



QRA Waterstofleiding

**gelegen DOW Terneuzen Belgisch/Nederlandse
grens**

projectnummer 0479713.100
definitief revisie 02
14 november 2023

QRA Waterstofleiding

gelegen DOW Terneuzen Belgisch/Nederlandse grens

projectnummer 0479713.100
documentnummer 00
definitief revisie 02
14 november 2023

Auteurs

Ir. J. (Jelte) Janzen

Opdrachtgever

SGS Nederland B.V.
Malledijk 18
3208 LA Spijkenisse

Gecontroleerd:

Ir. L.A. (Alexander) Klaessen

datum	beschrijving	vrijgave B.A.
14 november 2023	definitief	J.L. de Jong

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Externe Veiligheid	2
2.1	Wettelijk kader	2
2.2	Plaatsgebonden risico	2
2.3	Groepsrisico	2
2.4	Maximale effectafstand	3
2.5	Berekeningswijze	3
3	Beschrijving van de leiding en de omgeving	5
3.1	Ligging van de waterstofleiding	5
3.2	Omgeving van de Bevb waterstofleiding	5
3.3	Kenmerken van de leiding	6
4	Modellering	8
4.1	Modellering volgens Bevb	8
4.1.1	Modellering: faalfrequentie	9
4.2	Oppervlakteruwheid en meteobestand	11
5	Resultaten	12
5.1	Plaatsgebonden risico Bevb-methodiek	12
5.2	Groepsrisico Bevb	15
5.3	Toetsing aan normen van het Bevb	15
6	Conclusie	16

Bijlage 1: Berekening faalfrequenties (Bebv)

Bijlage 2: Ligging trajecten 1 tot en met 9

1 Inleiding

SGS Roos + Bijl B.V. is betrokken bij de engineering van een nieuw aan te leggen leiding gelegen tussen ArcelorMittal in Gent, België, en DOW te Terneuzen in Nederland. De initiatiefnemer van deze leiding was oorspronkelijk van plan zuurstof door deze leiding te transporteren. Echter, de initiatiefnemer voorziet een toekomst waarin in plaats van zuurstof mogelijk waterstof door deze leiding wordt getransporteerd. In dit rapport is aangenomen dat de leiding geen zuurstof zal vervoeren, maar gebruikt zal worden voor het transport van waterstof. Het onderwerp van deze QRA is dus een nieuwe leiding met waterstof.

Waterstof is een gevaarlijke stof. De introductie van een leiding met waterstof in een gebied veroorzaakt in dat gebied een extern veiligheidsrisico.

In onderhavige rapport wordt de externe veiligheidssituatie getoond van de waterstofleiding. De externe veiligheidssituatie is in beeld gebracht met behulp van een QRA (kwantitatieve risicoanalyse).

In opdracht van SGS Roos + Bijl heeft Antea Group het volgende rapport opgesteld:

- Een rapport met de QRA van het **Nederlandse** deel van de waterstofleiding (meer specifiek: het ondergrondse deel van de leiding in het openbaar terrein)¹;

Voorliggende rapport betreft de waterstofleiding geheel gelegen in Nederland.

In dit rapport is de volgende hoofdstuk indeling gehanteerd:

- Hoofdstuk 1: Inleiding (dit hoofdstuk);
- Hoofdstuk 2: Juridisch kader van de zuurstof leiding;
- Hoofdstuk 3: Beschrijving van de leiding en de omgeving;
- Hoofdstuk 4: Modelering van de leiding;
- Hoofdstuk 5: Rekenresultaten;
- Hoofdstuk 6: Conclusie.

Versie beheer

	Kenmerken
479713 QRA Waterstofleiding DOW-NL grens Concept rev00 10-5-2023	rev00 Concept
479713 QRA Waterstofleiding DOW-NL grens Concept rev01 21-7-2023	rev01 Concept
479713 20231114 QRA Waterstofleiding DOW-NL grens Definitief rev02	rev02 Concept

¹ De leiding op het DOW-terrein (ondergronds, bovengronds) is (vooralsnog) niet beschouwd.

2 Externe Veiligheid

2.1 Wettelijk kader

Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing:

- Voor inrichtingen is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) het relevante beleidskader,
- Voor buisleidingen is dit het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en
- Voor transport is dit het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt).

Zoals reeds genoemd is de leiding welke het onderwerp is van dit rapport, gelegen in het openbaar terrein. Voor deze leiding is een specifiek juridisch kader van toepassing, zoals hierboven reeds genoemd:

- Voor het openbaar terrein: Het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb).

Binnen het beleidskader voor externe veiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt.

2.2 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico presenteert de overlijdenskans van een persoon in de vorm van contouren op een plattegrond rondom de beschouwde activiteit. Het risico wordt berekend door te stellen, dat een persoon zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt. Door middel van risicocontouren op een plattegrond wordt aangegeven tot waar de risico's van een bepaald niveau reiken.

De grootte van het plaatsgebonden risico is onafhankelijk van de feitelijke omgeving en zegt niets over het aantal personen, dat bij een ongeval getroffen kan worden. De plaatsgebonden risicocontouren zijn eigenlijk een hoogtekartaat van overlijdenskans.

Bevb norm

Voor een nieuw aan te leggen leiding geldt dat de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar op maximaal 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding mag liggen. Tevens geldt dat binnen deze 10^{-6} /jaar plaatsgebonden risicocontour geen kwetsbare objecten (normwaarde) of beperkt kwetsbare objecten (richtwaarde) aanwezig mogen zijn.

2.3 Groepsrisico

Het groepsrisico is in feite een vertaling van het plaatsgebonden risico. Het groepsrisico houdt rekening met de daadwerkelijke aanwezigheid van personen en geeft de kans dat een bepaalde groep personen tegelijkertijd het slachtoffer zou kunnen worden. Het voor een situatie berekende groepsrisico wordt in een grafiek weergegeven, waarin op de horizontale as het

berekende aantal slachtoffers en op de verticale as de cumulatieve frequentie daarvan is weergegeven. Voor een leiding is het groepsrisico gedefinieerd voor 1 km leidinglengte.

Voor het groepsrisico is er geen normstelling van toepassing. Wel is er een zogenaamde oriëntatiewaarde aanwezig in de grafiek van het groepsrisico. Deze waarde heeft een attenderende functie: het brengt een scheiding aan tussen lage en hoge groepsrisico's. Daarnaast is in veel gevallen een verantwoordingsplicht van toepassing. Deze plicht rust bij het bevoegd gezag. Er moet worden aangegeven of de hoogte van het groepsrisico als verantwoord wordt beoordeeld. Daarbij moet gelet worden op aspecten als zelfredzaamheid, bestrijdbaarheid en bereikbaarheid. Het groepsrisico moet worden getoetst aan de oriëntatiewaarde. De oriëntatiewaarde van het groepsrisico voor bedrijven is $10^{-3} / N^2$ met N het aantal slachtoffers.

2.4 Maximale effectafstand

Met de maximale effectafstand wordt de grootste afstand aangegeven tot waarop ongevalsscenario's tot een bedreiging voor personen kunnen leiden. Als maat daarvoor wordt 1% letaliteit (bij weersklasse D5 of F1,5) gebruikt. Dat wil zeggen de overlijdenskans bij 30 minuten blootstelling is gelijk aan 1%. Voor toxische stoffen wordt de LC_{01} en voor brandbare stoffen de 10 kW/m^2 warmtestralingscontour aangehouden. Het gebied binnen deze maximale effectafstand heet het invloedsgebied.

Bij de berekening van het groepsrisico worden personendichtheden in het rekenmodel gebracht. De maximale effectafstand markeert de afstand tot waar de personendichtheden in het rekenmodel dienen te worden gebracht. Ook wordt de maximale effectafstand gebruikt in het kader van de rampenbestrijding. Er zijn geen wettelijke richtlijnen of consequenties aan deze afstand verbonden.

2.5 Berekeningswijze

In dit rapport is de volgende rekenmethode gebruikt om het externe veiligheidsrisico van de waterstofleiding te berekenen.

1): Formeel nu van toepassing zijnde rekenmethode:

Van toepassing is het Besluit externe veiligheid buisleidingen en de daarbij horende Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb). In Artikel 6.1 van de Revb is aangegeven dat de externe veiligheidseffecten moeten worden berekend met behulp van de Rekenmethodiek Bevb. De Revb definieert deze rekenmethodiek Bevb als volgt:

Rekenmethodiek Bevb: rekenmethodiek behorend bij het Besluit externe veiligheid buisleidingen, bestaande uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, versie nr. 3, uitgave 2019 en, indien het betreft ondergrondse buisleidingen:

- 1. voor aardgas: Carola, en*
- 2. voor andere stoffen dan aardgas: Safeti-NL;*

Safeti-NL: softwareprogramma voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van inrichtingen en ondergrondse buisleidingen voor het transport van andere stoffen dan aardgas, versie nr. 8, uitgave 2019;

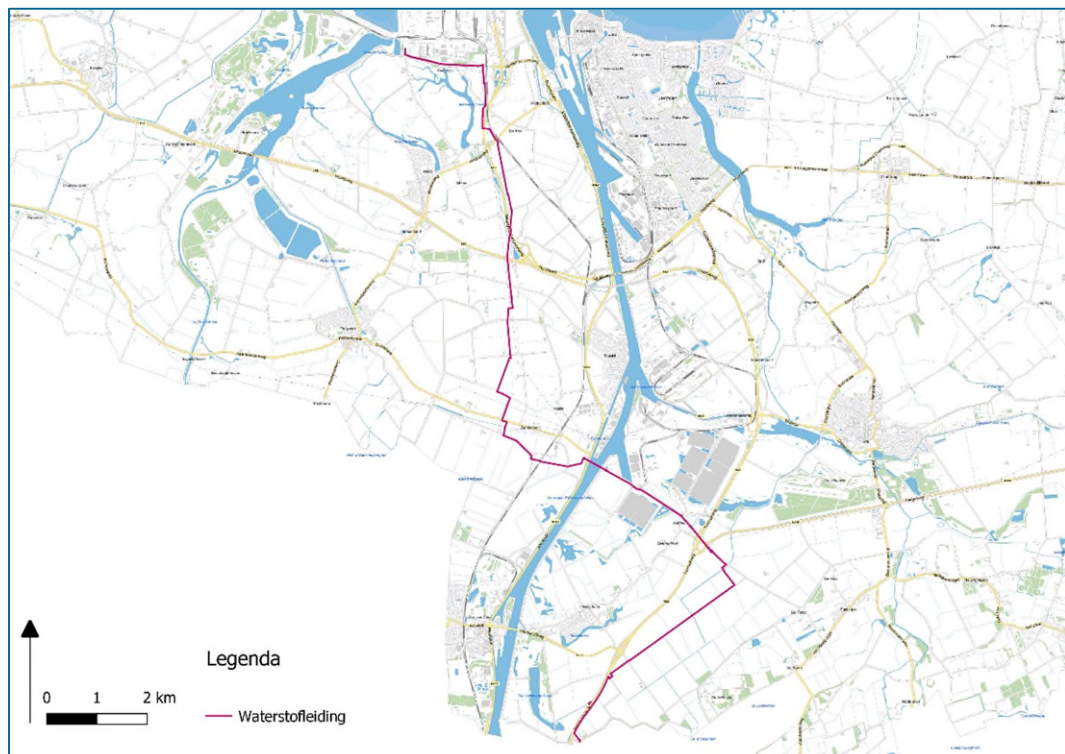
De berekeningen voor het deel van de leiding in het openbaar terrein zijn uitgevoerd overeenkomstig bovenstaande:

- volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevb, d.d 2021 versie nr. 3.2;
- het softwareprogramma Safeti-NL 8.5.

3 Beschrijving van de leiding en de omgeving

3.1 Ligging van de waterstofleiding

In Figuur 3-1 is de ligging van de leiding weergegeven.



Figuur 3-1: geplande ligging van de waterstofleiding (getoond is het deel in Nederland, tot de Belgische grens)

Ligging van de leiding: Belgische/Nederlandse grens tot aan inrichtingsgrens DOW Terneuzen

Daar waar de leiding de Belgisch/Nederlandse grens overschrijdt en in Nederland ligt, begint deze studie: deze leiding ligt in het buitengebied en ligt ondergronds. Gedurende zijn hele loop door het buitengebied blijft deze leiding ondergronds. Aangekomen in de buurt van DOW Terneuzen, overschrijdt deze leiding de Herbert H. Dowweg en maakt een haakse bocht naar het westen, en loopt gedurende circa 1.475 meter min of meer parallel aan de Herbert H. Dowweg. Op een gegeven moment overschrijdt de leiding de inrichtingsgrens van DOW Terneuzen (direct na de Herbert H. Dowweg nr 7, Havennummer 191). Op deze inrichtingsgrens stopt dit deel van de studie. Dit deel van de leiding valt onder de jurisdictie van het Bevb. We noemen dit het Bevb-deel van de waterstofleiding.

3.2 Omgeving van de Bevb waterstofleiding

De volgende bestemmingen worden door deze leiding doorkruist (onderzocht via www.ruimtelijkeplannen.nl):

- Natuur;

- Agrarisch met waarden;
- Verkeer;
- Water;
- Agrarisch;
- Bedrijf;
- Groen;
- Waterstaat/Waterkering.

Dichtst bijgelegen objecten bij de leiding zijn onder andere:

- 113 m: woning, Sasdijk 1, 4554 LJ Westdorpe;
- 47 m: woning, Graafjansdijk b203,4554LG Westdorpe;
- 82 m: kassencomplex aan de Gemeenschappelijke weg;
- 23 m: industrieterrein: Vlaeynatie;
- 94 m: Woning, Zandstraat 5 en 7, 4554LC Sas van Gent;
- 57 m: agrarische woning, Zandstraat 76, 4551LJ Sas van Gent;
- 17,8 m: agrarische woning, Vogelschordreef nr 6, 4551 MH San van Gent;
- 46 m: Hoekseweg 3,4,5, 4542 PW Hoek: woningen.

Onderzocht met behulp van <https://streetsmart.nl>.

3.3 Kenmerken van de leiding

SGS heeft de data van dit nieuwe leidingdeel beschikbaar gesteld (tabel 3.1).

Tabel 3-1: Data ondergronds deel van de waterstofleiding (ten behoeve van Bevb berekening).

Parameter	Eenheid	Waarde
Coördinaten	[m]	Aangeleverd
Product	[-]	Waterstof 100%
Uitwendige diameter	[inch]	16" (406,4 mm)
Inwendige diameter	[mm]	390,6 387,4
Ontwerp druk	[bar]	64
Diepteligging/dekking	[m]	1,2/1,5/1,8 of dieper
Pompdebiet	[Nm³/s]	85.000
Overall lengte	[km]	Circa 27
Lengte in Nederland	[km]	Circa 20,3
Grondsamenstelling	[-]	Zand en klei
Maatregelen Tier 2	[-]	Alle stand der techniek maatregelen
Maatregelen Tier 3	[-]	CI1: Eis voorzorgsmaatregel bij graafmelding (opgevat als actief rappel binnen 10 dagen)
		CI2: Waarschuwinglint met beschermplaten
		CI3: Strenge eisen op werkzaamheden conform VELIN Voorschriften (opgevat als: vergaande restricties)
		CI5: Actief rappel na KLIC melding: aanwijzen leiding bij nabijgelegen werkzaamheden van derden (opgevat als strikte begeleiding werkzaamheden)
		CI6: Gemiddelde dekmaat 1,5 – 1,8 m (Rekenbestand is opgedeeld in trajecten met 1,2 m, 1,5 m en 1,8 m dekking).
Aanvullende veiligheidsmaatregelen (TIER 3)		Mechanische oorzaken: Leiding is piggable (Inline Inspection, defect analyse en reparatie)

		Inwendige corrosie: medium is aantoonbaar inherent niet corrosief; leiding is piggable (opgevat als medium aantoonbaar inherent niet corrosief)
		Uitwendige corrosie: Leiding is piggable (Inline Inspection, defect analyse en reparatie)
		Natuurlijke oorzaken: ontoelaatbare zettingen uitgesloten.
		Operationeel: SIL+1 ²

Tabel 3-2: Aanvullende data (nu niet gebruikt) van de waterstofleiding

Parameter	Eenheid	Waarde
Coördinaten	[m]	Aangeleverd
Diameter uitwendig	[mm]	406,4
Max werkdruk	[Barg]	60
Wanddikte	[mm]	7,9
Yieldstress	[N/mm ²]	360
Dekking	[m-mv]	1,2 (klein deel), rest 1,5 m of 1,8 m
Charpy Energie	[J]	24
Extra dekking	[m]	0
Veiligheidsmaatregel cluster 2	[-]	Geen
Veiligheidsmaatregel cluster 3	[-]	Geen
Veiligheidsmaatregel cluster 4	[-]	Geen
Veiligheidsmaatregel cluster 5	[-]	Geen

Nadere kenmerken van de leiding

Het onderwerp van deze QRA is een leiding met waterstof. In een andere QRA wordt door deze nieuw aan te leggen leiding zuurstof getransporteerd. Air Liquide ziet er op toe dat de leiding eigenschappen zodanig worden gekozen dat beide stoffen probleemloos door deze leiding kunnen worden getransporteerd.

² Detail engineering is nog niet gevorderd tot het niveau dat de SIL klasse kan worden aangegeven. Air Liquide heeft aangegeven een SIL klasse hoger toe te passen dan benodigd.

4 Modelling

4.1 Modelling volgens Bevb

De volgende H-zinnen zijn van toepassing op waterstof.

Tabel 4-1: H-zinnen van toepassing op waterstof

H-zin	Omschrijving
H220	Zeer licht ontvlambaar gas, Categorie 1

Dit betekent dat waterstof brandbaar is en niet toxisch.

Volgens Handleiding Risicoberekeningen Bevb module D (chemicaliënleidingen) zijn in het algemeen voor brandbaar gasleidingen de volgende twee scenario's relevant:

- Breuk van de leiding (toestroming via twee kanten);
- Lek met een effectieve diameter van 10% van de inwendige diameter (met een maximum van 20 mm).

Deze scenario's worden hieronder uitgewerkt. In onderstaande tabel 4.2 zijn een aantal modelleringsaspecten opgenomen.

Tabel 4-2: Modelleringsgegevens Waterstof tabel 1

Modelleringsparameter	Eenheid	Waterstofleiding	In rekenmodel opgenomen
Stof	[-]	Waterstof 100%	Waterstof 100%
Temperatuur	[°C]	9,8	9,8
Inwendige diameter	[mm]	390,6 387,4	390,6
Ontwerpdruk	[Barg]	64	64
Maximale werkdruk	[Barg]	60	60
Gebruikelijk debiet door de leiding	[Nm ³ /uur]	85.000	0
Materiaal waaruit de grond bestaat	[-]	Klei en zand	Mix
Stand der techniek maatregelen van toepassing?	[-]	Ja, alle	Ja, alle
Lengte van het leidingstuk	[km]	20,3	20,3
Totale lengte van de gehele leiding inclusief aanvoer en afvoer	[km]	>27,0	27,0
-voor eerste punt leiding	[km]	>0,0	0
-na laatste punt leiding	[km]	>6,7 (België)	6,7 (België)
Kenmerken aanvoerende leiding			Identiek verondersteld aan die van het leidingstuk dat bestudeerd wordt
Kenmerken afvoerende leiding			Identiek verondersteld aan die van het leidingstuk dat bestudeerd wordt
Veiligheidsmaatregelen		Zie paragraaf hierna	Zie paragraaf hierna
Diepteligging	m-mv [m]	1,2 of dieper	1,2
Fractie jaar gebruik	%	100	100

Toelichting:

Door een debiet van 0 Nm³/uur te modelleren is overal in de leiding de druk identiek. Wanneer er dan een breuk of lek op treedt, zijn de effecten worst-case. Daarom is er 0 Nm³/h gemodelleerd.

4.1.1 Modellerings: faalfrequentie

Het vaststellen van de faalfrequentie van de leiding vindt plaats in drie stappen:

- Faalfrequentie niveau 1 is altijd van toepassing. Het is een basis frequentie.
- Faalfrequentie niveau 2: deze faalfrequentie is van toepassing wanneer diverse maatregelen van de stand der techniek van toepassing zijn.
- Faalfrequentie niveau 3: additioneel op de stand der techniek maatregelen zijn er extra veiligheidsverhogende maatregelen mogelijk.

In het hier onderstaande wordt dit toegelicht.

Faalfrequenties niveau 1

De faalfrequenties voor de transportleidingen gelden voor de leiding inclusief de verbindingen, zoals flenzen, lassen en kleppen en exclusief pompen. Volgens de Hari Bevb Module D is de volgende faalfrequentie van toepassing wanneer geen aanvullende gegevens van de leiding bekend zijn (niveau 1 faalfrequentie):

- Breuk van de leiding; $1,5 \times 10^{-4}$ /km.j.
- Lek van de leiding; $4,5 \times 10^{-4}$ /km.j.

Deze faalfrequentie is opgedeeld in een aantal afzonderlijke faaloorzaken. Zie onderstaande tabel.

Tabel 4-3: Faalfrequentie van een buisleiding (niveau 1).

Faaloorzaak	Breukfrequentie [1/j.km]	Breuk: Aandeel [%]	Lekfrequentie [1/j.km]	Lek: Aandeel [%]
Beschadiging door derden	$7,19 \times 10^{-5}$	47,9	$9,86 \times 10^{-5}$	21,9%
Mechanische oorzaken	$3,23 \times 10^{-5}$	21,5	$1,45 \times 10^{-4}$	32,2%
Inwendige corrosie	$5,71 \times 10^{-6}$	3,8	$4,40 \times 10^{-5}$	9,8%
Uitwendige corrosie	$1,72 \times 10^{-5}$	11,5	$1,32 \times 10^{-4}$	29,3%
Natuurlijke oorzaken	$9,15 \times 10^{-6}$	6,1	$1,35 \times 10^{-5}$	3,0%
Operationeel/Overige oorzaken	$1,38 \times 10^{-5}$	9,2	$1,71 \times 10^{-5}$	3,8%
Totaal	$1,5 \times 10^{-4}$	100	$4,5 \times 10^{-4}$	100

Faalfrequenties niveau 2

Met betrekking tot nieuw aan te leggen leidingen is het uitgangspunt dat alle 'stand der techniek' maatregelen van toepassing zijn. Dit betekent dat de faalfrequentietabel is aangepast volgens onderstaande tabel.

Tabel 4-4: Faalfrequentie van een buisleiding (niveau 2: stand der techniek).

Faaloorzaak	Breukfrequentie [1/j.km]	Breuk: Aandeel [%]	Lekfrequentie [1/j.km]	Lek: Aandeel [%]
Beschadiging door derden	$1,77 \times 10^{-5}$	47,9%	$2,63 \times 10^{-5}$	21,9%
Mechanische oorzaken	$7,96 \times 10^{-6}$	21,5%	$3,86 \times 10^{-5}$	32,2%
Inwendige corrosie	$1,41 \times 10^{-6}$	3,8%	$1,17 \times 10^{-5}$	9,8%
Uitwendige corrosie	$4,25 \times 10^{-6}$	11,5%	$3,52 \times 10^{-5}$	29,3%
Natuurlijke oorzaken	$2,26 \times 10^{-6}$	6,1%	$3,60 \times 10^{-6}$	3,0%
Operationeel/Overige oorzaken	$3,40 \times 10^{-6}$	9,2%	$4,56 \times 10^{-6}$	3,8%
Totaal	$3,70 \times 10^{-5}$	100%	$1,20 \times 10^{-4}$	100%

Faalfrequenties niveau 3

Aanvullend op de faalfrequentie van niveau 2 zijn er een aantal veiligheidsmaatregelen van toepassing. Het betreft diepteligging en andere veiligheidsverhogende maatregelen.

Diepteligging:

De referentiediepteligging van de rekenmethodiek bedraagt 0,84 m. Leidingen die dieper liggen krijgen een correctie op de faalfrequentie waardoor de faalfrequentie afneemt. Leidingen die minder diep liggen krijgen een correctie die ertoe leidt dat de faalfrequentie hoger wordt. De formule die deze correctie beschrijft is onderstaand weergegeven:

$$\text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden}} / e^{-2,4 \times (0,84 - z)}$$

Waarbij z = diepteligging (m).

In dit rapport gaan we ervan uit dat de leidingen een diepteligging hebben van 1,2 m, 1,5 m, of 1,8 m. Daarmee zijn een 9-tal trajecten gedefinieerd. In de trajecten opgenomen HDD-boringen (Horizontal Direction Drilling: gestuurde boringen) hebben een diepteligging die in werkelijkheid vaak veel dieper gaan dan de 1,2 m, 1,5 m, of 1,8 m waarmee gerekend is. HDD-boringen zijn echter voor deze studie niet interessant, omdat ze altijd een rechte lijn zijn: het zijn vooral de bochten in de leiding die bepalend zijn voor het niveau van risico. Daarom hebben HDD-boringen in deze studie een dekking gekregen die overeenkomt met de laagste dekking welke aan weerszijden van de HDD aanwezig is.

Tabel 4-5: Tabel met correctie factoren als gevolg van dekking (diepteligging).

Nr	Diepteligging [m]	Referentie diepteligging [m]	Correctiefactor (beschadiging derden)	Resulterende faalfrequentie (beschadiging door derden)
1	1,2	0,84	2,37	$7,46 \times 10^{-6}$
2	1,5	0,84	4,87	$3,63 \times 10^{-6}$
3	1,8	0,84	10,01	$1,77 \times 10^{-6}$

Voorbeeld berekening (1,2 m dekking):

$$\text{Breuk: Faalfrequentie}_{\text{beschad. derd, gecorr.}} = 1,77 \times 10^{-5} / e^{-2,4 \times (0,84 - 1,2)} = 1,77 \times 10^{-5} / 2,37 = 7,47 \times 10^{-6};$$

$$\text{Lek: Faalfrequentie}_{\text{beschad. derd, gecorr.}} = 2,63 \times 10^{-5} / e^{-2,4 \times (0,84 - 1,2)} = 2,63 \times 10^{-5} / 2,37 = 1,11 \times 10^{-5}.$$

Andere veiligheidsverhogende maatregelen

- Cluster 1: actief rappel binnen 10 dagen;
- Cluster 2: waarschuwingsslint met platen;
- Cluster 3: verregaande restricties;
- Cluster 4: Geen maatregel;
- Cluster 5: indien actief rappel in cluster 1: strikte begeleiding werkzaamheden

- Mechanisch: Inline Inspection en defect analyse en reparatie;
- Inwendige corrosie: Medium is inherent niet corrosief;
- Uitwendige corrosie: Inline Inspection en defect analyse en reparatie;
- Natuurlijke oorzaken: Ontoelaatbare zettingen uitgesloten.
- Operationale oorzaken: SIL+1.

De resulterende faalfrequentie bedraagt (zie bijlage 1 voor een berekening):

Tabel 4-6: Tabel met faalfrequentie van leidingdelen met een specifieke dekking.

Nr	Diepteligging [m]	Breuk faalfrequentie [1/y.km]	Lek Faalfrequentie [1/y.km]
1	1,2	$1,584 \times 10^{-6}$	$7,873 \times 10^{-6}$
2	1,5	$1,584 \times 10^{-6}$	$7,872 \times 10^{-6}$
3	1,8	$1,583 \times 10^{-6}$	$7,872 \times 10^{-6}$

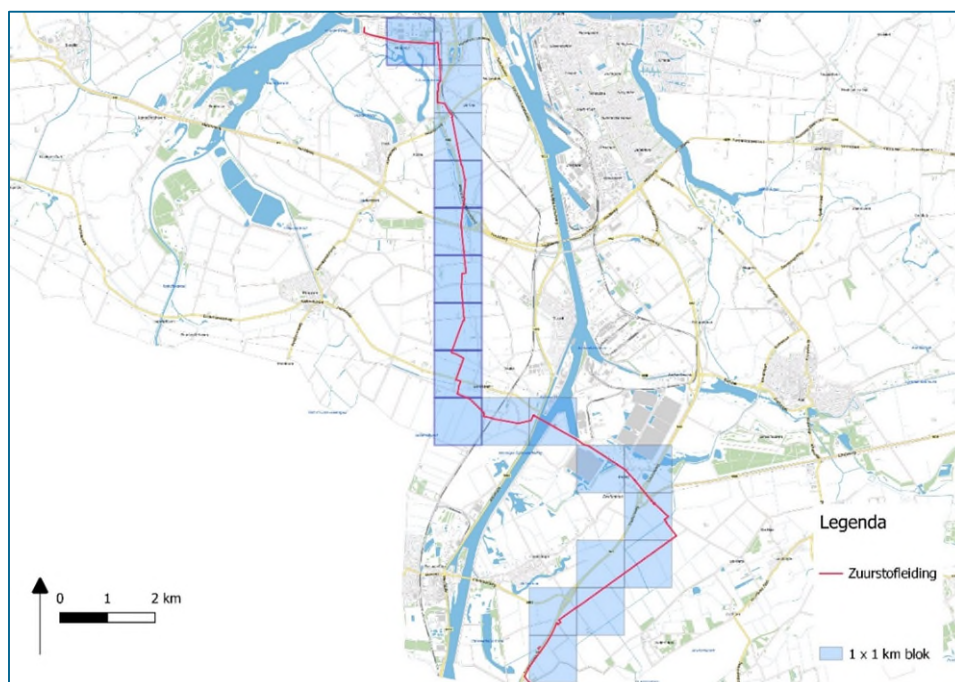
4.2 Oppervlakteruwheid en meteobestand

De rijksoverheid heeft een tool beschikbaar gesteld om de oppervlakteruwheid mee te bepalen. Het betreft het txt bestand te vinden op:

<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2020/03/13/ruwheidskaart-2020/2020-ruwheidskaart.zip>

Wijze van bepalen van de oppervlakte ruwheid:

Er is een 20-tal km vlakken gedefinieerd welke voor meer dan 95% de leiding bedekken. Van deze km vlakken is de oppervlakteruwheid bepaald via de hiervoor genoemde tool. Van de gevonden oppervlakteruwheden is een gemiddelde berekend: dit gemiddelde is in de berekeningen gebruikt. Zie figuur 4.1.



Figuur 4-1: Km vlakken en ligging van de leiding.

In onderstaande tabel zijn de hoekpunten (links onder) van de vlakken gegeven welke zijn gebruikt. De gemiddelde oppervlakteruwheid is 0,1099 m. Deze is gebruikt in de berekening.

Tabel 4.5: Afleiding van de oppervlakteruwheid voor de omgeving van de zuurstofleiding

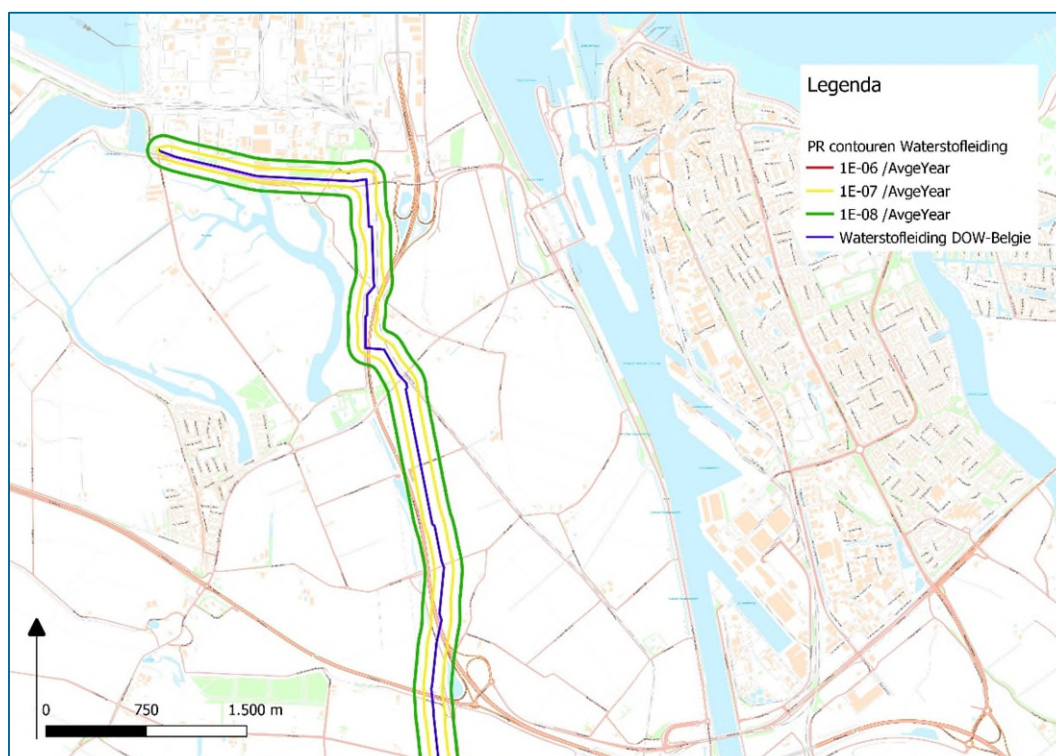
Nr	X-coördinaat [km]	Y-coördinaat [km]	Ruwheidslengte [m]
1	43	372	0,328
2	44	372	0,089
3	44	371	0,092
4	44	370	0,102
5	44	369	0,109
6	44	368	0,090
7	44	367	0,095
8	44	366	0,126
9	44	365	0,115
10	44	364	0,112
11	45	364	0,104
12	46	364	0,068
13	47	363	0,105
14	48	363	0,070
15	48	362	0,109
16	48	361	0,098
17	47	361	0,100
18	47	360	0,084
19	46	360	0,091
20	46	359	0,111
Gemiddelde			0,1099

Als meteobestand is gebruikgemaakt van het meteobestand Vlissingen.

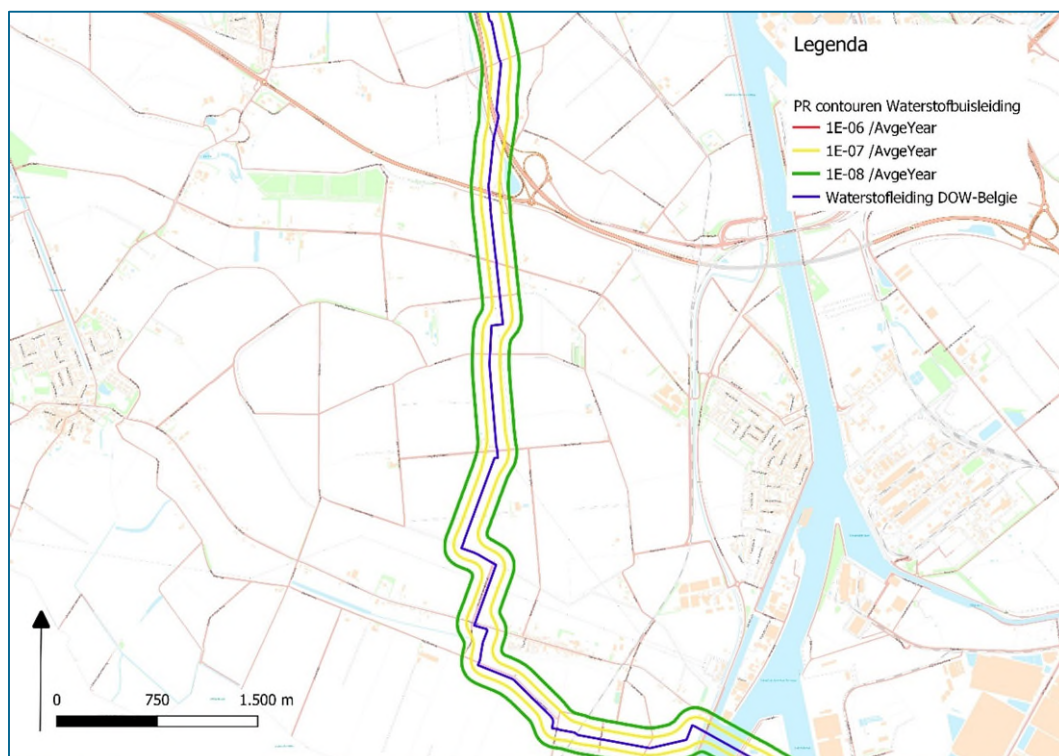
5 Resultaten

5.1 Plaatsgebonden risico Bevb-methodiek

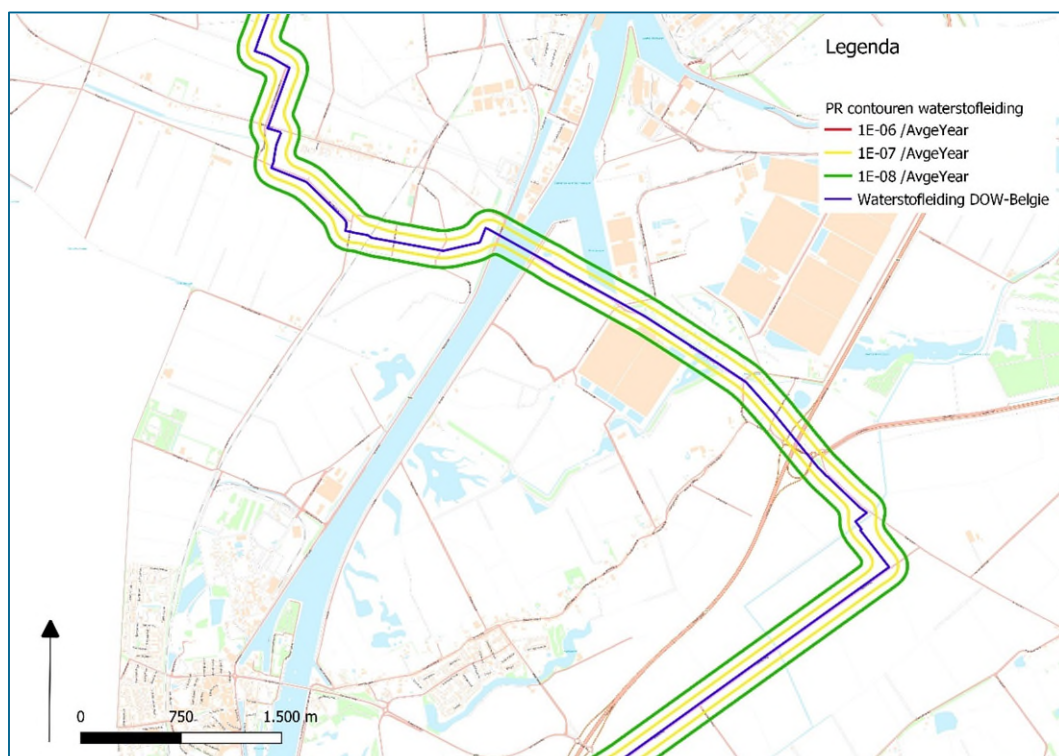
In onderstaande figuren zijn plaatsgebonden risicocontouren getoond.



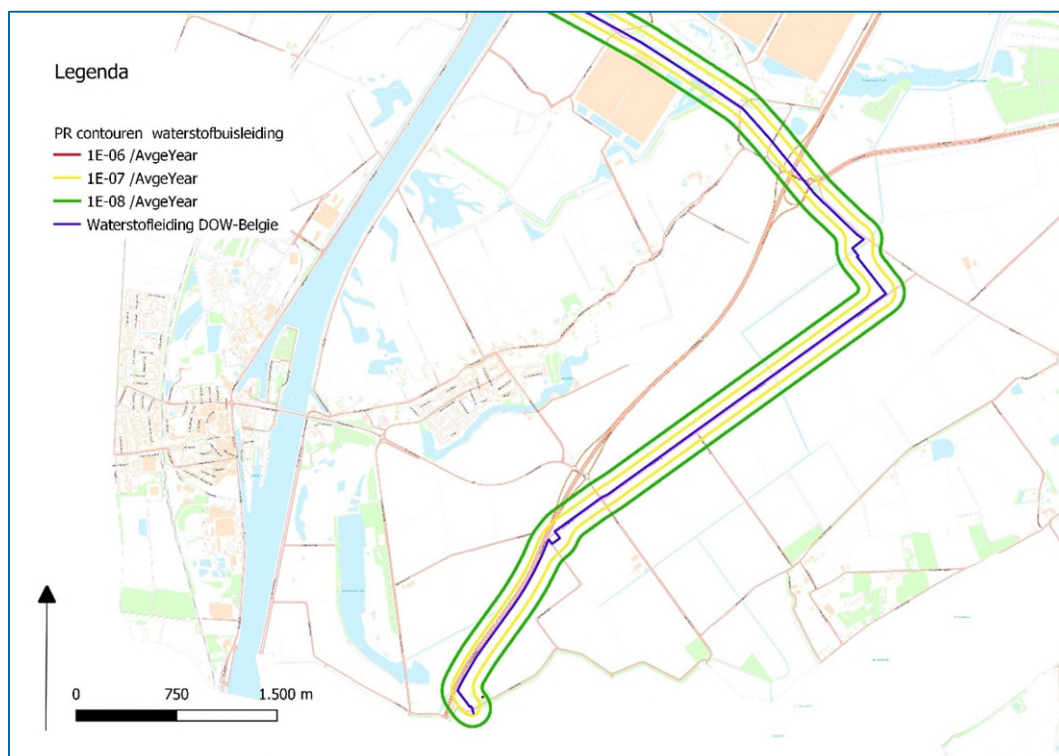
Figuur 5-1: Plaatsgebonden risicocontouren deel 1 (Bebv methodiek).



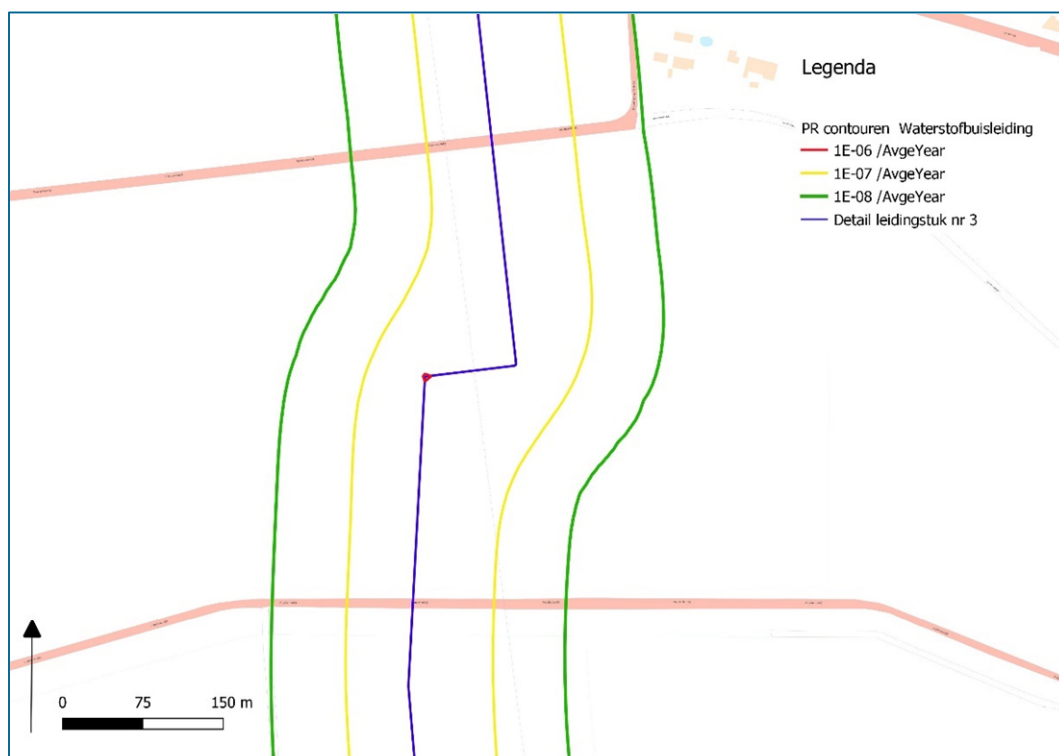
Figuur 5-2: Plaatsgebonden risicocontouren deel 2 (Bebv methodiek).



Figuur 5-3: Plaatsgebonden risicocontouren deel 3 (Bebv methodiek).



Figuur 5-4: Plaatsgebonden risicocontouren deel 4 (Bebv methodiek).



Figuur 5-5: Detail plaatsgebonden risicocontouren (Bebv methodiek).

Bespreking van deze rekenresultaten

In voorgaande figuren is een overzicht gegeven van de plaatsgebonden risicocontouren van de waterstofleiding berekend volgens de nu van toepassing zijnde Bevb-rekenmethodiek en de nu gekozen veiligheidsvoorzieningen.

Er ontstaat op één punt een 10^{-6} /jaar contour. Deze ligt op circa 2 tot 3 m gemeten vanuit het hart van de leiding. Zie figuur 5-5.

Tabel 5-1: Plaatsgebonden risico afstanden (en invloedsgebied/aandachtsgebied).

Parameter	Afstand van leiding tot contour [m] (recht stuk leiding) [m]
10^{-6} /jaar	Niet aanwezig of < 5 m
10^{-7} /jaar	68
10^{-8} /jaar	141
Invloedsgebied	220
Brand aandachtsgebied	210 m
Explosie aandachtsgebied	Niet aanwezig

5.2 Groepsrisico Bevb

Het invloedsgebied voor de externe veiligheid van deze leiding bedraagt circa 220 m. Met behulp van de populatie service is bevolking opgevraagd tot 220 m van de leiding. Met deze bevolking is een groepsrisico berekening gedaan. Het resultaat was dat er minder dan 10 slachtoffers werd berekend. Een groepsrisico is gedefinieerd vanaf 10 slachtoffers of meer. Formeel is er dus geen groepsrisico.

5.3 Toetsing aan normen van het Bevb

De eisen uit het Bevb zijn als volgt:

1. Plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar ligt op minder dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding;
2. Binnen de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar liggen geen kwetsbare objecten.

Ad 1: Hierboven is aangetoond dat de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar op minder dan 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding ligt. Daarmee is aangetoond dat is voldaan aan de norm.
Ad 2: in paragraaf 3.2 is een opsomming gedaan van de objecten in de omgeving van de leiding. Geen van de objecten ligt op 5 m of minder gemeten vanuit het hart van de leiding.
Conclusie is dat is voldaan aan de normen van het Bevb.

6 Conclusie

Tussen Gent (België) en Terneuzen (Nederland) wordt een nieuwe leiding aangelegd. Air Liquide wil zuurstof of waterstof vervoeren door deze leiding. Deze QRA onderzoekt het gebruik van waterstof door deze leiding in het Nederlands deel van deze leiding. In dit rapport is op basis van aangedragen leiding kenmerken de externe veiligheidssituatie van deze leiding berekend. Vervolgens is het gevonden resultaat getoetst aan de daarvoor in Nederland van toepassing zijnde normen.

De berekening is uitgevoerd volgens de hieronder vermelde rekenmethodiek:

- Rekenmethodiek Bevb (Bestaande uit: Handleiding Risicoberekeningen Bevb en Safeti-NL 8).

Conclusie Plaatsgebonden risico

Met de aangedragen leidingkenmerken voldoet de leiding aan de externe veiligheidsnormen voor het plaatsgebonden risico zoals opgenomen in het Bevb:

- De 10^{-6} /jaar ligt op maximaal 5 m gemeten vanuit het hart van de leiding,
- Binnen de 10^{-6} /jaar liggen geen kwetsbare objecten.

Conclusie Groepsrisico

Het berekende groepsrisico is formeel afwezig: er worden minder dan 10 slachtoffers berekend.

Bijlage 1: Berekening faalfrequenties (BevB)

Bijlage 1: Berekening faalfrequenties (Bevb)

Breuk Scenario's
Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: BREUK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2		Van toepassing ?
Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	☒
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	☒
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	☒
	Geïmplementeerd KLIC/WION systeem met actief rappel	☒
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	☒
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteits controle en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.	☒
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	☒
	Bepaling van de product corrosiviteit	☒
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoetslag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating/ 'liner'.	☒
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalafgifte).	☒
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	☒
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	☒
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en tripssettings.	☒
	Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiligingen	☒
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	☒
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	☒

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties		
Faaloorzaken en frequenties	Faalfrequentie [km ⁻¹ jaar ⁻¹]	Aandeel
Beschadiging door derden	1,77E-05	47,9%
Mechanisch	7,96E-06	21,5%
Inwendige corrosie	1,41E-06	3,8%
Uitwendige corrosie	4,25E-06	11,5%
Natuurlijke oorzaken	2,26E-06	6,1%
Operationeel/overig	3,40E-06	9,2%
	3,70E-05	100%

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,77E-05	
Diepteligging [m]	1,2	2,37
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwingsslint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	21.354	
Gecorrigeerde faalfrequentie	8,29E-10	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal ILI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-07	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-06	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (visa v	1.000,00
Totaal van de factoren	1.000.000.000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-15	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal ILI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-07	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie BREUK	
Faalfrequentie niveau 1	1,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	3,70E-05	ontstekingskans
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,58443E-06	

Breuk Scenario's
Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: BREUK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2		Van toepassing ?
Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheidheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	☒
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	☒
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	☒
	Geïmplementeerd KUC/WION systeem met actief rappel	☒
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	☒
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.	☒
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	☒
	Bepaling van de product corrosiviteit	☒
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoelag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating/ 'liner'.	☒
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalafgifte).	☒
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	☒
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	☒
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en trips settings.	☒
	Geautomatiseerde procesbewaking en proces beveiligingen	☒
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	☒
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	☒

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties		
Faaloorzaken en frequenties	Faalfrequentie [km ⁻¹ jaar ⁻¹]	Aandeel
Beschadiging door derden	1,77E-05	47,9%
Mechanisch	7,96E-06	21,5%
Inwendige corrosie	1,41E-06	3,8%
Uitwendige corrosie	4,25E-06	11,5%
Natuurlijke oorzaken	2,26E-06	6,1%
Operationeel/overig	3,40E-06	9,2%
	3,70E-05	100%

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,77E-05	
Diepteligging [m]	1,5	4,87
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwinglint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	43.870	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,03E-10	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-07	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-06	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (visa v	1,000,00
Totaal van de factoren	1.000.000.000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-15	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-07	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie BREUK	
Faalfrequentie niveau 1	1,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	3,70E-05 ontstekingskans	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,58400E-06	

Breuk Scenario's

Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: BREUK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2

Van toepassing?

Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	✓
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	✓
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	✓
	Geïmplementeerd KUC/WION systeem met actief rappel	✓
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	✓
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.	✓
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	✓
	Bepaling van de product corrosiviteit	✓
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoets op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating/ 'liner'.	✓
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalafgifte).	✓
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	✓
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	✓
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en trips settings.	✓
	Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiligingen	✓
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	✓
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	✓

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties

Faaloorzaken en frequenties	Faalfrequentie [$\text{km}^{-1}\text{jaar}^{-1}$]	Aandeel
Beschadiging door derden	1,77E-05	47,9%
Mechanisch	7,96E-06	21,5%
Inwendige corrosie	1,41E-06	3,8%
Uitwendige corrosie	4,25E-06	11,5%
Natuurlijke oorzaken	2,26E-06	6,1%
Operationeel/overig	3,40E-06	9,2%
	3,70E-05	100%

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,77E-05	
Diepteligging [m]	1,8	10,01
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwingsslint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	90.127	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,96E-10	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,96E-07	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-06	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (visa v	1.000,00
Totaal van de factoren	1.000.000.000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,41E-15	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-06	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,25E-07	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	2,26E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekenende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,40E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie BREUK	
Faalfrequentie niveau 1	1,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	3,70E-05	ontstekingskans
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,58380E-06	

LEK Scenario's
Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: LEK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2		Van toepassing ?
Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	☒
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	☒
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	☒
	Geïmplementeerd KUC/WION systeem met actief rappel	☒
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	☒
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.	☒
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	☒
	Bepaling van de product corrosiviteit	☒
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoetslag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating / "liner".	☒
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalafgifte).	☒
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	☒
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	☒
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en trips settings.	☒
	Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiligingen	☒
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	☒
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	☒

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties		
Faaloorzaken en frequenties	Faalfrequentie [km ⁻¹ jaar ⁻¹]	Aandeel
Beschadiging door derden	2,63E-05	21,9%
Mechanisch	3,86E-05	32,2%
Inwendige corrosie	1,17E-05	9,8%
Uitwendige corrosie	3,52E-05	29,3%
Natuurlijke oorzaken	3,60E-06	3,0%
Operationeel/overig	4,56E-06	3,8%
	1,20E-04	100%

1,486

0,308

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,63E-05	
Diepteligging [m]	1,2	2,37
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwingsslint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	21,354	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,23E-09	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-06	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-05	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (v	0,000,00
Totaal van de factoren	1.000.000.000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-14	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IU/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-06	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie LEK	
Faalfrequentie niveau 1	4,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	1,20E-04	ontstekingskans
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,732E-06	

LEK Scenario's
Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: LEK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2		Van toepassing ?
Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	☒
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	☒
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	☒
	Geïmplementeerd KUC/WION systeem met actief rappel	☒
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	☒
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.	☒
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit:	☒
	Bepaling van de product corrosiviteit	☒
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoetslag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating/ 'liner':.	☒
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalanalyse).	☒
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	☒
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	☒
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en trips settings.	☒
	Geautomatiseerde procesbewaking en proces beveiligingen	☒
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	☒
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	☒

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties		
Faalsoorzaken en frequenties	Faalfrequentie [km ⁻¹ jaar ⁻¹]	Aandeel
Beschadiging door derden	2,63E-05	21,9%
Mechanisch	3,86E-05	32,2%
Inwendige corrosie	1,17E-05	9,8%
Uitwendige corrosie	3,52E-05	29,3%
Natuurlijke oorzaken	3,60E-06	3,0%
Operationeel/overig	4,56E-06	3,8%
	1,20E-04	100%

1,486

0,308

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,63E-05	
Diepteligging [m]	1,5	4,87
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwinglint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	43.870	
Gecorrigeerde faalfrequentie	6,00E-10	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal ILI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-06	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-05	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (v.)	0,000,00
Totaal van de factoren	1.000.000.000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-14	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal ILI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-06	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie LEK	
Faalfrequentie niveau 1	4,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	1,20E-04 ontstekingskans	
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,8726E-06	

LEK Scenario's
Berekening faalfrequentie volgens rekenmethode 1 juli 2014: LEK

State of the art voorwaarden voor toepassing niveau 2		Van toepassing ?
Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheersysteem conform artikel 4 lid 1 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (BevB) en NEN3650/NTA-8000	✓
Beschadiging door derden	Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels	✓
	Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding	✓
	Geïmplementeerd KUC/WION systeem met actief rappel	✓
Mechanisch	Leiding aangelegd voor 1980: Het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding	✓
	Leiding aangelegd vanaf 1980: Geen nadere eisen: is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding	✓
Inwendige corrosie	Corrosie management systeem bestaande uit: Bepaling van de product corrosiviteit	✓
	Toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit (zoals bijvoorbeeld corrosietoelag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating/ "liner")	✓
	Effectief monitoringsprogramma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit, middels sampling, chemicalien injectie, sampling op metaalafgifte).	✓
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN3654. Effectief monitoringsprogramma van kathodische bescherming van coating	✓
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende maatregelen getroffen.	✓
Operationeel/overig	Gespecificeerde werkgebied mbt druk, debiet, temp en tripssettings.	✓
	Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiligingen	✓
	Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren.	✓
	Veranderingen van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).	✓

Geselecteerde faalfrequenties per onderdeel: afhankelijk van bovenstaande keuze tabel niveau 1 of niveau 2 frequenties		
Faaloorzaken en frequenties	Faalfrequentie (km ⁻¹ jaar ⁻¹)	Aandeel
Beschadiging door derden	2,63E-05	21,9%
Mechanisch	3,86E-05	32,2%
Inwendige corrosie	1,17E-05	9,8%
Uitwendige corrosie	3,52E-05	29,3%
Natuurlijke oorzaken	3,60E-06	3,0%
Operationeel/overig	4,56E-06	3,8%
	1,20E-04	100%

Kies in de volgende clusters de maatregelen die van toepassing zijn

Onderwerp	Beschadiging door derden	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	2,63E-05	
Diepteligging [m]	1,8	10,01
Maatregelen cluster 1	Actief rappel (actie binnen 10 dagen)	1,2
Maatregelen cluster 2	Waarschuwingsslint plus beschermplaten	30
Maatregelen cluster 3	Vergaande restricties	100
Maatregelen cluster 4	Geen maatregel	1
Maatregelen cluster 5	Indien actief rappel cluster 1: Stikte begeleiding werkzaamheden	2,5
Maatregelen cluster 6: extra dekking	0,0	1
Maatregelen cluster 7	Geen maatregel	1
Totaal van de factoren	90,127	
Gecorrigeerde faalfrequentie	2,92E-10	
Onderwerp	Mechanisch	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IUI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	10	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,86E-06	
Onderwerp	Inwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-05	
Maatregelen	Medium is aantoonbaar inherent niet corrosief voor materiaal buisleiding (v	0,000,00
Totaal van de factoren	1.000.000,000	
Gecorrigeerde faalfrequentie	1,17E-14	
Onderwerp	Uitwendige corrosie	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-05	
Maatregelen	Uitvoeren passende High-res. Metal IUI/defect analyse/reparatie	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,52E-06	
Onderwerp	Natuurlijke oorzaken	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-06	
Maatregelen	Natuurlijke oorzaken kunnen worden uitgesloten	100,00
Totaal van de factoren	1,00E+02	
Gecorrigeerde faalfrequentie	3,60E-08	
Onderwerp	Operationeel/overig	Factor
Ongecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-06	
Maatregelen	Overdrukbeveiliging zoals toegepast SIL= Berekende SIL+1	10,00
Totaal van de factoren	1,00E+01	
Gecorrigeerde faalfrequentie	4,56E-07	
Onderwerp	Totaal gecorrigeerde faalfrequentie LEK	
Faalfrequentie niveau 1	4,50E-04	
Faalfrequentie niveau 2	1,20E-04	ontstekings kans
Gecorrigeerde faalfrequentie	7,8723E-06	

Bijlage 2: Ligging trajecten 1 tot en met 9



Traject 1: 1,5 m dekking
Traject 2: 1,8 m dekking
Traject 3: 1,5 m dekking
Traject 4: 1,8 m dekking
Traject 5: 1,5 m dekking
Traject 6: 1,8 m dekking
Traject 7: 1,2 m dekking
Traject 8: 1,5 m dekking
Traject 9: 1,8 m dekking

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH DEVENTER
Postbus 321
7400 AH DEVENTER
T. (06) 10892217
E. jelte.janzen@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2022

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.