



Effectberekeningen Zuurstofleiding

gelegen tussen Belgische Grens en DOW
Terneuzen

projectnummer 0474512.100
definitief revisie 01
14 november 2023

Effectberekeningen Zuurstofleiding

gelegen tussen Belgische Grens en DOW Terneuzen

projectnummer 0474512.100
documentnummer 00
definitief revisie 01
14 november 2023

Auteurs

Ir. J. (Jelte) Janzen

Opdrachtgever

SGS Nederland B.V.
Malledijk 18
3208 LA Spijkenisse

Gecontroleerd:

Ir. D.E. (Dennis) Zandijk

datum	beschrijving	vrijgave
14 november 2023	definitief	 I.O.

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Externe Veiligheid	3
2.1	Wettelijk kader	3
2.2	Plaatsgebonden risico	3
2.3	Groepsrisico	4
2.4	Maximale effectafstand	4
2.5	Berekeningswijze	5
3	Beschrijving van de leiding en de omgeving	6
3.1	Ligging van de zuurstofleiding	6
3.2	Omgeving van de Bevb zuurstofleiding	7
4	Modellering	8
4.1	Modellering Bevb	8
4.2	Modellering Bevb: te gebruiken model	8
4.3	Modellering Bevb: Faalfrequentie	8
4.4	Modellering Bevb: Effect modellering	9
4.5	Oppervlakteruwheid en meteobestand	10
5	Rekenresultaten	12
5.1	Plaatsgebonden risico Bevb	12
5.2	Groepsrisico Bevb	14
5.3	Toetsing aan normen van het Bevb	14
6	Conclusie	16

Bijlage 1: Detail PR contouren

1 Inleiding

SGS Roos + Bijl B.V. is betrokken bij de engineering van een nieuw aan te leggen zuurstofleiding gelegen tussen ArcelorMittal in Gent, België, en DOW te Terneuzen in Nederland.

Bij een zuurstofleiding bestaat een (kleine) kans op het onbedoeld ontsnappen van grote hoeveelheden zuurstof wanneer de leiding faalt.

Hoewel zuurstof voor dierlijk en menselijk leven onmisbaar is, is een veel hogere zuurstofconcentratie dan de 21% die in de atmosfeer zit, toxisch voor mens en dier. Bij een langdurige blootstelling aan hoge concentraties kan bij mensen longoedeem optreden: dit kan dodelijk zijn. Daarnaast is een direct effect van hoge zuurstofconcentraties een hogere kans op het ontbranden van allerlei zaken in de omgeving, waaronder kleding. Acute sterftekansen als gevolg van overmaat aan zuurstof zijn voornamelijk afgeleid voor brand van kleding die niet voldoende snel gedoofd kunnen worden.

Dit betekent dat het introduceren van een leiding met zuurstof in een omgeving leidt tot het introduceren van een extern veiligheidsrisico in die omgeving.

In opdracht van SGS Roos + Bijl heeft Antea Group een tweetal rapporten opgesteld:

- een rapport met externe veiligheidsberekeningen betreffende het **Nederlandse** deel van de zuurstofleiding (meer specifiek: het ondergrondse deel van de leiding in het openbaar terrein)¹;
- een rapport met externe veiligheidsberekeningen betreffende het **Belgische** deel van deze zuurstofleiding (meer specifiek: het ondergrondse deel van de leiding in het openbaar terrein);

Voorliggende rapport betreft de zuurstofleiding geheel gelegen in Nederland.

Probit zuurstof

We merken op dat voor zuurstof geen probit relatie bekend is. Een probit relatie van een stof geeft aan welke sterftekansen optreden als functie van de blootstellingsduur en blootstellingsconcentratie. Het ontbreken van deze probit heeft tot gevolg dat een risicoberekening (een QRA) met als resultaat plaatsgebonden risicocontouren, niet kan worden uitgevoerd. Dit is ook de reden dat dit rapport niet het begrip QRA in de titel heeft. Het gevolg is dat de formele toetsing aan de normen van het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) niet kan worden uitgevoerd.

Ondanks het ontbreken van de probit van zuurstof is er wel het een en ander bekend met betrekking tot sterftekansen bij blootstelling aan zuurstofovermaat. Deze gegevens zijn opgenomen in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB) en Bevb. Met behulp van deze gegevens zijn effectberekeningen uitgevoerd.

Deze effectberekeningen zijn vervolgens geïnterpreteerd: op basis van deze effectberekeningen is een inschatting gemaakt van waar de plaatsgebonden risico contour 10^{-6} /jaar zich kan

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

bevinden. Dit is een omweg die niet dezelfde nauwkeurigheid bereikt als een echte plaatsgebonden risicocontourberekening zoals die in een QRA wordt uitgevoerd. De verwachting is dat met deze effectberekeningen het bevoegd gezag voldoende houvast aangereikt krijgt om een gefundeerde beslissing te kunnen nemen in het licht van de externe veiligheidsnormen die van toepassing zijn op deze leiding.

Deze leiding

Deze leiding bestaat nog niet en moet daarom nieuw worden aangelegd. Air Liquide (de eigenaar van de leiding) wil zowel zuurstof (zoals behandeld in deze QRA) als waterstof (andere QRA) door deze leiding kunnen vervoeren. Beide stoffen worden in dezelfde vergunningsaanvraag aangevraagd. Dat betekent dat voor beide stoffen de leiding als een nieuwe leiding moet worden beschouwd.

Indeling

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
474512 Zuurstofleiding concept rev00 14-4-2023	rev00 Concept
474512 20231114 Effectberekeningen Zuurstofleiding DEF rev01	Rev01 DEF

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 hoogtekaart van overlijdenskans.

Bevb norm

Voor een nieuw aan te leggen leiding geldt dat de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar op maximaal 5 m 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.

Deze zuurstofleiding

Zoals reeds in de inleiding genoemd kan voor deze zuurstofleiding geen plaatsgebonden risicocontour worden opgesteld vanwege het ontbreken van een probitrelatie van zuurstof. De formele vereisten zoals hierboven genoemd kunnen dientengevolge niet worden ingevuld. Wel kunnen effectberekeningen worden uitgevoerd. Op basis van deze effectberekeningen is een

afschatting van de ligging van de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} /jaar gedaan. Voor zover mogelijk is vervolgens een toetsing aan de Bevb normen gedaan.

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.

Deze zuurstofleiding

Zoals reeds in de inleiding genoemd ontbreekt een probitrelatie van zuurstof. Dit betekent dat ook het groepsrisico niet kan worden berekend. Wel kan met behulp van effectberekeningen een gefundeerde maximale afschatting van het groepsrisico worden gedaan.

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.

Deze zuurstofleiding

In de handleiding Risicoberekeningen Bevi is een aantal concentratiegrenzen aangegeven die tot een bepaalde sterfte leiden en die gebruikt kunnen worden om de maximale effectafstand te berekenen:

$P_{lethaal} = 0,1$: bij zuurstofconcentraties in lucht groter dan 40 vol%;
 $P_{lethaal} = 0,01$: bij zuurstofconcentraties in lucht tussen 30 en 40 vol%;
 $P_{lethaal} = 0$: bij zuurstofconcentraties in lucht tussen 20 en 30 vol%.

Een zuurstofconcentratie van 40 vol% in lucht komt overeen met een extra hoeveelheid zuurstof van 24,1 vol% uit de dispersieberekening, 30 vol% zuurstof in lucht komt overeen met 11,4 vol% uit de dispersieberekening. Op basis van deze gegevens kan een maximale effectafstand worden berekend.

2.5 Berekeningswijze

Berekeningswijze leiding in het buitengebied

Van toepassing is het Besluit externe veiligheid buisleidingen en de daarbij horende regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb). In Artikel 4.6.1 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;

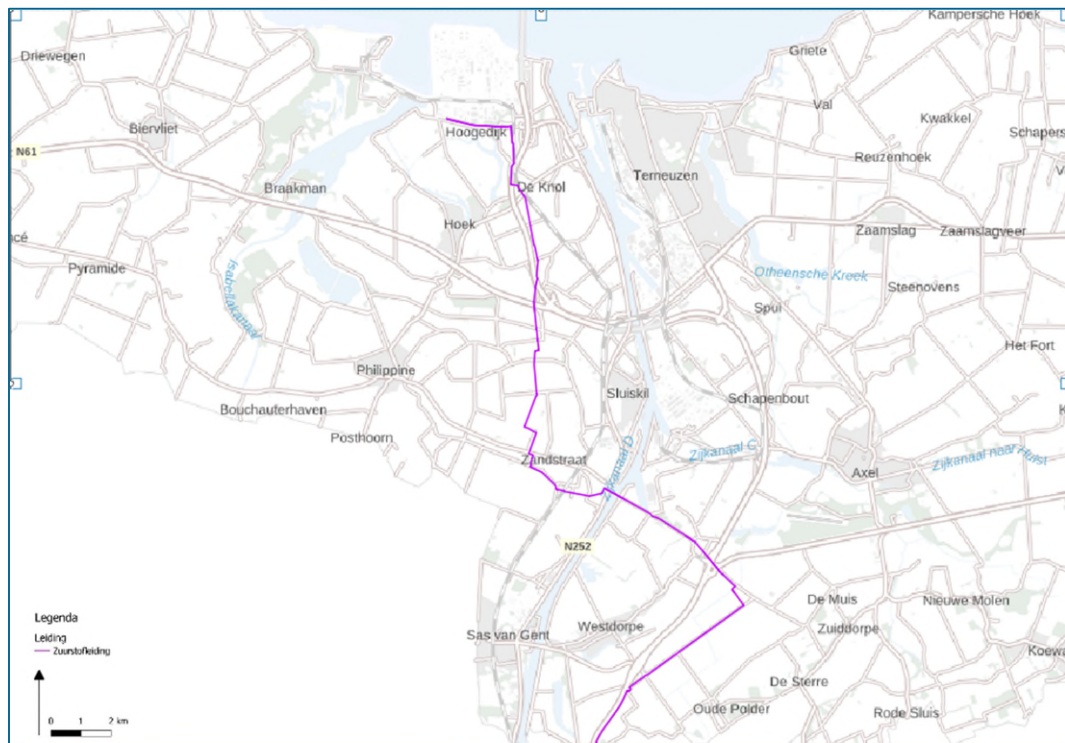
De berekeningen voor het deel van de leiding in het openbaar terrein zijn uitgevoerd overeenkomstig bovenstaande:

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

3 Beschrijving van de leiding en de omgeving

3.1 Ligging van de zuurstofleiding

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



Figuur 3-1: geplande ligging van de Zuurstofleiding (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 1475 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 zuurstofleiding.

3.2 Omgeving van de Bevb zuurstofleiding

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: 113 m;
- 47 m: woning, Graafjansdijk b203, 4554LG Westdorpe: 47 m;
- 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>.

Kenmerken van de leiding

Parameter	Eenheid	Waarde
Product		Zuurstof 100%
Kenmerken		DN400, 64 barg
Inwendige diameter	mm	387,34
Maximum druk	barg	64
Totale lengte van de leiding	km	Circa 27 km

4 Modelling

4.1 Modelling Bevb

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

- Breuk;
- Lek met een effectieve diameter van 10% van de inwendige diameter (max 20 mm).

Deze scenario's worden hieronder uitgewerkt.

Zuurstof wordt in deze module van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb met name genoemd onder het kopje inert/overig.

4.2 Modelling Bevb: te gebruiken model

Voor gasvormige producten moet gebruikt worden:

- Breuk: long pipeline model;
- Lek: long pipeline model.

Bij het modelleren is een aantal uitgangspunten gekozen die een overschatting van de effecten geven:

- Er is een leiding gemodelleerd van 64 km lengte²: de leiding waarvan de effecten zijn berekend heeft een lengte van 1 km. Dit 1 km leiding stuk ligt in het midden van deze 64 km: dus ter weerszijden van het leiding stuk van 1 km ligt $(64 - 1)/2 = 31,5$ km zuurstofleiding, dat in geval van breuk zuurstof kan leveren aan de breuk.
In werkelijkheid is er geen 31,5 km leiding ter weerszijden van het stuk leiding wat wordt beschouwd.
- De pumped inflow is op 0 kg/s gezet. Dit betekent dat in de gehele leiding de druk maximaal is. In werkelijkheid zal er een flow zijn van zuurstof naar het Belgische deel van de leiding: daardoor zal de druk langs de leiding naar België toe afnemen.

De combinatie van beide bovestaande punten leidt tot een worst-case modellering van de zuurstofleiding.

Voor de instelling 'time varying release' is in dit geval gekozen voor 'average between 2 times', aangezien het lethale effect in wezen een brandbaar scenario is.

4.3 Modelling Bevb: Faalfrequentie

Aangezien door het ontbreken van een probitrelatie van zuurstof geen plaatsgebonden risicoberekening kan worden uitgevoerd, is ook een faalfrequentie niet meer nodig. Dientengevolge gaan we niet verder in op het onderwerp faalfrequentie.

² Deze 64 km is een default afstand welke ook in aardgas en waterstof berekeningen wordt gebruikt.

4.4 Modellering Bevb: Effect modellering

Zoals reeds in hoofdstuk 2 aangegeven wordt een effectmodellering opgezet. Deze komt als volgt tot stand. Met behulp van long pipeline (voor breuk en lek) zijn de scenario's gemodelleerd zoals hiervoor aangegeven. We kijken echter uitsluitend naar de effecten. De volgende effecten zijn in kaart gebracht (gegevens overgenomen uit Handleiding Risicoberekeningen Bevb

Concentratie grenzen

Tabel 4-1: Concentratiegrenzen in % als functie van de sterftekans

Effect	Concentratie grenzen O ₂ volgens Bevb	Additoneel door breuk of lek te leveren O ₂ (ondergrens)	Additoneel door breuk of lek te leveren O ₂ (bovengrens)
Sterftekans 10%	Meer dan 40%	Meer dan 24,1%	-
Sterftekans 1%	Tussen 30% en 40%	Meer dan 11,4%	Tot 24,1 %
Sterftekans 0%	Tussen 20% en 30%	0 %	Tot 11,4%

Aangezien Safeti-NL alleen rekent aan de via de pijpleiding vrijgekomen zuurstof (en geen rekening houdt met het feit dat in omgevingslucht al zuurstof aanwezig is) moet de zuurstofconcentratie van 20%, 30% en 40% zoals in bovenstaande tabel aangeduid, worden omgezet in een concentratie zuurstof in de omgeving afkomstig van de zuurstofleiding.

Door het vrijkomen van een grote hoeveelheid zuurstof wordt omgevingslucht (met daarin circa 21% zuurstof) voor een deel verdrongen. Dit betekent dat bij een zuurstofconcentratie van 40% in de omgeving het aandeel zuurstof dat normaliter al in de lucht zit (21%) lager zal zijn geworden. Een berekening toont aan dat een zuurstofconcentratie van 40% in de omgeving wordt bereikt wanneer de zuurstofconcentratie in de omgeving als gevolg van uitstroming uit de leiding 24,1% bedraagt. In dat geval is de zuurstofconcentratie die normaal gesproken al in de lucht zit (21%) gedaald tot 15,9% (24,1% + 15,9% = 40% !). Bovenstaande Tabel 4-1 is omgewerkt naar ppm (parts per million) getallen van de zuurstof die uit de leiding is gestroomd (Tabel 4-2). Dit is nodig omdat Safeti-NL concentraties in ppm-vorm nodig heeft.

Tabel 4-2: Concentratie grenzen in ppm als functie van de sterfte kans

Effect	Concentratie grenzen O ₂ volgens Bevb	Concentratie zuurstof afkomstig uit leiding	Concentratie zuurstof afkomstig uit leiding in ppm
Sterftekans 10%	Meer dan 40%	Meer dan 24,1%	> 241.000
Sterftekans 1%	Tussen 30% en 40%	Meer dan 11,4%	>114.000
Sterftekans 0%	Tussen 20% en 30%	0 %	Tot 114.000

Blootstellingstijd

Het RIVM verwijst voor de blootstellingstijd terug naar de rekenmethodiek Bevi: daar is voor zuurstofblootstellingen de TNO-methode gebruikt. Die methode maakt gebruik van de hierboven genoemde effectconcentraties en gebruikt daarvoor een blootstellingstijd van 10 minuten (600 s). Deze blootstellingstijd hebben we ook hier gebruikt.

De resultaten van deze berekening zijn te vinden in hoofdstuk 5.

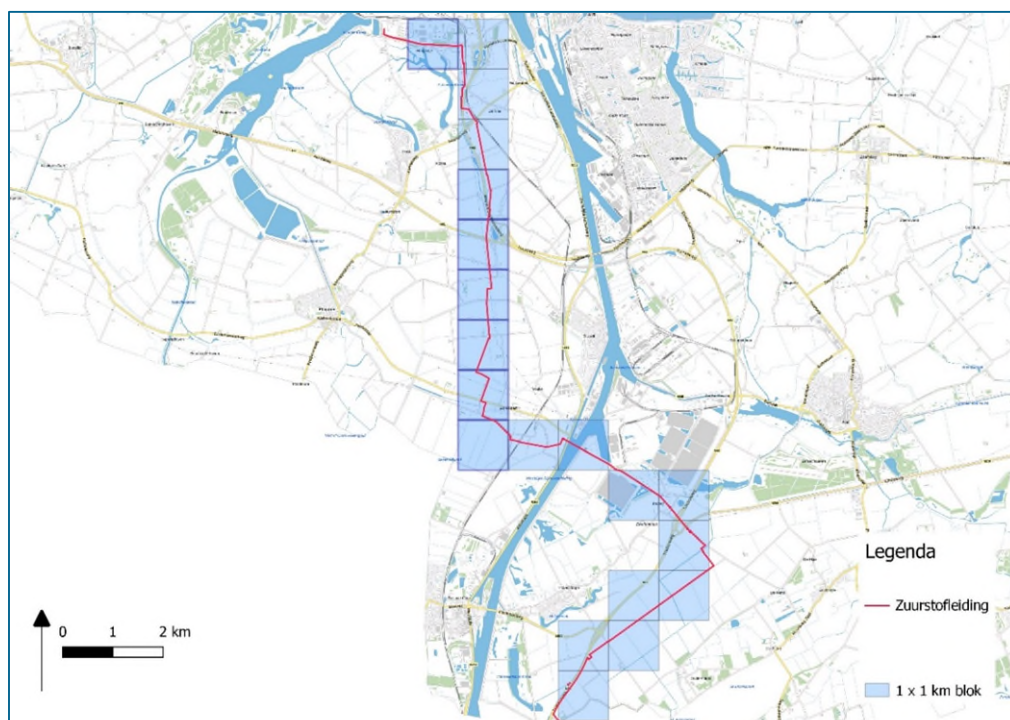
4.5 Oppervlakteruwheid en meteobestand

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

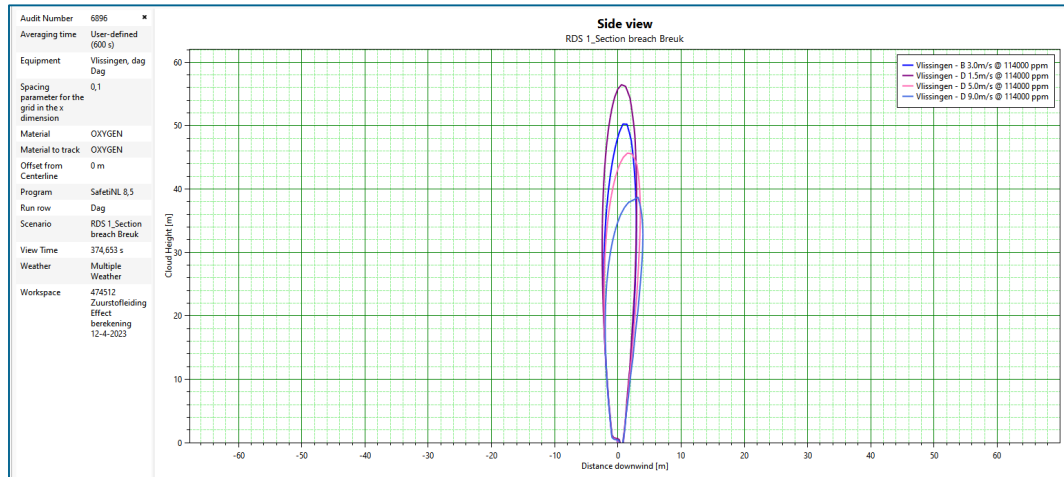
Nr	X-coördinaat [km]	Y-coördinaat [km]	Ruwheidslengte [m]
1	43	372	0,328
2	44	372	0,089
3	44	371	0,092
4	44	370	0,102
5	44	369	0,109
6	44	368	0,090
7	44	367	0,095
8	44	366	0,126
9	44	365	0,115
10	44	364	0,112
11	45	364	0,104
12	46	364	0,068
13	47	363	0,105
14	48	363	0,070
15	48	362	0,109
16	48	361	0,098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

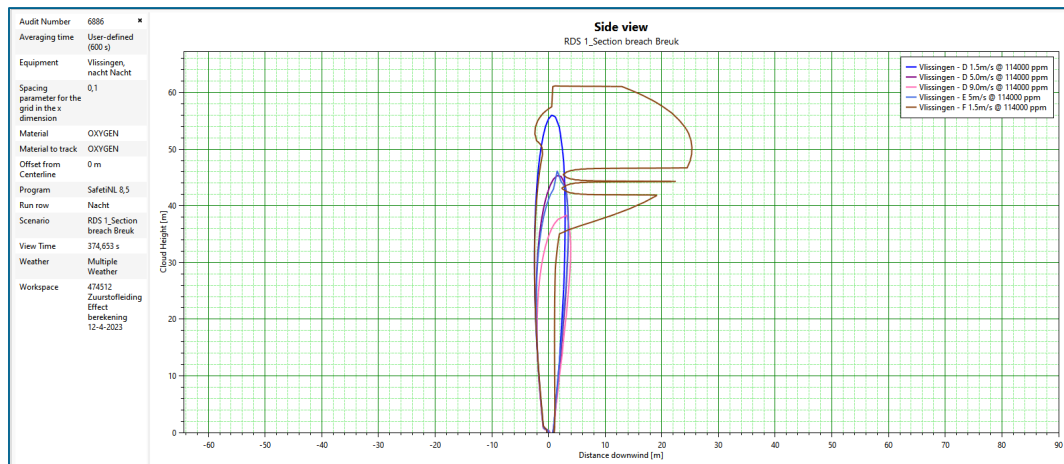
5 Rekenresultaten

5.1 Plaatsgebonden risico Bevb

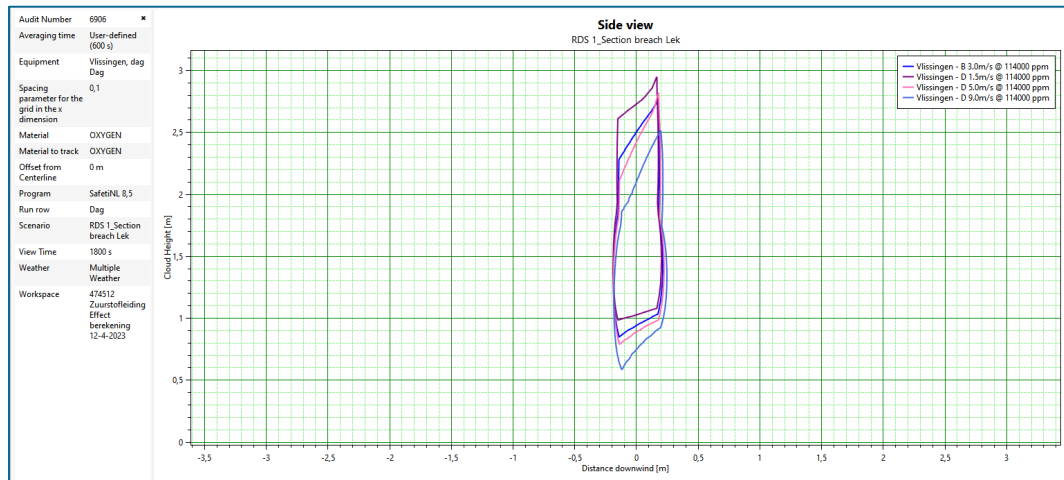
In onderstaande figuren zijn concentratie profielen in zij-aanzicht getoond van uitstromingen bij breuk en uitstromingen bij lek. Het betreft een uitstroming uit een ondergronds gelegen leiding.



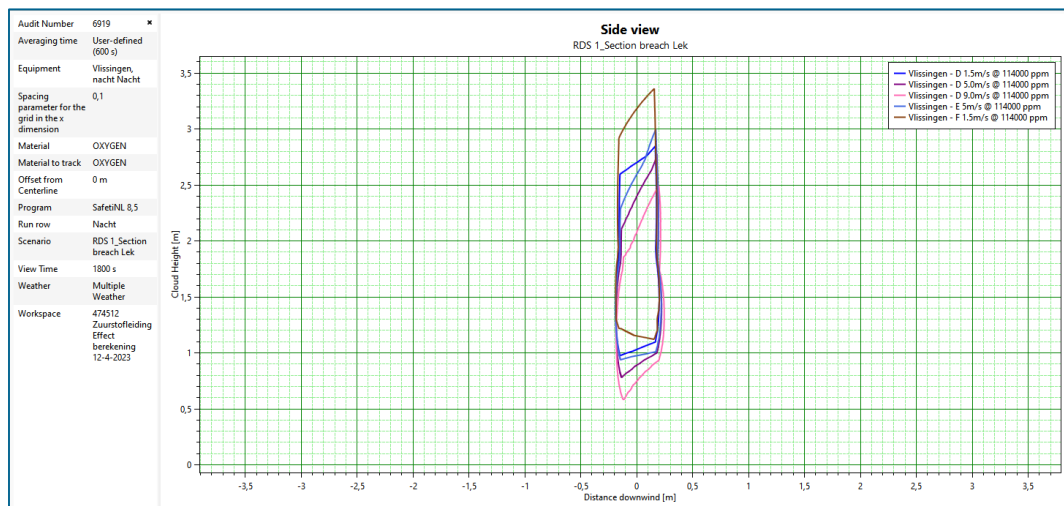
Figuur 5-1: Effectgebieden 1% letaliteit zuurstof (114.000 ppm) voor diverse windsnelheden overdag, breuk.



Figuur 5-2: Effectgebieden 1% letaliteit zuurstof (114.000 ppm) voor diverse windsnelheden 's nachts, breuk.



Figuur 5-3: Effectgebieden 1% letaliteit zuurstof (114.000 ppm) voor diverse windsnelheden overdag, lek.



Figuur 5-4: Effectgebieden 1% letaliteit zuurstof (114.000 ppm) voor diverse windsnelheden 's nachts, lek.

Bespreking van deze rekenresultaten

In voorgaande figuren is een overzicht gegeven van de 1% letaliteitsafstanden bij breuk en lek van ondergrondse leidingen in het buitengebied (Bevb-leidingen). De 10% letaliteitsafstanden (met een hogere concentratie namelijk 241.000 ppm, in bovenstaande figuren niet getoond) zijn niet in beeld gebracht omdat de afstanden tot de 1% letaliteitsafstanden al erg klein zijn (zie hierna) en de 10% letaliteitsafstanden altijd geringer in omvang zullen zijn dan de 1% letaliteitsafstanden.

Breuk (dag en nacht)

Effectafstanden dienen te worden vastgesteld op een hoogte van 1 m boven maaiveld. In Figuur 5-1 en Figuur 5-2 is te zien dat de 1% letaliteitsafstanden op 1 m hoogte minder dan 2 m bedragen. Ook op een hoogte van 10 m ligt de 1% letaliteitsafstand nog steeds binnen de 2 m.

Lek (dag en nacht)

In Figuur 5-3 en Figuur 5-4 is te zien dat de 1% letaliteitsafstanden op 1 m hoogte minder dan 0,5 m bedragen. Boven de 3,5 m is er geen effect zone meer.

Bespreking: plaatsgebonden risico contour 10^{-6} /jaar

De vraag is nu of op basis van voorgaande resultaten een worst-case afschatting gemaakt kan worden van de 10^{-6} /jaar contour van deze leiding. Het antwoord is: Ja, dat kan.

Er zijn nu twee vragen van belang:

- Hoe verhoudt een plaats gebonden risico zich ten opzichte van een effect gebied?
- Wat zegt een effect gebied over de ligging van een plaats gebonden risico ?

Een plaatsgebonden risico contour en een effect contour hebben een bepaalde relatie met elkaar. In een plaatsgebonden risico contour zit (ten opzichte van een effect contour) risico informatie verwerk (faalfrequentie van een insluitsysteem, kans dat een persoon om het leven komt etc.). De relatie tussen plaatsgebonden risico en effect contour is ingewikkeld. Het komt er op neer dat een 0% sterfte effect gebied de buitenste begrenzing vormt van de plaatsgebonden risico contouren. Of, anders geformuleerd: alle plaatsgebonden risico contouren bevinden zich binnen de 0% sterfte effect contour. Dus ook de 10^{-6} /jaar plaatsgebonden risico contour bevindt zich binnen de 0% sterfte effect contour.

Dus, concluderend:

- De 10^{-6} /jaar is (in het algemeen) kleiner dan de 0% effectcontour;
- Of, de 0% effectcontour kan dienen als een worst-case afschatting van de 10^{-6} /jaar contour.

Nu is de grens tussen 1% sterfte en 0% sterfte gelegen bij een concentratie van 114.000 ppm. En deze concentratie ligt op minder dan 2 m van de leiding. Daarmee is aangetoond dat de 10^{-6} /jaar plaatsgebonden risicocontour op minder dan 2 m van de leiding ligt.

5.2 Groepsrisico Bevb

Het invloedsgebied van de ondergrondse leiding in het buitengebied bedraagt minder dan 2 m. Binnen de 2 m van de leiding bevinden zich geen objecten. Dit betekent dat zich binnen 2 m van de leiding geen personen bevinden. Dit heeft weer tot gevolg dat de groepsrisico grafiek leeg blijft: er is 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 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 uit 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 2 m of minder 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 zuurstofleiding aangelegd. Het deel dat zich bevindt op Nederlands grondgebied is het onderwerp van dit rapport. Het Nederlandse deel van de leiding bestaat uit twee delen:

- Leiding in het buitengebied (niet op een inrichting: Bevb-leiding);
- Leiding op een inrichting (Bevi-leiding).

In dit rapport is alleen het deel niet op een inrichting behandeld. Van toepassing is:

- Leiding in het buiten gebied: Handleiding Risicoberekeningen Bevb.

Er is voor de modelstof zuurstof geen probitfunctie beschikbaar. Dit heeft tot gevolg dat er voor zuurstof geen plaatsgebonden risicocontouren kunnen worden berekend. Wel zijn in de genoemde handleidingen concentratiegrenzen aangegeven die overeenkomen met 1% en 0% letaliteit. Op basis daarvan is een worst-case afschatting van de plaatsgebonden risicocontour van 10^{-6} /jaar gedaan. De gevonden worst-case afschattingen zijn als volgt:

Bevb-leiding plaatsgebonden risico

De plaatsgebonden 10^{-6} /jaar contour bevindt zich op 5 m of minder van de leiding.

Bevb-leiding groepsrisico

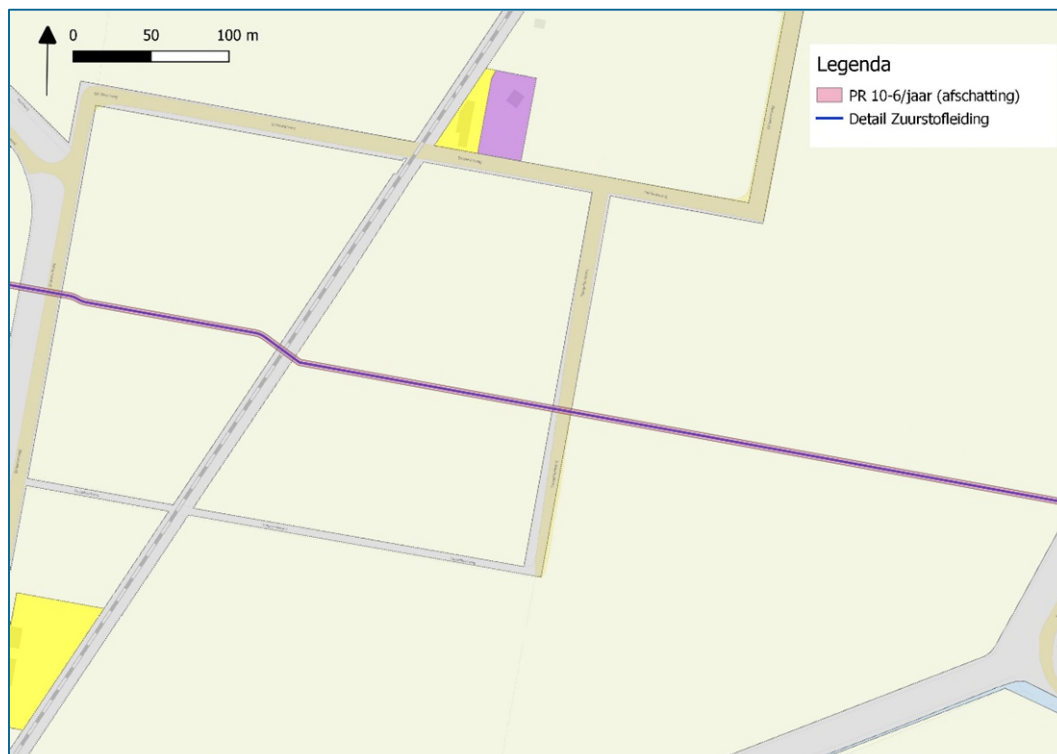
De groepsrisicografiek blijft leeg: er is geen groepsrisico

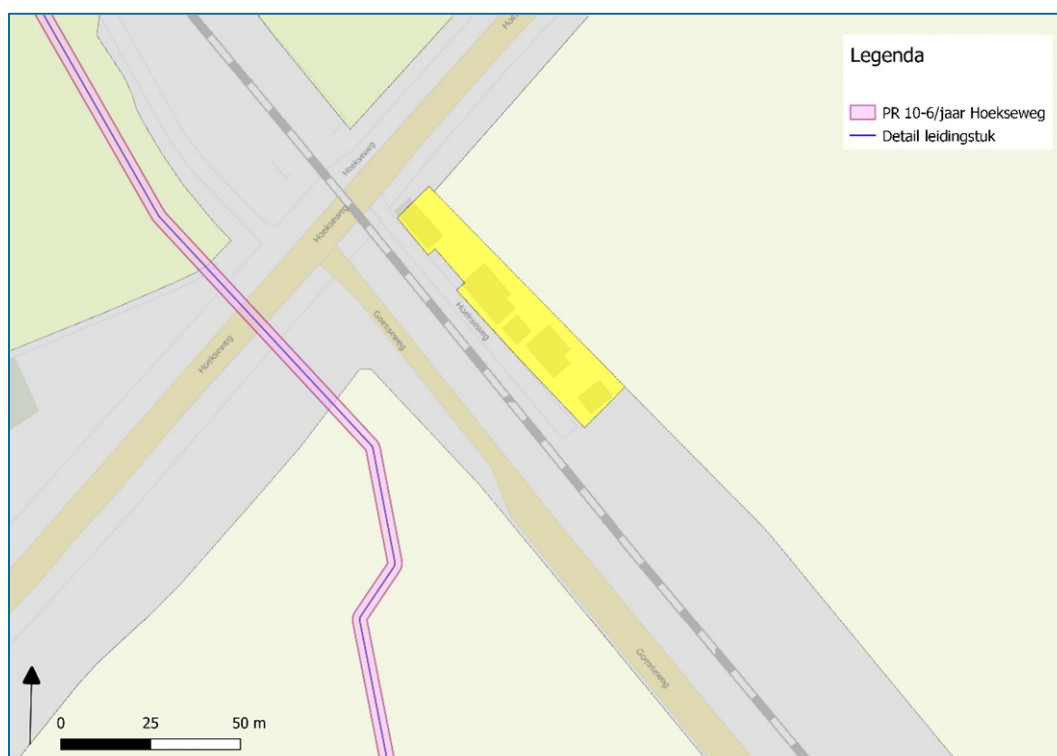
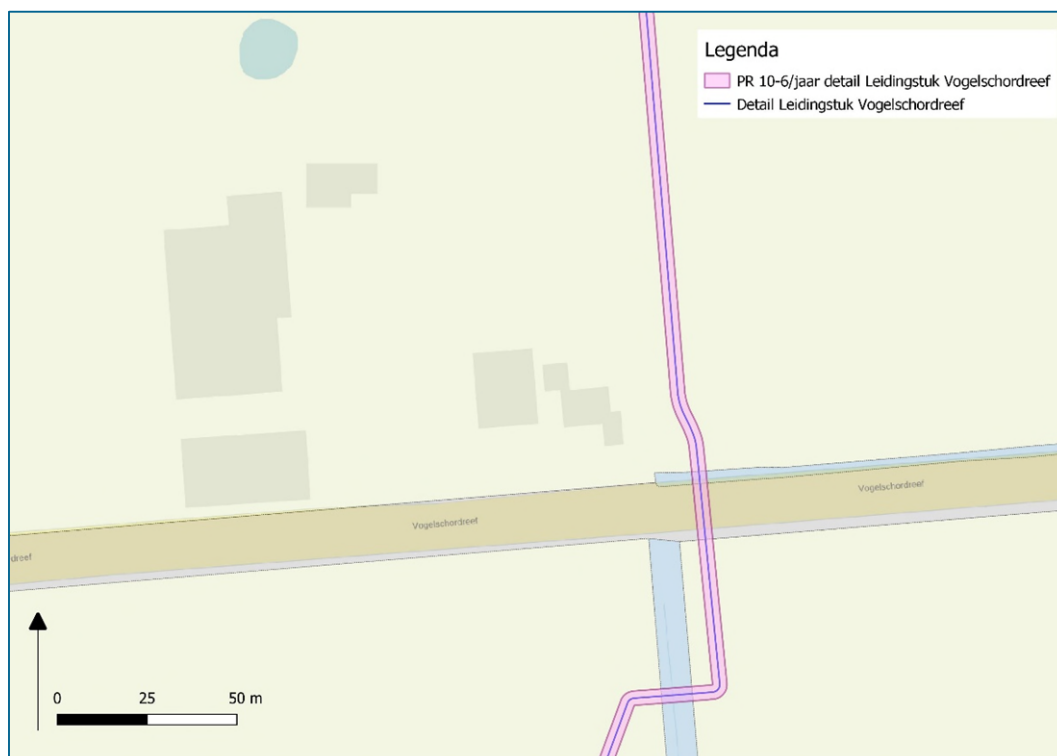
Conclusie Bevb

De leiding voldoet aan de externe veiligheidsnormen van het Bevb.

Bijlage 1: Detail PR contouren

Bijlage 1: Detail PR contouren





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.