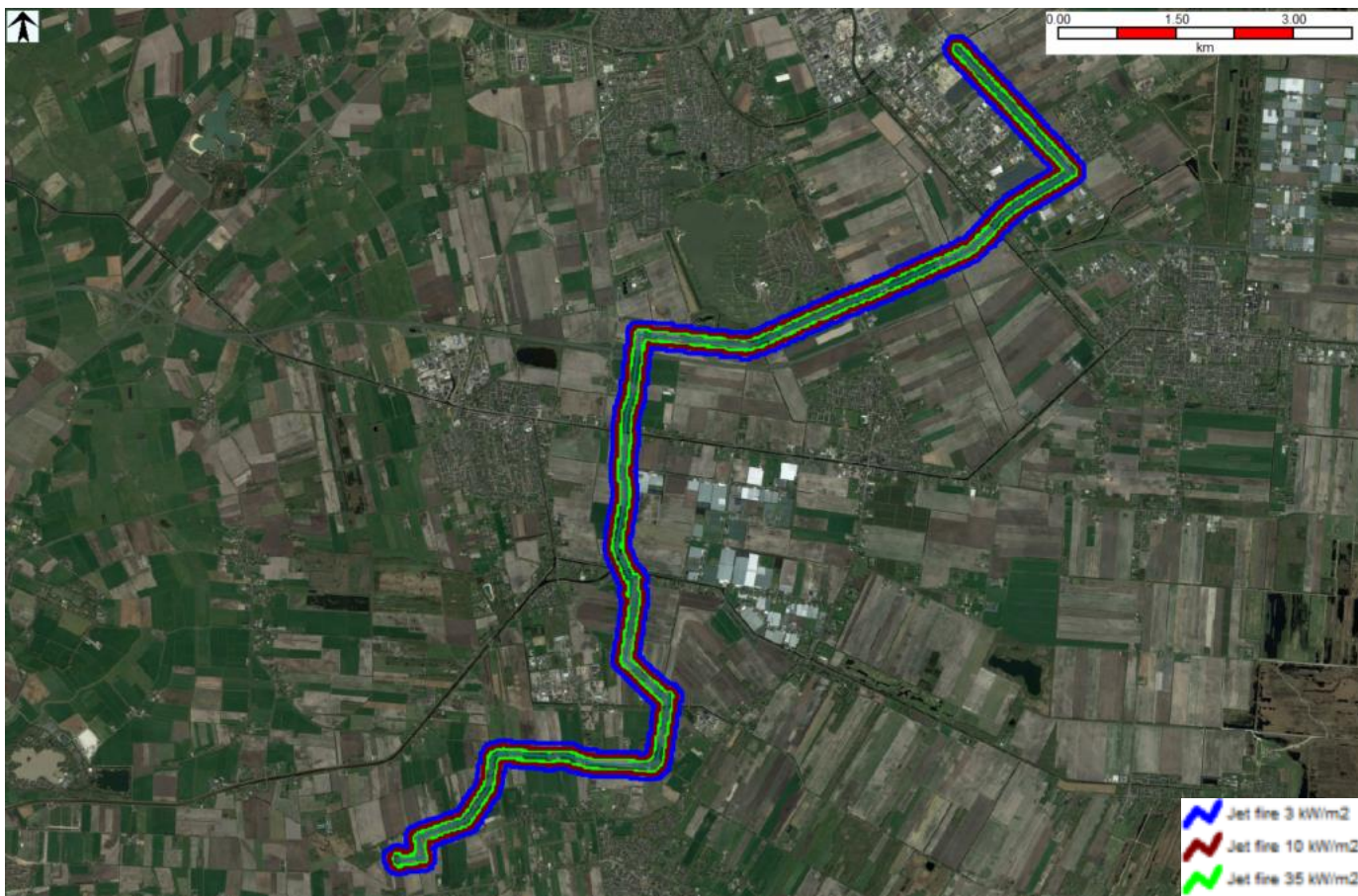
De PR-contouren van leiding A-817 zijn weergegeven in Figuur 46. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-817 heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 46: De PR-contouren van leiding A-817.

11.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-817 zijn weergegeven in Figuur 47. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding is ongeveer 110 m.



Figuur 47: De warmtestralingscontouren van leiding A-817.

12 Leiding A-818

Leiding A-818 is een leiding tussen het nieuwe schema TJUCHEM-ZUID H2 S-425 en het nieuwe schema OMMEN-OOST H2 S-444 die bestaat uit:

- een deel van de bestaande leiding A-519 met passtuk en switch over;
- een deel van de bestaande leiding A-619.

De ligging van leiding A-818 is weergegeven in Figuur 48.



Figuur 48: De ligging van leiding A-818.

Leiding A-818 is een 48" (= 1219,0 mm) leiding. Leiding A-818 heeft een lengte van ongeveer 104581 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding varieert over de lengte van de leiding. Omdat een en ander in SAFETI-NL niet gemodelleerd kan worden, is voor de diepteligging van de leiding uitgegaan van 1,25 m. In Bijlage A.3 is aangegeven waar de diepteligging van leiding A-818 $\geq 1,25$ m en waar de diepteligging van leiding A-818 $< 1,25$ m. Hieruit blijkt dat de diepteligging van leiding A-818 bijna overal $> 1,25$ m is.

12.1 Uitgangspunten voor leiding A-818

De waarden voor de belangrijkste parameters in de long pipeline modellen voor leiding A-818 zijn weergegeven in Tabel 35. De waarden voor de belangrijkste parameters in de section breach modellen voor het scenario breuk van leiding A-818 zijn weergegeven in Tabel 36. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 35: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-818.

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 V, deel 3 van [5])	1219,0	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 36: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-818.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

De basis faalfrequentie voor leiding A-818 is afhankelijk van de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. De wanddikte van de leiding, rekgrens van de leiding en de Charpy energie van de leiding variëren over de lengte van de leiding (zie Bijlage A.3). Hierdoor varieert ook de basis faalfrequentie voor leiding A-818 over de lengte van leiding A-818. Voor leiding A-818 is conservatief onderscheid gemaakt tussen leidingdelen met:

- een wanddikte van 18,90 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J;
- een wanddikte van 18,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J;
- een wanddikte van 15,60 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J;
- een wanddikte van 15,58 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J;
- een wanddikte van 15,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J;
- een wanddikte van 14,12 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J;
- een wanddikte van 13,30 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J.

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequenties voor leiding A-818 bepaald met behulp van een tool (Faalfreq. CarolaDLL EXTERN.xlsm) en aangeleverd. De basis faalfrequenties voor leiding A-818 zijn weergegeven in Tabel 37.

Tabel 37: De basis faalfrequenties voor leiding A-818.

Diameter	Wanddikte	Druk ²³	Rekgrens	Charpy energie	Basis faalfrequentie
DN1200 / 48" / 1219,0 mm	18,90 mm	66,2 bar	483 N / mm ²	40 J	1,17 x 10 ⁻⁷ / km / jaar
	18,30 mm		414 N / mm ²		3,14 x 10 ⁻⁷ / km / jaar
	15,60 mm		483 N / mm ²	24 J	1,39 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
	15,58 mm		414 N / mm ²		3,87 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
	15,30 mm		414 N / mm ²		2,94 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
	14,12 mm		483 N / mm ²	40 J	1,41 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
	13,30 mm				40 J

De basis faalfrequenties voor leiding A-818 zijn conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 18,90 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 38. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 18,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 39. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,60 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 40. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,58 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 41. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 42. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 14,12 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 43. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 13,30 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 44.

Tabel 38: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 18,90 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	1,17 x 10 ⁻⁷ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,25) = 1,155)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	1,17 x 10⁻⁷ x 1,155 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 1,61 x 10⁻⁸ / km / jaar

Tabel 39: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 18,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	3,14 x 10 ⁻⁷ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,25) = 1,155)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	3,14 x 10⁻⁷ x 1,155 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 4,31 x 10⁻⁸ / km / jaar

Tabel 40: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,60 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	1,39 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging	1,25 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,25) = 1,155)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹

Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$1,39 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{1,91 \times 10^{-7} / km / jaar}$

Tabel 41: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,58 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	3,87 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,25)) = 1,155)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$3,87 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{5,32 \times 10^{-7} / km / jaar}$

Tabel 42: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 15,30 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	2,94 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m (e ^(2,4 x 1,31 - 2,4 x 1,25)) = 1,155)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$2,94 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = \mathbf{4,04 \times 10^{-7} / km / jaar}$

Tabel 43: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 14,12 mm, een rekgrens van 414 N / mm² en een Charpy energie van 24 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	1,41 x 10 ⁻⁵ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	1,41 x 10⁻⁵ x 1,155 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 1,94 x 10⁻⁶ / km / jaar

Tabel 44: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-818 met een wanddikte van 13,30 mm, een rekgrens van 483 N / mm² en een Charpy energie van 40 J voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

Basis faalfrequentie	9,49 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	9,49 x 10⁻⁶ x 1,155 x 0,400 x 0,357 x 0,833 x 1,000 x 1,000 x 1,000 x 1,000 = 1,30 x 10⁻⁶ / km / jaar

12.2 Resultaten voor leiding A-818

12.2.1 Plaatsgebonden risico

De PR-contouren van leiding A-818 zijn weergegeven in Figuur 49. De gele contouren zijn de PR 10^{-7} per jaar contouren, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-818 heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 49: De PR-contouren van leiding A-818.

12.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

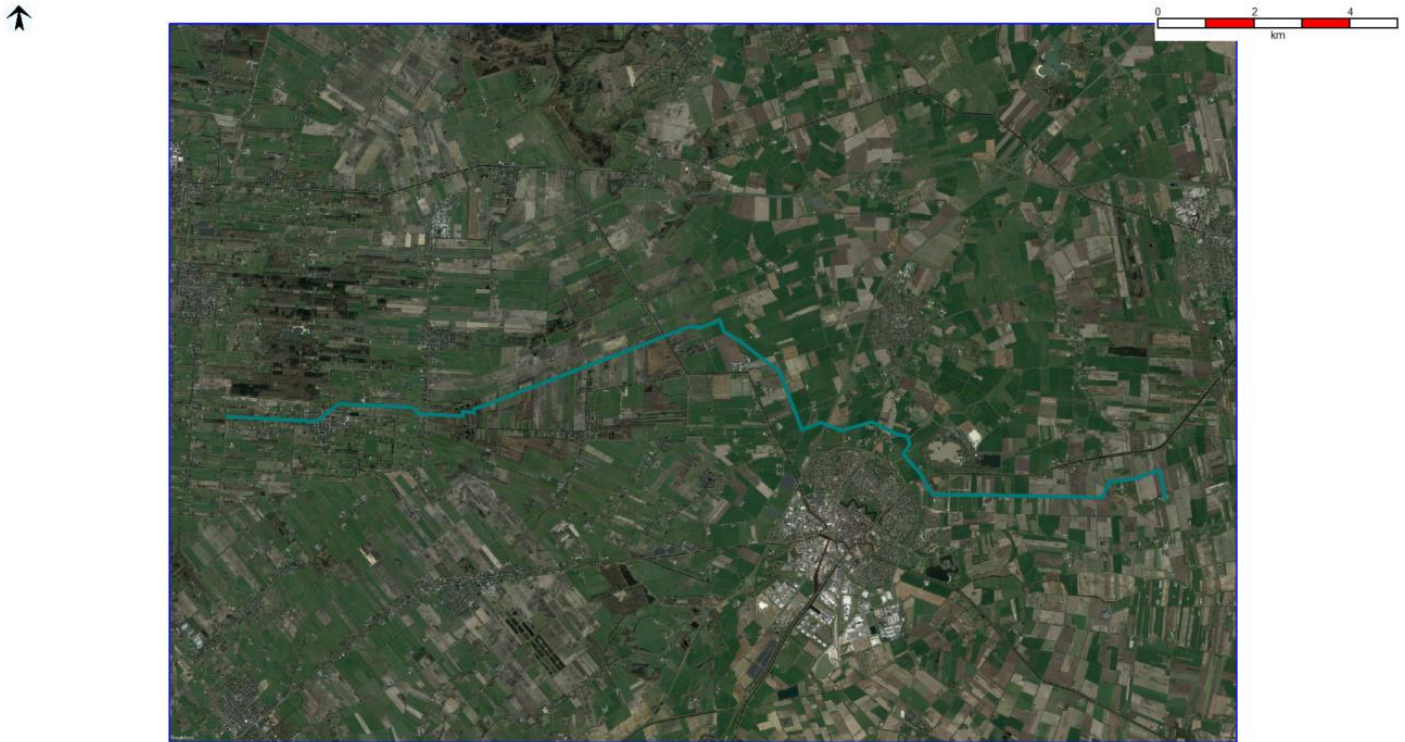
De warmtestralingscontouren van leiding A-818 zijn weergegeven in Figuur 50. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van het bovengrondse deel van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van het bovengrondse deel van de leiding is ongeveer 240 m. De afstand van het ondergrondse deel van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van het ondergrondse deel van de leiding is ongeveer 570 m.



Figuur 50: De warmtestralingscontouren van leiding A-818.

13 Leiding A-820

Leiding A-820 is een nieuwe leiding tussen het nieuwe schema ELIM H2 S-440 en het nieuwe schema SCHOONEBEEK H2 S-443. De ligging van leiding A-820 is weergegeven in Figuur 51.



Figuur 51: De ligging van leiding A-820.

Leiding A-820 is een 24" (= 610,0 mm) leiding. Leiding A-820 heeft een lengte van ongeveer 23211 m. De ontwerpdruk van de leiding is 66,2 bar. De leiding ligt ondergronds. De diepteligging van de leiding is 1,25 m.

13.1 Uitgangspunten voor leiding A-820

De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-820 zijn weergegeven in Tabel 45. De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-820 zijn weergegeven in Tabel 46. Parameters waarvoor defaultwaarden van toepassing zijn, zijn niet weergegeven in de tabellen.

Tabel 45: De waarden voor de belangrijkste parameters in het long pipeline model voor leiding A-820.

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 V, deel 3 van [5])	610,0	0,01 (conform Module V, deel 3 van [5])	Vertical (conform Module V, deel 3 van [5])	0 (aanname)	Burried (conform Module V, deel 3 van [5])	1,25	Clay (aanname)

Tabel 46: De waarden voor de belangrijkste parameters in het section breach model voor het scenario breuk van leiding A-820.

Breach sizing method	Relative branch aperture (area)	Event probability	Detection probability
Relative size (conform Module V, deel 3 van [5])	1 (conform Module V, deel 3 van [5])	1	0 (aanname)

Hynetwork Services B.V. heeft de basis faalfrequentie voor leiding A-820 aangeleverd. De basis faalfrequentie voor de leiding is afhankelijk van de leidingklasse, de diameter, de wanddikte, de druk, de rekgrens en de Charpy energie. Voor leiding A-820 is uitgegaan van leidingklasse 66CS24.

De basis faalfrequentie voor de leiding is conform Module V, deel 1 van [5] gecorrigeerd voor de diepteligging⁷ en de genomen maatregelen⁸. De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-820 voor de diepteligging en de genomen maatregelen is weergegeven in Tabel 47.

Tabel 47: De correctie van de basis faalfrequentie voor leiding A-820 voor de diepteligging en de genomen maatregelen conform Module V, deel 1 van [5].

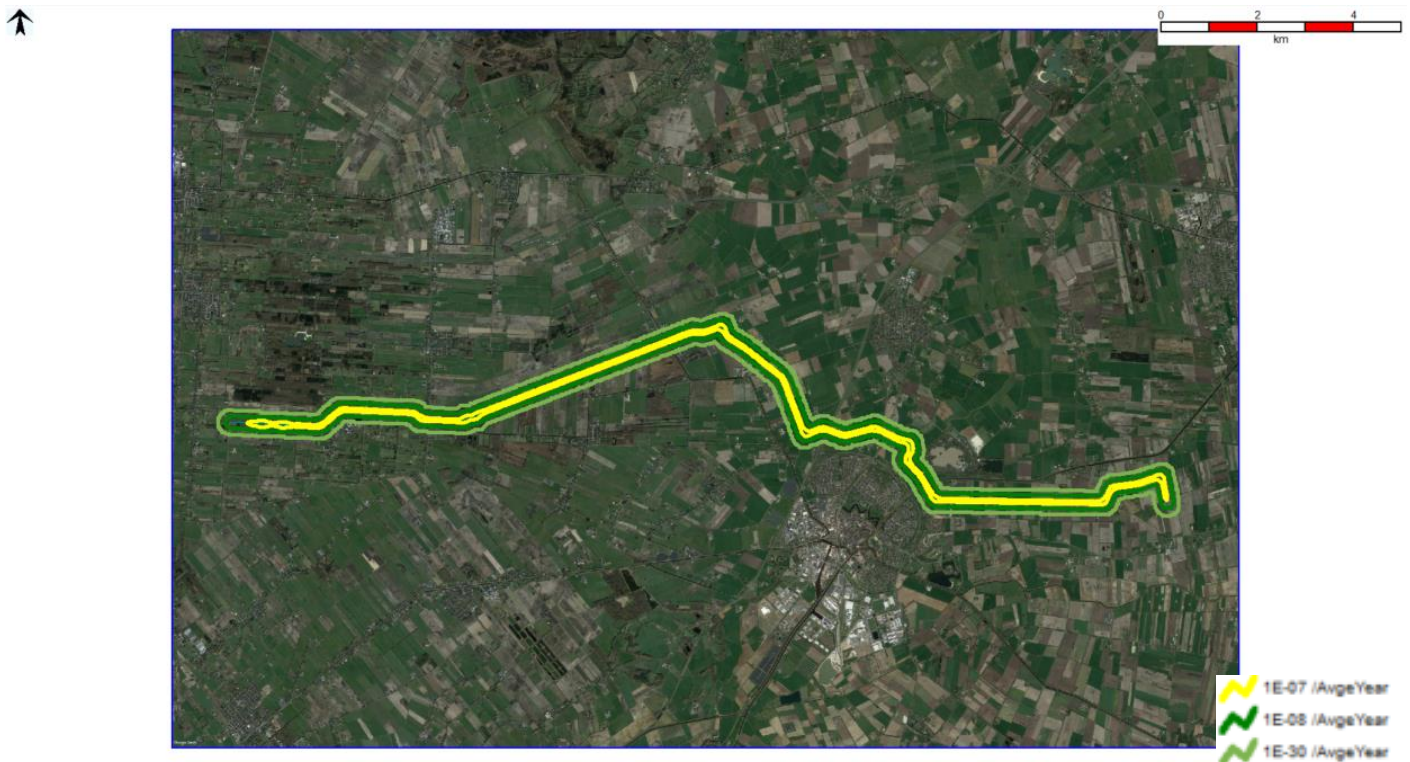
Leidingklasse	66CS24
Diameter	DN600 / 24" / 610,0 mm
Wanddikte	11,1 mm
Druk ²⁴	66,2 bar
Rekgrens	415 N / mm ²
Charpy energie	40 J
Basis faalfrequentie	6,74 x 10 ⁻⁶ / km / jaar
Diepteligging (correctiefactor)	1,25 m ($e^{(2,4 \times 1,31 - 2,4 \times 1,25)} = 1,155$)
Maatregel in cluster 1A (correctiefactor)	WIBON (0,400)
Maatregel in cluster 1B (correctiefactor)	Casuïstiek (0,357)
Maatregel in cluster 1C (correctiefactor)	Actief rappel (0,833)
Maatregel in cluster 2 (correctiefactor)	Geen (1,000) ⁹
Maatregel in cluster 3 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹⁰
Maatregel in cluster 4 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹¹
Maatregel in cluster 5 (correctiefactor)	Geen (1,000) ¹²
Totale voor diepteligging en maatregelen gecorrigeerde faalfrequentie	$6,74 \times 10^{-6} \times 1,155 \times 0,400 \times 0,357 \times 0,833 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 = 9,26 \times 10^{-7} / \text{km} / \text{jaar}$

²⁴ Conform [6] en [7] is met de ontwerpdruk van leiding A-820 gerekend conform Module V, deel 1 van [5].

13.2 Resultaten voor leiding A-820

13.2.1 Plaatsgebonden risico

De PR-contouren van leiding A-820 zijn weergegeven in Figuur 52. De gele contour is de PR 10^{-7} per jaar contour van de leiding, de donkergroene contour is de PR 10^{-8} per jaar contour van de leiding en de lichtgroene contour is de PR 10^{-30} per jaar contour van de leiding (het invloedsgebied van de leiding). Leiding A-820 heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.



Figuur 52: De PR-contouren van leiding A-820.

13.2.2 Brandaandachtsgebied en groepsrisico

De warmtestralingscontouren van leiding A-820 zijn weergegeven in Figuur 53. De lichtgroene contour is de $35 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding, de donkerrode contour is de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding (het brandaandachtsgebied van de leiding) en de donkerblauwe contour is de $3 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding. De afstand van de leiding tot de $10 \text{ kW} / \text{m}^2$ contour van de leiding is ongeveer 250 m.



Figuur 53: De warmtestralingscontouren van leiding A-820.

14 Conclusies en aanbevelingen

Het doel van de QRA voor waterstofnetwerk Noord-Nederland is:

Het berekenen van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland.

Zowel de plaatsgebonden risicocontouren van de waterstofleidingen als de brandaandachtsgebieden van de waterstofleidingen zijn berekend.

Op basis van de QRA zijn de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland beoordeeld in:

- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen;
- de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel.

Door het berekenen (in de QRA) en het beoordelen (zowel in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel) van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland is aangetoond dat waterstofnetwerk Noord-Nederland voldoet aan de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid.

14.1 Conclusies

14.1.1 Conclusies plaatsgebonden risico

In de QRA zijn de PR-contouren van de waterstofleidingen berekend.

De volgende leidingen hebben geen PR 10^{-6} per jaar contour(en):

- leiding A-821 KOPPELING;
- leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF N33);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING);
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01 van groen staal;
- leiding A-817;
- leiding A-818;
- leiding A-820.

Leiding A-821 met een diepteligging van 1,25 m heeft PR 10^{-6} per jaar contouren. Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding). In overleg met Hynetwork Services B.V. is echter geen maatregel genomen. In Bijlage A.1 is namelijk ook aangegeven waar de diepteligging van leiding A-821 $\geq 1,50$ m en waar de diepteligging van leiding A-821 $< 1,50$ m. Hieruit blijkt de diepteligging van leiding A-821 ook bijna overal $> 1,50$ m is. De PR-contouren van leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m zijn berekend. Leiding A-821 met een diepteligging van 1,50 m heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.

Leiding A-816-01 van conventioneel staal heeft PR 10^{-6} per jaar contouren. Er ontstaan knelpunten wat betreft PR-contouren (de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leiding zijn groter dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding). In overleg met Hynetwork Services B.V. is een maatregel in cluster 5 genomen, te weten striktere begeleiding van werkzaamheden (SBW). De PR-contouren van leiding A-816-01 van conventioneel staal met SBW zijn berekend. Leiding A-816-01 van conventioneel staal met SBW heeft geen PR 10^{-6} per jaar contour.

De waterstofleidingen voldoen aan artikel 4.1113, eerste lid van het Bal.

Voor de volgende leidingen zijn additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines meegenomen:

- leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF N33);
- leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING);
- leiding A-815-02;
- leiding A-815-03;
- leiding A-816;
- leiding A-816-01 van groen staal;
- leiding A-816-01 van conventioneel staal met SWB.

Hierdoor krijgen deze leidingen PR 10^{-6} per jaar contouren. Een en ander is echter niet in strijd met de relevante wet- en regelgeving op het gebied van externe veiligheid. Conform artikel 4.1113, tweede lid van het Bal is artikel 4.1113, eerste lid van het Bal namelijk niet van toepassing, omdat een en ander wordt veroorzaakt door windturbines.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht. In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de PR 10^{-6} per jaar contouren van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht.

14.1.2 Conclusies brandaandachtsgebied en groepsrisico

In de QRA zijn de brandaandachtsgebieden van de waterstofleidingen berekend.

In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincie Groningen in kaart gebracht. In de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel zijn de zeer kwetsbare gebouwen, de kwetsbare gebouwen en locaties en de beperkt kwetsbare gebouwen en locaties binnen de brandaandachtsgebieden van de leidingen in de provincies Drenthe en Overijssel in kaart gebracht.

14.2 Aanbevelingen

Gedurende het uitvoeren van de QRA zijn de liggingen van nieuwe leidingen aangepast. De QRA is daarom niet actueel.

Zowel in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als in de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel is bij het beoordelen van de externe veiligheidsrisico's als gevolg van waterstofnetwerk Noord-Nederland uitgegaan van de aangepaste liggingen van de nieuwe leidingen. Zowel de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als de MER Fase 1 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel is daarom wel actueel.

Aanbevolen wordt om zowel voor de MER Fase 2 voor het waterstofnetwerk in de provincie Groningen als voor de MER Fase 2 voor het waterstofnetwerk in de provincies Drenthe en Overijssel de QRA te actualiseren.

Referenties

De referenties zijn weergegeven in Tabel 48.

Tabel 48: De referenties.

1	Omgevingswet. Geraadpleegd op 15 januari 2024, van www.wetten.overheid.nl
2	Besluit activiteiten leefomgeving. Geraadpleegd op 15 januari 2024, van www.wetten.overheid.nl
3	Besluit kwaliteit leefomgeving. Geraadpleegd op 15 januari 2024, van www.wetten.overheid.nl
4	Handboek Omgevingsveiligheid. Geraadpleegd op 15 januari 2024, van www.rivm.nl
5	Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid. Geraadpleegd op 15 januari 2024, van www.rivm.nl
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
8	de brief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan N.V. Nederlandse Gasunie van 24 oktober 2023 over het toepassen van de correctiefactor voor casuïstiek in cluster 1B
9	de door Arcadis Nederland B.V. opgestelde memo Kwalitatieve beschouwing van externe veiligheidsrisico's van waterstofnetwerk Noord-Nederland van 31 mei 2023

Bijlagen

Bijlage A: Leidingdata voor bestaande leidingen

Hynetwork Services B.V. heeft de leidingdata voor de bestaande leidingen aangeleverd. De leidingdata voor leiding A-821 is weergegeven in Bijlage A.1. De leidingdata voor het bestaande deel van leiding A-817 is weergegeven in Bijlage A.2. De leidingdata voor leiding A-818 is weergegeven in Bijlage A.3.

Bijlage A.1: Leidingdata voor leiding A-821

De leidingdata voor leiding A-821 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage A.2: Leidingdata voor bestaande deel van leiding A-817

De leidingdata voor het bestaande deel van leiding A-817 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage A.3: Leidingdata voor leiding A-818

De leidingdata voor leiding A-818 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B: Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines

Additionele faalfrequenties als gevolg van faalscenario's van windturbines zijn berekend met behulp van de rekentool van Hynetwork Services B.V. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) is weergegeven in Bijlage B.1. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) is weergegeven in Bijlage B.2. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) is weergegeven in Bijlage B.3. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-02 is weergegeven in Bijlage B.4. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-03 is weergegeven in Bijlage B.5. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816 is weergegeven in Bijlage B.6. De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01 is weergegeven in Bijlage B.7.

Bijlage B.1: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS)

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF BASIS) is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.2: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33)

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF N33) is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.3: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING)

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815 (ALTERNATIEF WATERLEIDING) is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.4: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-02

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-02 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.5: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-03

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-815-03 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.6: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Bijlage B.7: Ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01

De ingevulde en gerunde rekentool voor leiding A-816-01 is gezien de grootte van het bestand op aanvraag beschikbaar.

Colofon

QRA VOOR WATERSTOFNETWERK NOORD-NEDERLAND

KLANT

Hynetwork Services B.V.

PROJECTNUMMER

30133275

ONZE REFERENTIE

D10062507:221

DATUM

22 mei 2024

STATUS

Definitief

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op

