



Kwantitatieve risicoanalyse kooldioxideleiding

Nieuw-Vennep, De Kwakel en Rijssenhout

projectnummer 0410011.00
concept revisie 1.0
2 juni 2016

Kwantitatieve risicoanalyse kooldioxideleiding

Nieuw-Vennep, De Kwakel en Rijssenhout

projectnummer 0410011.00 – HI04
revisie 1.0
2 juni 2016

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Roos + Bijl BV Engineers en Consultants
Nijverheidsweg 35
3161 GJ Rhoon

Colofon

Projectgroep bestaande uit

Ir. J. (Jelte) Janzen
Ir. R.A.M. (Rudi) van Rooij

datum vrijgave
2-6-2016

beschrijving revisie 1.0
Concept

goedkeuring
RvR



vrijgave
HJS



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Beleidskader	3
3	Modelleringsaspecten	5
3.1	Gegevens van de buisleiding	5
3.2	Modellering: faalfrequenties	7
3.3	Modellering: scenario's	8
4	Rekenresultaten	10
4.1	Rekenresultaten: plaatsgebonden risico	10
4.2	Rekenresultaten: Groepsrisico	10
4.3	Rekenresultaten: invloed luchthaven Schiphol	11
4.3.1	Luchthaven Schiphol	11
4.3.1.1	Twee benaderingen: best case en worst case	12
4.3.2	Windturbines	14
4.4	Toetsing plaatsgebonden risico contouren	16
4.5	Toetsing groepsrisico	16
5	Conclusie	17

Bijlage 1: Plaatsgebondenrisicocontouren

Bijlage 2: Brief RIVM

1 Inleiding

Roos + Bijl B.V. Engineers en Consultants zijn betrokken bij de realisatie van een kooldioxideleiding ten behoeve van kooldioxidedosering van tuinbouwkassen. Voor deze CO₂-leiding (kooldioxide = CO₂) wordt gebruikgemaakt van een oude, bestaande gasleiding en een nieuw aan te leggen leiding. Deze leidingen worden gebruikt voor het transport van CO₂ naar glastuinbouwgebieden in De Kwakel en Rijssenhout.

Voor de realisatie van de CO₂-leiding dient een ruimtelijke procedure te worden doorlopen. In deze ruimtelijke procedure moet het onderwerp externe veiligheid aan de orde komen wanneer dat relevant is. De vraag is nu: is externe veiligheid een relevant onderwerp bij een CO₂-leiding?

Wanneer gekeken wordt naar de eigenschappen van CO₂ blijkt dat het vrijkomen van CO₂ gevolgen kan hebben voor personen die deze CO₂ inademen:

- door verdringing van zuurstof kan CO₂ leiden tot verstikking;
- CO₂ veroorzaakt een toxisch effect bij personen die hoge concentraties CO₂ inademen, zelfs als de zuurstofconcentratie ongewijzigd blijft.

In de Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb) blijkt dat de wetgever formeel CO₂ (nog) niet onder de werking van deze regeling heeft gebracht. Wel wordt in de Handleiding Risicoberekeningen Bevb (Besluit externe veiligheid buisleidingen) CO₂ met name genoemd.

Er zijn dus voorschriften beschikbaar voor hoe te rekenen aan CO₂-buisleidingen, maar formeel is CO₂ niet aangewezen als een stof waarbij het externeveiligheidsrisico inzichtelijk gemaakt moet worden. Dit laat onverlet dat de gemeente bij een ruimtelijke procedure inzage kan verlangen in de externeveiligheidssituatie, wanneer zij dit relevant acht. Deze laatste situatie is van toepassing.

Met behulp van een QRA (kwantitatieve risicoanalyse) wordt dit inzicht verschaft.

In opdracht van Roos + Bijl B.V. Engineers en Consultants heeft Antea Group een kwantitatieve risicoanalyse opgesteld van deze CO₂-buisleiding, gelegen tussen Nieuw-Vennep, De Kwakel en Rijssenhout. Het rapport van deze kwantitatieve risicoanalyse is opgenomen het voorliggende document.

In figuur 1.1 is globaal de ligging van de leiding weergegeven. Het betreft de blauwe en de oranje leidingen.



Figuur 1.1 Ligging van de CO₂-leidingen die het onderwerp van deze QRA zijn: blauwe en oranje lijnen

In hoofdstuk 2 is het beleidskader van deze berekening geschetst. In hoofdstuk 3 zijn de modelleringsaspecten behandeld. In hoofdstuk 4 zijn de rekenresultaten opgenomen. Het rapport sluit af met hoofdstuk 5: hierin zijn de conclusies opgenomen.

2 Beleidskader

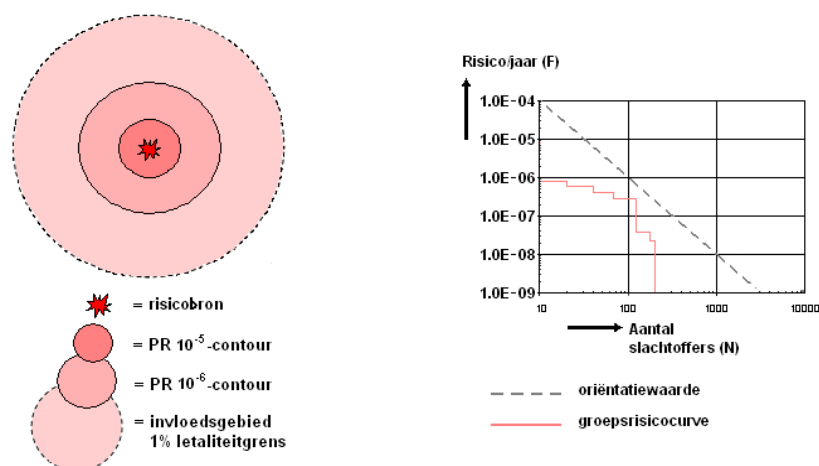
Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Voor inrichtingen is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) het relevante beleidskader, voor buisleidingen is dit het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Het beleid voor transportmodaliteiten staat in het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). 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.

Plaatsgebonden risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die de hele tijd op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. Binnen de 10^{-6} /jaar-contour (die als wettelijk harde norm fungeert) mogen geen kwetsbare objecten aanwezig zijn en geen nieuwe kwetsbare objecten geprojecteerd worden. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de 10^{-6} /jaar-contour niet als grenswaarde, maar als een richtwaarde.

Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico (GR) is een maat voor de kans dat bij een ongeval een groep slachtoffers valt met een bepaalde omvang. Het GR is daarmee een maat voor de maatschappelijke ontwrichting bij een calamiteit. Het GR wordt bepaald binnen het invloedsgebied van een risicovolle activiteit. Dit invloedsgebied wordt begrensd door de 1% letaliteitsgrens (tenzij anders bepaald): de afstand waarop nog 1% van de blootgestelde mensen in de omgeving komt te overlijden bij een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het GR kan niet 'op de kaart' worden weergegeven, maar wordt weergegeven in een grafiek waar de kans (f) afgezet wordt tegen het aantal slachtoffers (N): de fN-curve.



Figuur 2.1 Weergave plaatsgebondenrisicocontouren, invloedsgebied en groepsrisicografiek met oriëntatiewaarde voor transport

Verantwoordingsplicht

In het Bevi, het Bevb en het Bevt is een verplichting tot verantwoording van het groepsrisico opgenomen. Bij deze verantwoordingsplicht dient het bevoegd gezag op een juiste wijze de toename en ligging van het groepsrisico te onderbouwen en te verantwoorden. Hierbij geeft het bevoegd gezag aan of het groepsrisico in de betreffende situatie aanvaardbaar wordt geacht. Bij de verantwoording van het groepsrisico dient het bevoegd gezag advies in te winnen bij de veiligheidsregio. De verantwoordingsplicht van het groepsrisico dient naast de rekenkundige hoogte van het groepsrisico, dat berekend wordt door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA), tevens rekening te houden met een aantal kwalitatieve aspecten, zoals hieronder weergegeven.

Verplichte en onmisbare onderdelen:	
A	Ligging GR t.o.v. oriënterende waarde
B	Toename GR t.o.v. nulsituatie
C	De mogelijkheden van zelfredzaamheid van de bevolking
D	De mogelijkheden van hulpverlening
E	Nut en noodzaak van de ontwikkeling
F	Het tijdsaspect

Figuur 2.2 Verplichte en onmisbare onderdelen van de verantwoordingsplicht van het groepsrisico

Toetsingskader CO₂-buisleiding

Zoals reeds in de inleiding verwoord, is het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) (via de verwijzing naar de Regeling externe veiligheid buisleidingen (Revb)) nog niet van toepassing op kooldioxide. De verwachting is dat dit in de toekomst wel het geval zal zijn. Vooruitlopend daarop en (mogelijk) op verzoek van de betreffende gemeenten welke worden doorkruist door de leiding wordt er toch een kwantitatieve risicoanalyse opgesteld, waarbij wordt aangesloten bij de normstelling uit het Bevb.

In de Handleiding risicoberekeningen buisleidingen (versie 2.0, d.d. 1 juli 2014) is in module D: chemicaliën leidingen, een tabel opgenomen (tabel 1) waarin de stoffen zijn genoemd waarvan de QRA moet worden berekend met deze module D. In deze tabel is ook kooldioxide genoemd. Deze module D is gevolgd in de QRA.

3 Modelleringsaspecten

3.1 Gegevens van de buisleiding

In onderstaande figuur is de ligging van de buisleiding (nogmaals) weergegeven.



Figuur 3.1 Ligging van de CO₂-buisleiding die het onderwerp van deze studie is

In bovenstaande figuur 3.1 is een aansluiting van de CO₂-leiding gerealiseerd op een bestaande CO₂-leiding, ten zuidwesten van Nieuw-Vennep. De CO₂-leiding welke het onderwerp is van deze studie brengt deze CO₂ vervolgens naar een punt gelegen ten zuidoosten van de snelweg A4. Hier splitst de buisleiding zich:

- Een deel gaat naar het noorden, naar een decompressiestation ten behoeve van tuinbouwkassen te Rijssenhou (decompressiestation PrimA4a).
- Een deel vervolgt zijn weg naar het zuidoosten, kruist met de Westeinderplassen, en bereikt uiteindelijk een decompressiestation ten behoeve van tuinbouwkassen De Kwakel (decompressiestation De Kwakel).

Vanaf de decompressiestations gaat de CO₂-leiding onder lage druk verder.

Tabel 3.2 Gegevens zoals aangeleverd door Roos + Bijl B.V.

	Gegevens buisleiding	Segment	Waarde	Eenheid
0	Leiding beheerder	Bestaand naar T-stuk	Pipeline Control (Sliedrecht)	
		T-stuk naar Kwakel		
		T-stuk naar PrimA4a		
1	Diameter	Bestaand naar T-stuk	500	mm
		T-stuk naar Kwakel	500	mm
		T-stuk naar PrimA4a	400	mm
2	Wanddikte	Bestaand naar T-stuk	7,8 en 9,5	mm
		T-stuk naar Kwakel	7,8 en 9,5	mm
		T-stuk naar PrimA4a	7,5 en 7,8	mm
3	Werkdruk	Alle segmenten/circa	8	barg
4	Ontwerpdruk	Alle segmenten	44	barg
5	Temperatuur	Alle segmenten	Minimaal 0	°C
		Alle segmenten	Maximaal 50	°C
		Voor berekening	9,8	°C
6	Samenstelling	Alle segmenten	100% CO ₂	
7	Materiaal soort	Alle segmenten	L245NB	
8	Ontwerp norm	Alle segmenten	NEN3650	
9	Leiding onderdeel van langere leiding	Alle segmenten	Ja: lengte totaal > 50 km	
10	Pumped inflow	Bestaand naar T-stuk	100	Ton/h
		T-stuk naar Kwakel	65	Ton/h
		T-stuk naar PrimA4a	35	Ton/h
11	Bedrijfstijd	Alle segmenten	100	%
12	Minimale dekmaat	Bestaand naar T-stuk	1.600	mm
		T-stuk naar Kwakel	1.600	mm
		T-stuk naar PrimA4a	1.500	mm
11	Maximale dekmaat	Bestaand naar T-stuk	18.000	mm
		T-stuk naar Kwakel	14.000	mm
		T-stuk naar PrimA4a	1.500	mm
12	Beheersmaatregelen	a.) leiding bewaking door beheerder op regelmatige momenten b.) Klic-melding voor graafwerkzaamheden, extra toezicht bij graafwerkzaamheden c.) leiding ligt op een dekking van ca 1,6 m d.) begeleiding werkzaamheden e.) geen inline inspection f.) het medium is droge CO ₂ , geheel niet corrosief g.) buismateriaal is carbon steel, corrosief in waterige omgeving, beschermd door een systeem van kathodische protectie h) Leiding ligt niet in aardbevingsgebied, leiding is voldoende begraven om verkeersschade te vermijden.		

Op basis van bovenstaande gegevens kan niet worden geconcludeerd dat de leiding voldoet aan de vereiste 'Stand der techniek' en eventuele aanvullende maatregelen. Zou dit het geval zijn dan zijn lagere faalfrequenties van toepassing. Nu deze lagere faalfrequenties niet van toepassing zijn vallen we terug op generieke faalfrequenties (zie paragraaf 3.2).

3.2 Modellerings: faalfrequenties

In onderstaande tabel zijn de faalscenario's en daarbij behorende faalfrequenties getoond van een ondergrondse chemicaliën leiding:

Tabel 3.2 Standaard faalscenario's en generieke faalfrequenties van ondergrondse buisleiding

	Scenario buisleiding	Faalfrequentie	Eenheid
1	Breuk van de buisleiding	$1,5 \times 10^{-4}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
2	Lek van de buisleiding: 10% max 20 mm	$4,5 \times 10^{-4}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$

Deze faalfrequenties zijn onder te verdelen naar een 6-tal faaloorzaken. Bij breuk wordt 47,9% van de faalfrequentie gereserveerd voor de faaloorzaak 'beschadiging door derden'. Bij lek is dat 21,9%. Deze faaloorzaak 'beschadiging door derden' is sterk afhankelijk van de diepteligging. Aangezien de drie buisleiding segmenten op 1,6 m (segment bestaand naar T-stuk en T-stuk naar Kwakel) en 1,5 m (T-stuk naar PrimA4a) zijn gelegen kan de algemene faalfrequentie aangepast worden op deze diepte ligging. Daarvoor zijn formule (I) en (II) van belang:

$$(I) \quad : \text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden}} / \text{factor}$$

$$(II) \quad : \quad \text{Factor} = e^{-2,4 \cdot (0,84-z)}$$

waarbij z is de diepteligging in m.

Dit resulteert in de volgende faalfrequenties:

Tabel 3.3 Faalscenario's en faalfrequenties van ondergrondse buisleiding

	Scenario buisleiding		Faalfrequentie	Eenheid
1	Breuk van de buisleiding	Bestaand naar T-stuk	$8,98 \times 10^{-5}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
		T-stuk naar Kwakel	$8,98 \times 10^{-5}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
		T-stuk naar PrimA4a	$9,29 \times 10^{-5}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
2	Lek van de buisleiding: 10% max 20 mm	Bestaand naar T-stuk	$3,68 \times 10^{-4}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
		T-stuk naar Kwakel	$3,68 \times 10^{-4}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$
		T-stuk naar PrimA4a	$3,72 \times 10^{-4}$	$\text{km}^{-1}.\text{jaar}^{-1}$

3.3 Modelleringscenario's

In onderstaande tabel 3.4 staan nadere gegevens opgesomd met betrekking tot de modellering.

Tabel 3.4 Diverse gegevens ten behoeve van het modelleren van de CO₂-leiding

	Diverse gegevens			
1	Breuk van de buisleiding	Te gebruiken model	Long pipeline	
2	Lek van de buisleiding: 10%	Te gebruiken model	Leak	
3	Temperatuur	In berekening	9,8	°C
4	Druk	Maximale werkdruk/ontwerpdruk	44	barg
5	Uitstroomhoogte	In berekening	0,01	m
6	Uitstroomrichting	In berekening	Verticaal	
7	Rate between to times	Toxische stoffen	5 multiple rates	
8	Afstand tot breuk	Maximale te gebruiken lengte buisleiding 50 km	Op 25 km	
9	Relatieve gat grootte (relatieve apertuur)	In berekening	1	
10	Ruwheidslengte van de buisleiding	In berekening	0,45	µm
11	Ruwheidslengte in veld	In berekening	<300	mm
12	Vrije veld methode	In berekening	Niet van toepassing	
13	Weerstation	In berekening	Schiphol	

Opmerking 1: De CO₂-leiding heeft een ontwerpdruk van 44 barg. Een gebruikelijke werkdruk is 8 barg. Door opdrachtgever is aangegeven dat deze leiding ook een bufferfunctie heeft, waardoor de druk in de leiding kan oplopen. Niet is gespecificeerd tot welke waarde de druk kan oplopen in het geval de leiding als voorraad vat wordt gebruikt. Deze druk dient in ieder geval lager te blijven dan de ontwerpdruk. Daarom wordt gekozen voor een worst-case uitgangspunt: 44 barg.

Opmerking 2: In paragraaf 3.4.3 van de Handleiding Risicoberekeningen Buisleidingen is aangegeven dat er geen geschikte probitfunctie voor CO₂ (die de toxische effecten beschrijft) voorhanden is. Antea Group heeft daarom het RIVM benaderd met de vraag of er sinds het verschijnen van deze handleiding risicoberekeningen al een nieuwe probitfunctie van CO₂ was verschenen. Dat was niet het geval. Wel is van het RIVM een niet door de commissie probits goedgekeurde, maar wel eerder gebruikte, probitfunctie ontvangen waarmee de berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Het RIVM heeft gesteld dat deze niet goedgekeurde probit voldoende conservatief is. Ze accepteert echter geen verantwoordelijkheid met betrekking tot deze probitfunctie. In bijlage 2 is de brief met deze boodschap toegevoegd.

Opmerking 3: De totale leiding lengte betrokken in de berekening bedraagt circa 12 km. In paragraaf 3.2.8 van de Handleiding Risicoberekeningen Bevb is aangegeven dat lange buisleidingen in combinatie met geringe contouren tot problemen aanleiding kunnen geven (contouren vallen weg in grove gridcellen van het rekenprogramma). Om dit probleem te ondervangen is de buisleiding gemodelleerd met het routemodel, waarbij dit routemodel is opgesplitst in buisleidingstukken van steeds ruim 1 km lang.

Opmerking 4: in de leiding zijn diverse veiligheidsinrichtingen ingebouwd, alsmede om elke 15 km een afsluiter. Veiligheidsinrichtingen en de invloed van afsluiters zijn vooralsnog niet verwerkt in deze QRA.

Opmerking 5: Het materiaal in de buisleiding bestaat voor 100% uit CO₂. Er zijn geen geurstoffen toegevoegd. Eventuele andere stoffen aanwezig in het CO₂ liggen op een concentratie niveau ver onder de 1%. We modelleren dit als 100 CO₂.

4 Rekenresultaten

4.1 Rekenresultaten: plaatsgebonden risico

In bijlage 1 is een aantal figuren opgenomen met daarin van een aantal locaties de plaatsgebondenrisicocontouren van de pijpleiding. In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten opgenomen van de QRA-berekening. Als meteobestand is Schiphol gekozen. Als ruwheidslengte is 300 mm gekozen. De berekening is uitgevoerd met SAFETI-NL 6.54 patch 3.

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven:

Tabel 4.1 Horizontale afstand van de plaatsgebondenrisicocontour tot aan de pijpleiding

	Leiding stuk	PR 10 ⁻⁶ /jaar	PR 10 ⁻⁷ /jaar	PR 10 ⁻⁸ /jaar	PR 10 ⁻⁹ /jaar	Invloedsgebied
1	Bestaand naar T-stuk	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m
	T-stuk naar Kwakel	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m
	T-stuk naar PrimA4a	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m
2	Bestaand naar T-stuk	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m
	T-stuk naar Kwakel	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m
	T-stuk naar PrimA4a	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1 m	2 m	25 m

Opvallend is de afwezigheid van de 10⁻⁶/jaar-plaatsgebondenrisicocontour.

4.2 Rekenresultaten: Groepsrisico

De pijpleiding is hoofdzakelijk gelegen in gebieden met een agrarische bestemming. Geïnventariseerd is of er objecten waarin mensen verkeren gelegen zijn binnen het invloedsgebied van de pijpleiding. De volgende objecten zijn geïdentificeerd.

Tabel 4.2 Geïdentificeerde objecten in de nabijheid van de pijpleiding

	Object adres	Omschrijving	Bestemmingsplan omschrijving	Afstand tot pijpleiding [m]
1	Onbekend adres: in buitenbocht N207	Opslag bouwmaterialen en machines	Agrarisch	Pijpleiding doorkruist perceel
2	Rijnlanderweg 1489	Afstand tot bouwvlak Afstand tot woning	Agrarisch	24 m >25 m
3	Weteringweg 1	Woning	Wonen	>27 m
4	Leimuiderdijk 333	Puntvormige perceel (geen bouwvlak aanwezig)	Bedrijven	Pijpleiding doorkruist perceel

Opmerking 1: Het onbekende adres in buitenbocht N207 betreft een tijdelijke voorziening voor de opslag van grond en machines. Vanwege de tijdelijkheid en vanwege het ontbreken van bevolking is dit niet relevant voor de groepsrisicoberekening.

Opmerking 2: Het puntvormige perceel behorend bij het adres Leimuiderdijk 333 bevat geen bouwvlak: dientengevolge kunnen er geen objecten worden opgericht waarin zich mensen bevinden. Dit perceel is daarom niet relevant voor de groepsrisicoberekening.

Conclusie: uitsluitend het object gelegen aan de Rijnlanderweg 1489 ligt binnen het invloedsgebied van de pijpleiding. Een groepsrisicoberekening levert op dat de groepsrisicografiek geheel leeg blijft, met andere woorden er is conform definitie van het Bevb/Revb geen sprake van een groepsrisico.

4.3 Rekenresultaten: invloed luchthaven Schiphol

De in paragraaf 4.1 en 4.2 berekende resultaten gaan ervan uit dat er geen zogenaamde domino-effecten optreden. Een domino-effect is bijvoorbeeld het neerstorten van een vliegtuig op de buisleiding waardoor deze buisleiding bezwijkt. Ook falende windturbines kunnen door bijvoorbeeld bladbreuk in de grond gelegen pijpleidingen doen bezwijken. In deze paragraaf wordt onderzocht wat de invloed van Luchthaven Schiphol heeft op de bezwikkansen van de pijpleiding. In de hierna volgende paragraaf wordt onderzocht wat de invloed van windturbines is op de bezwikkansen van de pijpleiding.

4.3.1 Luchthaven Schiphol

Luchthaven Schiphol is op circa 7 tot 8 km afstand gelegen. Op een internetsite van de overheid zijn plaatsgebondenrisicocontouren gevonden van Luchthaven Schiphol voor de periode 2006-2010. Er zijn geen plaatsgebondenrisicocontouren gevonden met een recentere datum. In onderstaande figuur is het plaatsgebonden risico getoond.



Figuur 4.3 Plaatsgebondenrisicocontouren Luchthaven Schiphol periode 2006-2010.
Lichtblauw: niveau 10^{-7} /jaar.

De pijpleiding doorkruist het lichtblauwe gebied direct ten zuiden van Nieuw-Vennep. De breedte van de blauwe strook bedraagt circa 350 m. Dit is de enige plek waar de plaatsgebonden risicocontouren van Luchthaven Schiphol overlap vertonen met de CO₂-buisleiding.

De pijpleiding gelegen in dit gebied is verdiept aangelegd, omdat er een aantal infrastructurele werken moesten worden gepasseerd. In het gebied waarin het verhoogd risico als gevolg van Luchthaven Schiphol van toepassing is, is de diepte van de pijpleiding geen 1,6 m (minimale diepte, zoals in dit pijpleidingdeel van toepassing) maar 18 m. Dit betekent dat de pijpleiding een aanzienlijk bescherming ondervindt.

4.3.1.1 Twee benaderingen: best case en worst case

Om de invloed van Luchthaven Schiphol te bepalen hebben we twee methoden gebruikt:

- Best case methode: hierin verdisconteren we de verdiepte ligging en proberen we een uitspraak te doen over de mate van bescherming die dit biedt
- Worst case methode: hierin veronderstellen we dat de beschermende werking van de verdiepte ligging in alle gevallen onvoldoende is: als een bovengronds persoon ter plaatse van de pijpleiding door een vliegtuigincident om het leven komt, veronderstellen we dat ook de buisleiding faalt.

Best case benadering

De vraag is of 18 m diepte voldoende bescherming biedt tegen neerstortende vliegtuigen. Om dit te onderzoeken is gebruikgemaakt van een benadering welke is opgenomen in het Handboek Risicozonering Windturbines (hoofdstuk 8 paragraaf 8.1.1.). In dit handboek is een methode beschreven om het falen van een pijpleiding te voorspellen op basis van de kinetische energie van een schokgolf. Deze kinetische energie probeert de buisleiding te vervormen tot voorbij zijn rekgrenzen: wanneer dit optreedt zal de buisleiding falen. Deze methode hebben we uitgewerkt met een specifiek vliegtuig in gedachten: Boeing 747. De volgende getallen zijn benut:

- Startgewicht van een Boeing 747: 333 ton
- Landingssnelheid Boeing 747: 180 kts (330 km/h)
- De kinetische energie van deze Boeing 747: 1400 MJ
- Diameter buisleiding: 500 mm
- Wanddikte buisleiding: 9,5 mm
- Maximale druk in de buisleiding: 44 bar
- Staalsoort: L245NB (met smys: $2,4 \times 10^8$ Pa en elasticiteit: 205,8 GPa).

Het blijkt dat wanneer de buisleiding zich bevindt op een diepte groter dan 16,4 m deze niet langer faalt als gevolg van het neerstortend vliegtuig er boven. Aangezien de buisleiding hier op een diepte ligt groter dan 16,4 m zal deze in deze specifieke situatie niet falen.

Worst case benadering

In deze benadering gaan we uit van de veronderstelling dat de PR-contour van Luchthaven Schiphol een risico op personensterfte representeert en dat wanneer een persoon om het leven komt als gevolg van een vliegtuigincident, ook de pijpleiding faalt.

Een mens kan worden gemodelleerd als een cirkel met een diameter van 0,3 m (Zie Handboek Risicozonering Windturbines). Wanneer we op een pijpleiding allemaal personen neerzetten met een diameter van 0,3 m dan passen er in 1 km pijpleiding: 3.333 personen. Elk van deze

3.333 personen ondervindt een faalkans van 1×10^{-7} /jaar: deze pijpleiding met een lengte van 1 km ondervindt dan een faalkans van $3.333 \times 1 \times 10^{-7}$ /jaar = $3,33 \times 10^{-4}$ /jaar. De oorspronkelijk gebruikte faalkans voor deze km pijpleiding bedroeg:

- Breuk: $8,89 \times 10^{-5}$ /km/j
- Lek: $3,68 \times 10^{-4}$ /km/j

We stellen nu dat een incident waarbij een persoon om het leven kan komen als gevolg van een incident met een vliegtuig ook de pijpleiding kan doen falen via het scenario breuk. Dit betekent dat de faalfrequentie voor breuk verhoogd moet worden met de additionele factor $3,3 \times 10^{-4}$ /jaar. De faalfrequenties voor het km stuk pijpleiding wordt dan:

- Breuk: $8,98 \times 10^{-5}$ /km/j + $3,33 \times 10^{-4}$ /km/j = $4,23 \times 10^{-4}$ /km/j.
- Lek: $3,68 \times 10^{-4}$ /km/j.

Wanneer we met SAFETI-NL een nieuwe berekening doen met deze nieuwe faalfrequentie ontstaat er nog steeds geen 10^{-6} /jaar-contour. Wel treedt nu een 10^{-7} /jaar-contour op: maar alles blijft uiterst beperkt.

Tabel 4.4 Horizontale afstand van de plaatsgebondenrisicocontour tot aan de pijpleiding waarin effect van Luchthaven Schiphol is verwerkt

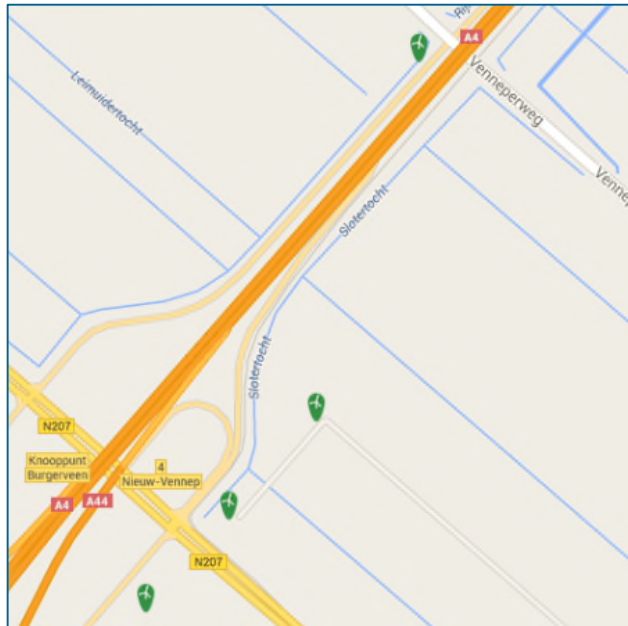
	Leiding stuk	PR 10^{-6} /jaar	PR 10^{-7} /jaar	PR 10^{-8} /jaar	PR 10^{-9} /jaar	Invloedsgebied
1	Bestaand naar T-stuk	Niet aanwezig	< 2 m	< 5 m	< 6 m	25 m

Conclusie van deze beide exercities

Het is aannemelijk dat de diepteligging van > 16,4 m tegen veel vliegincidenten bescherming biedt. Mogelijk niet tegen alle. Zelfs wanneer de bescherming nihil wordt verondersteld ontstaat er geen 10^{-6} /jaar-contour rond de pijpleiding.

4.3.2 Windturbines

In de directe omgeving van de pijpleiding is een aantal windturbines gesitueerd. Zie onderstaande figuur 4.5. Hierin zijn de windturbinelocaties aangegeven (bron: www.windstats.nl). In onderstaande tabel 4.6 zijn van elk van de windturbines nadere gegevens opgenomen.



Figuur 4.5 Locatie van de windturbines:
Van boven naar beneden:
Windturbine: Meermin: 250 kW
Windturbine: Burgerveen-Oost 3: 800 kW
Windturbine: Burgerveen-Oost 2: 800 kW
Windturbine: Burgerveen-Oost 1: 800 kW.

Tabel 4.6a Gegevens windturbine 1

	Windturbine naam	Parameter	Waarde
1	Meermin	Fabrikant	Micon
		Type	M530
		Ashoogte	30
		Diameter	26
		Vermogen	200 kW
		Locatie	105749/473417
		IEC	II (landlocatie)
		Omwentelsnelheid	41,5 /min (max)
		Kleinste afstand tot buisleiding	139 m

Tabel 4.6b Gegevens windturbine 2

	Windturbine naam	Parameter	Waarde
1	Burgherveen-Oost 3	Fabrikant	Enercon
		Type	E-48/800
		Ashoogte	55
		Diameter	48
		Vermogen	800 kW
		Locatie	105511/472620
		IEC	II (landlocatie)
		Omwentelsnelheid	31 /min (max)
		Kleinste afstand tot buisleiding	210 m

Tabel 4.6c Gegevens windturbine 3

	Windturbine naam	Parameter	Waarde
1	Burgherveen-Oost 2	Fabrikant	Enercon
		Type	E-48/800
		Ashoogte	55
		Diameter	48
		Vermogen	800 kW
		Locatie	105317/472403
		IEC	II (landlocatie)
		Omwentelsnelheid	31 /min (max)
		Kleinste afstand tot buisleiding	500 m

Tabel 4.6d Gegevens windturbine 4

	Windturbine naam	Parameter	Waarde
1	Burgherveen-Oost 1	Fabrikant	Enercon
		Type	E-70/2300
		Ashoogte	57
		Diameter	71
		Vermogen	2300 kW
		Locatie	105133/427198
		IEC	II (landlocatie)
		Omwentelsnelheid	21 /min (max)
		Kleinste afstand tot buisleiding	780 m

Op basis van bovenstaande gegevens is bepaald welke faalscenario's windturbines een invloedgebied hebben dat een deel van de pijpleiding omvat. De volgende faalscenario's zijn genoemd in het Handboek Risicozonering Windturbines:

- Bladafworp bij nominaal toerental
- Bladafworp bij 2 x nominaal toerental
- Falen mast
- Falen gondel.

Tabel 4.7 Welke faalscenario's van de windturbine kunnen de pijplijn bereiken? Invloedsgebied falen blad nominaal en 2 x nominaal is berekend met een windturbine-rekenmodel zonder luchtkrachten (conform Handboek Risicozonering Windturbines).

Nr.	WT faalscenario	WT Meermin [m]	WT Burgerveen Oost-3 [m]	WT Burgerveen Oost-2 [m]	WT Burgerveen Oost-1 [m]
1	Falen blad nominaal	59	111	111	113
2	Falen blad 2 x nominaal	172	325	325	328
3	Falen mast	43	79	79	93
4	Falen gondel	13	24	24	36
5	Kleinste afstand pijplijn	139	210 m	500 m	780
6	Conclusie	Falen blad 2 x n	Falen blad 2 x n	Geen scenario's	Geen scenario's
	Lengte pijplijn binnen invloedsgebied	Circa 130 m	Circa 460 m	0	0

Uit bovenstaande tabel 4.7 blijkt dat alleen de windturbines Meermin en Burgerveen-Oost 3 invloedsgebieden hebben die zich uitstrekken tot over de pijpleiding. Het faalscenario dat dit veroorzaakt is het faalscenario: bladafworp bij 2x nominaal toerental. Bij dit scenario hoort een faalfrequentie van $5,0 \times 10^{-6}$ /jaar.

Wanneer wordt verondersteld dat elke bladafworp bij 2x nominaal toerental leidt tot een breuk van de pijpleiding (zware overschatting: blad kan ook in de verkeerde richting worden weggeworpen, zodat de buisleiding nooit wordt bereikt, en de buisleiding bevindt zich op circa 1,5 tot 1,6 m diepte: deze diepte beschermt de leiding tegen impact van het blad) is er dus een additionele faalfrequentie van toepassing van $5,0 \times 10^{-6}$ /jaar. De oorspronkelijke faalfrequentie van de pijpleiding bedroeg: $8,98 \times 10^{-5}$ /km/jaar (breuk scenario). De additionele kans bedraagt minder dan 10% van de oorspronkelijke faalkans (namelijk 6%). Daarmee is aangetoond dat deze additionele faalkans verwaarloosbaar is. De windturbines hebben een verwaarloosbare invloed op het falen van de pijpleiding.

4.4 Toetsing plaatsgebonden risico contouren

Het besluit Externe Veiligheid Buisleidingen (Bevb) noemt de twee belangrijkste normen waaraan getoetst moet worden:

- Binnen de 10^{-6} /jaar-contour mogen geen kwetsbare objecten aanwezig zijn of gepland zijn
- De 10^{-6} /jaar-contour bevindt zich binnen 5 m van de horizontale projectie van de buisleiding.

Aangezien de rekenresultaten hebben uitgewezen dat een 10^{-6} /jaar-contour niet optreedt is automatisch voldaan aan bovengenoemde normen. Zelfs wanneer de invloed van de Luchthaven Schiphol en de Windturbines wordt meegenomen in de beschouwing blijkt dat geen 10^{-6} /jaar-contour wordt berekend. Hiermee wordt voldaan aan de normstelling van het Bevb.

4.5 Toetsing groepsrisico

In het geval een ruimtelijk procedure moet worden gevoerd om de aanleg van deze CO₂-leiding mogelijk te maken, is de uitvoering van de verantwoordingsplicht groepsrisico verplicht (artikel 12 Bevb). Aangezien het groepsrisico nihil is, kan de invulling van de verantwoordingsplicht beperkt blijven.

5 Conclusie

In opdracht van Roos + Bijl Engineers en Consultants heeft Anteagroup het externeveiligheidsrisico berekend van de nog te realiseren CO₂-pijpleiding tussen Nieuw-Vennep, De Kwakel en Rijssenhout. De bevinden zijn als volgt.

Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico van de buisleiding blijft lager dan het niveau 10⁻⁶ per jaar. Hiermee wordt voldaan aan de plaatsgebonden risico normen van het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

Groepsrisico

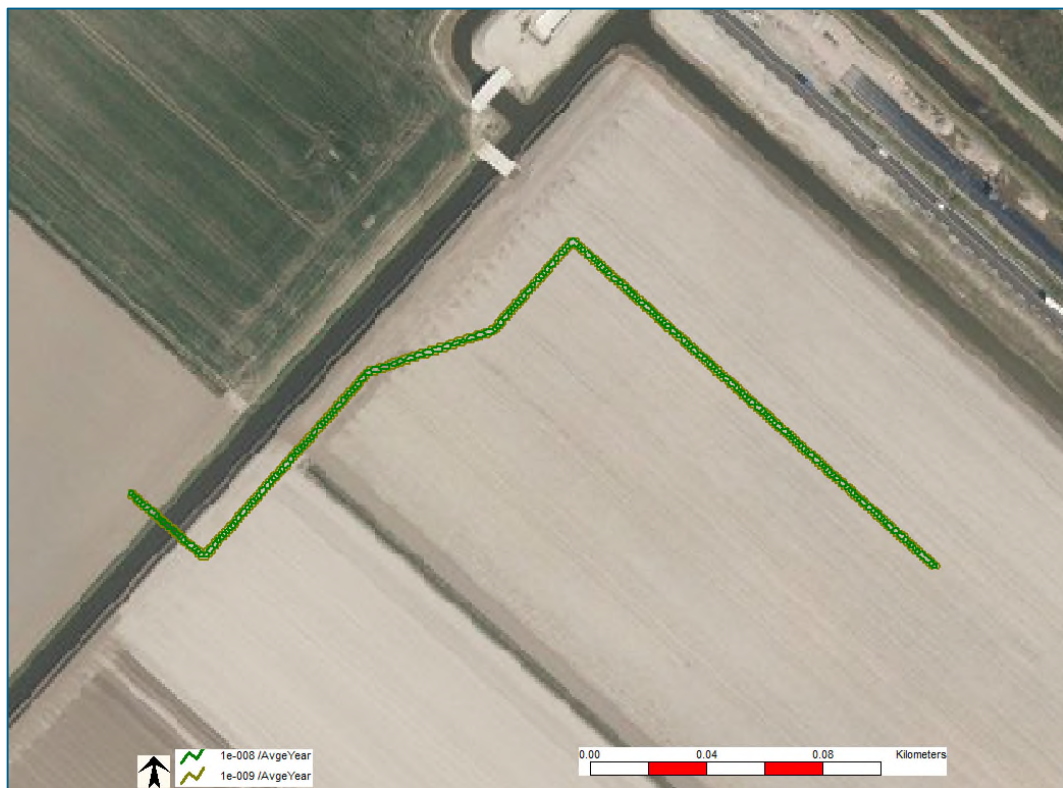
De groepsrisico grafiek blijft geheel leeg. Dit betekent dat geen sprake is van een groepsrisico. De verantwoordingsplicht groepsrisico is conform Bevb bij een ruimtelijke procedure van toepassing. Gelet op het ontbreken van het groepsrisico kan de invulling van de verantwoordingsplicht beperkt blijven.

Bijlage 1 : Plaatsgebonden risicocontouren

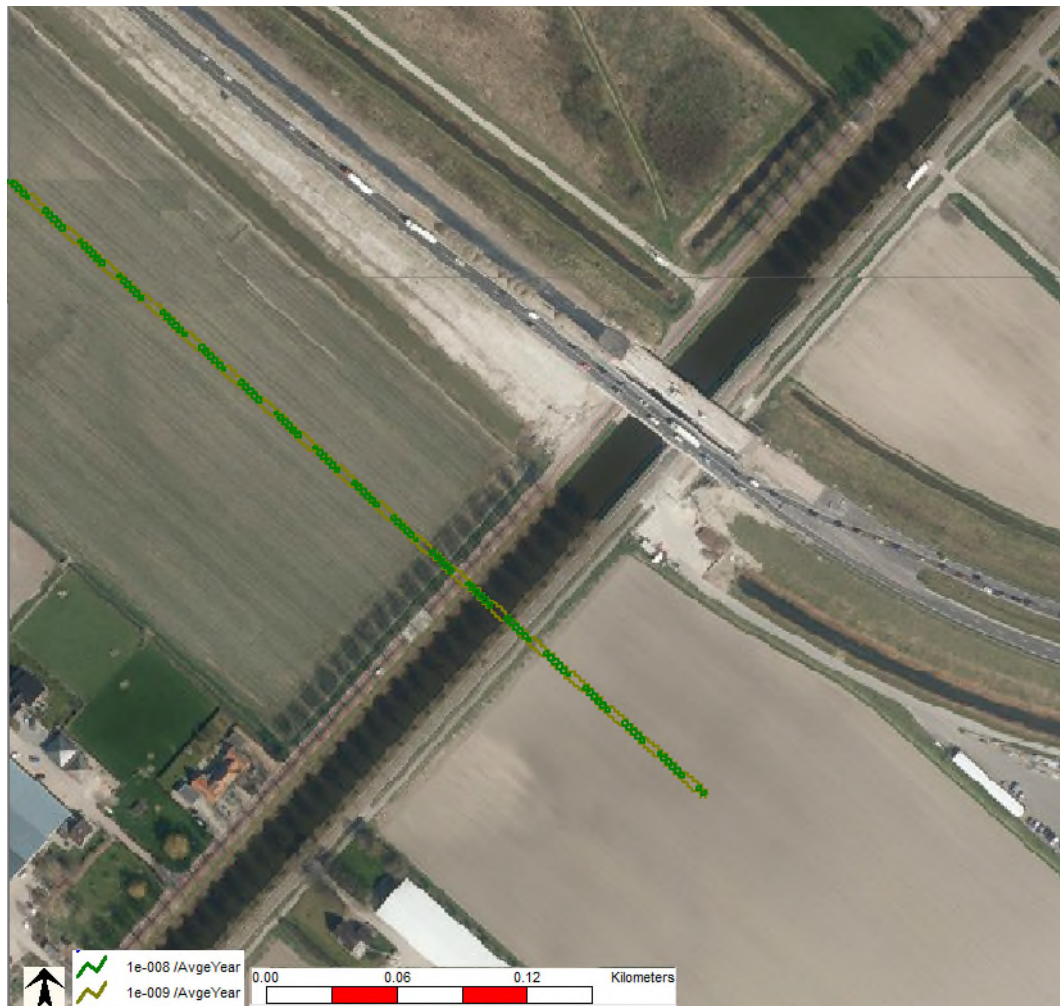
Bijlage 1: Plaatsgebondenrisicocontouren

Wanneer een pijplijnstuk met een lengte van circa 1 km wordt gekozen leidt dit tot verbrokkelde contouren: zo hier en daar een 10^{-8} of 10^{-9} pr-contour. Daarom is het pijplijnstuk verkort tot circa 300 m, is het aantal gridcellen op 1.000.000 gezet, de spacing tussen de ongevalspunten op 0,25 m. Het resultaat is nog steeds een verbrokkelde contour. De afstand van de 10^{-8} /jaar pr-contour tot de verticale projectie van de leiding bedraagt circa 1 m. De afstand van 10^{-9} /jaar pr-contour tot de verticale projectie van de leiding bedraagt circa 2 m. Het invloedsgebied bedraagt circa 25 m.

Zie onderstaande figuren: als voorbeeld voor de grootte van de plaatsgebondenrisicocontouren.







Bijlage 2: Brief RIVM

Status Probit CO2

Bijlage 2: Brief RIVM

Vraagnummer: 20160162

Vraagsteller: Jelte Janzen

Geachte heer Janzen,

Er zijn geen veranderingen wat betreft de status van het vaststellen van een probit voor CO₂. Er is nog geen vastgestelde probitrelatie.

In het verleden is door Tebodin een probit voor CO₂ afgeleid die door ons is beoordeeld als voldoende conservatief ($a = -98,81$, $b=1$, $n=9$ (ppm, min)). In het meegezonden stofbestand voor CO₂ is deze probit ingevuld alsmede de huidige interventiewaarden (geen VRW, AGW=26289 ppm, LBW = 52579 ppm).

Omdat deze probit niet is vastgesteld of geaccordeerd door de toetsgroep Probits, is gebruik ervan de verantwoordelijkheid van de gebruiker cq. opsteller van de QRA.

SNL CO₂ 20160418.PSU

Met vriendelijke groet,

Helpdesk SAFETI-NL

<http://www.rivm.nl/safeti-nl>

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN
T. (0570) 663 993
E. jelte.janzen@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2016

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.