

Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)

Shell Technology Centre Amsterdam

Situatie op 1 december 2013

QRA

Shell Global Solutions International BV

Juli 2014
versie 4.1

Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)

Shell Technology Centre Amsterdam

Situatie op 1 december 2013

QRA

dossier : BC7314-100-100

registratienummer : MD-AF20130878/i-SEE

versie : 4.1

classificatie : Openbaar

Shell Global Solutions International BV

Juli 2014

versie 4.1

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	3
2	CONCLUSIE	3
3	BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID	5
3.1	Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	5
3.2	Plaatsgebonden Risico	6
3.3	Groepsrisico	6
4	BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING EN DE OMGEVING	8
4.1	Beschrijving van de inrichting	8
4.2	Beschrijving van de omgeving	10
5	QRA	11
5.1	Selectie van relevante installatiedelen	11
5.2	Scenario's waterstof systeem	12
5.3	Scenario's Koolmonoxide systeem	15
5.4	GVC, ABRI en Gassteeg	20
5.5	TTC	23
5.6	IPP	26
5.7	Overige modelleringsaspecten	31
6	RESULTATEN	32
7	COLOFON	34

BIJLAGE

1	Tekeningen met Plaatsgebonden risicocontouren
---	---

1 INLEIDING

Shell Global Solutions International B.V., heeft in 2010 opdracht gegeven aan HaskoningDHV Nederland B.V. een QRA op te stellen voor het Shell Technology Centre Amsterdam (STCA). met als doel mogelijke effecten op de externe veiligheid voor de directe omgeving in kaart te brengen. Dit rapport beschrijft de QRA van de huidige situatie op 1 december 2013, waarin de risico's van de nieuwe Shell Integrated Pilot Plant (IPP) zijn opgenomen (als versie 4 in december 2013 uitgebracht). In deze versie 4.1 zijn enkele detailwijzigingen aangebracht.

De IPP is bij een externe firma geprefabriceerd en in september jl. op STCA per schip aangevoerd en op het buitenterrein geplaatst. Voor de uitbreiding van deze activiteit is op 9 september 2010 op grond van artikel 8.24 Wm een wijzigingsaanvraag van de milieuvergunning (PTD TAMS HSE 047 2010) ingediend. Deze aanvraag is op 20 juli 2011 door het bevoegd gezag van de Gemeente Amsterdam definitief beschikt (LOC-2010-147455). Op dit moment wordt de IPP verder afgebouwd en zal naar verwachting in het eerste kwartaal van 2014 in gebruik worden genomen.

Om de externe veiligheid in kaart te brengen is het in Nederland gebruikelijk om gebruik te maken van kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Door middel van een QRA wordt een plaatsgebonden risico (PR) als een groepsrisico (GR) bepaald. Een dergelijke analyse vereist specialistische vaardigheden en modellen. Daarom is aan HaskoningDHV Nederland B.V. gevraagd deze QRA uit te voeren.

In dit rapport wordt onderzocht wat de risico's van de voorgenomen activiteit zijn en of deze risico's passen binnen het door de Nederlandse overheid ontwikkelde beleid met betrekking tot het PR en GR en geeft Shell Global Solutions International B.V. voor de inrichting Shell Technology Centre Amsterdam aan de Grasweg 31 te Amsterdam-Noord invulling aan haar verplichting zoals is beschreven in het Besluit en Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI/REVI).

2 CONCLUSIE

De berekende risico's van de bestaande en voorgenomen activiteiten overschrijden de richtwaarde voor het plaatsgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten. De grenswaarde voor het plaatsgebonden risico voor kwetsbare objecten en de oriëntatiewaarde voor het groepsrisico worden niet overschreden.

- Met betrekking tot het PR geldt (de PR contouren zijn opgenomen in bijlage 1):
 - Voor nieuwe situaties dient het risico ter plaatse van woonbebouwing en andere kwetsbare bestemmingen kleiner moet zijn dan 10^{-6} /jaar. Voor minder kwetsbare bestemmingen moet in principe aan dezelfde eis worden voldaan, maar mag de overheid daar (gemotiveerd) van afwijken.
 - De 10^{-6} /jaar contour van de voorgenomen activiteit ligt vrijwel geheel binnen de terreingrens. Aan de noordzijde wordt de terreingrens overschreden. Deze overschrijding is het gevolg van de trailer met koolmonoxide cilinders, de TTC proeffabriek en gedeeltelijk de nieuwe IPP proeffabriek.
- Met betrekking tot het GR geldt:
 - Het GR is berekend. Ondanks een conservatieve aanname met betrekking tot de aanwezige personen berekende het programma een GR met minder dan 20 slachtoffers bij een kans groter dan 10^{-9} /jaar. Het Groepsrisico ligt circa een factor 3000 onder de oriënterende waarde.

Deze conclusies worden in het vervolg van dit rapport systematisch onderbouwd. Daartoe zal allereerst het beleid met betrekking tot de acceptatie van risico's kort worden geschetst (hoofdstuk 3).

Vervolgens worden de activiteiten en de omgeving waarin die activiteiten plaatsvinden beschreven (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5 wordt vervolgens beschreven hoe de QRA is opgebouwd en welke aannames daarbij zijn gehanteerd. Tenslotte zijn in hoofdstuk 6 de resultaten van de QRA opgenomen.

3 BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) van kracht worden. Gelijkijdig met het Besluit is een Ministeriële Regeling (REVI) gepubliceerd met daarin opgenomen onder andere tabellen met veiligheidsafstanden, rekenvoorschriften etc.

In de onderstaande paragrafen wordt een korte samenvatting gegeven van het BEVI met betrekking tot nieuwe ontwikkelingen.

3.1 Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Bij de normstelling in BEVI wordt onderscheid gemaakt tussen kwetsbare en beperkt kwetsbare bestemmingen. Kwetsbare objecten zijn objecten die of vanwege hun functie of vanwege de aanwezigheid van veel personen beschermd moeten worden. Beperkt kwetsbare objecten zijn objecten die vanwege hun aard iets minder bescherming nodig hebben dan kwetsbare objecten. Voor beide categorieën inrichtingen geldt dat het bevoegd gezag gemotiveerd objecten aan de lijst mag toevoegen. Objecten die niet onder een van beide categorieën kunnen worden ingedeeld, worden vanuit het oogpunt van externe veiligheid niet als kwetsbaar beschouwd. De normen uit BEVI zijn op dergelijke objecten niet van toepassing. Te denken valt bijvoorbeeld aan een provinciale weg.

Kwetsbare objecten	Beperkt kwetsbare objecten
Woningen	Verspreid liggende woningen (2/ha)
Ziekenhuizen, bejaarden- en verpleeghuizen e.d.	Dienst- en bedrijfswoningen
Scholen en dagopvang minderjarigen	Kantoorgebouwen (< 1500 m ²)
Kantoorgebouwen en hotels (> 1500 m ²)	Hotels en restaurants (< 1500 m ²)
Winkelcentra (> 1000 m ² > 5 winkels)	Winkels
Winkel met supermarkt (> 2000 m ²)	Sport- , kampeer- en recreatieterreinen (<50 personen)
Kampeer- en verblijfsrecreatieterrein (> 50 pers.)	Bedrijfsgebouwen
Andere gebouwen met veel personen	Equivalenten objecten
	Objecten met hoge infrastructuurle waarde

Tabel 3-1 Lijst van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten

Let op: hoewel bedrijfsgebouwen als beperkt kwetsbare objecten worden aangemerkt, worden bedrijfsgebouwen van inrichtingen die onder het BEVI vallen niet als beperkt kwetsbaar object aangemerkt bij de toepassing van de normen voor het plaatsgebonden risico.

Het risicobeleid is gestoeld op twee risicomaten:

- Plaatsgebonden risico (PR): Dit is het risico op een specifieke locatie. Door middel van iso-risico-contouren, waarbij punten met gelijk risico worden verbonden tot een contour, worden deze risico's op een kaart inzichtelijk gemaakt.
- Groepsrisico (GR): Aan de hand van de personendichtheid in het invloedsgebied van een inrichting kan de kans op een incident met meerdere doden inzichtelijk worden gemaakt. Hiervoor wordt de zogeheten fN-curve berekend waarin de kans op het aantal dodelijke slachtoffers wordt uitgezet tegen het aantal doden.

3.2 Plaatsgebonden Risico

Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen situaties met betrekking tot het tijdstip van inwerkingtreding van het BEVI. Voor STCA geldt dat er sprake is van (volgens BEVI) "een nieuwe situatie voor de omgevingsvergunning en een bestaande situatie voor de Ruimtelijke Ordening (RO)".

Voor deze situatie geldt de volgende normering (opgesplitst naar beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten):

Kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: Niet toegestaan.
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: Toegestaan.

Beperkt kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-6} per jaar: In beginsel niet toegestaan. Alleen toegestaan indien met gewichtige redenen gemotiveerd. Op de gemeente rust een zware motivatieplicht.
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: Toegestaan.

3.3 Groepsrisico

Het Groepsrisico kent geen strikte normering. Er geldt wel een oriëntatiewaarde, die recht doet aan risicoaversie (hoe groter de ramp, hoe lager het acceptabele risico).

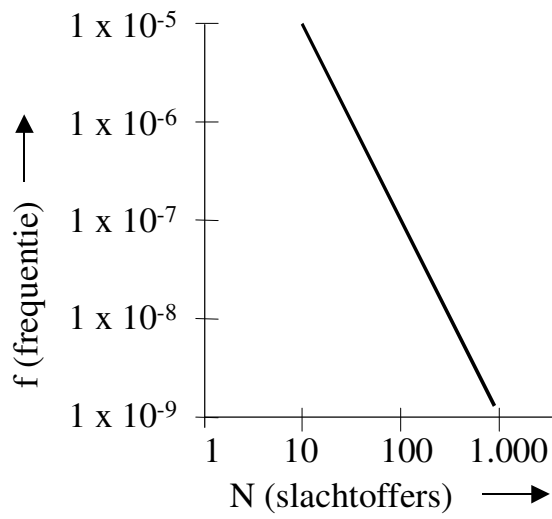
De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- groot de personendichtheid in het invloedsgebied van de inrichting is (begrensd door 1% letaliteit) en hoe deze eventueel wijzigt in de toekomst;
- mogelijke maatregelen die van invloed zijn op het groepsrisico en op welke wijze deze zijn meegenomen in het onderzoek;
- rekening is gehouden met aspecten als rampenbestrijding, zelfredzaamheid van personen in het invloedsgebied en beheersbaarheid van de ramp bij een eventuele calamiteit.

Dit is de zogenaamde verantwoording van het groepsrisico conform de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico.

Als de oriëntatiewaarde wordt overschreden, kan toch een vergunning worden verleend. In alle gevallen moet door het bevoegd gezag invulling worden gegeven aan de verantwoordingsplicht.

In onderstaand figuur is de oriëntatiewaarde weergegeven.



Figuur 3-1: Oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico volgens BEVI.

4 BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING EN DE OMGEVING

4.1 Beschrijving van de inrichting

STCA is gelegen aan de Grasweg 31 in Amsterdam Noord en is een onderdeel van Shell Global Solutions International B.V. Ten Noorden en Oosten van het terrein is overige industrie gevestigd. Aan de westzijde ligt het IJ. Ten zuiden van het terrein is woonbebouwing aanwezig.

Het buitenterrein van het STCA is geplaatst aan de noordzijde van het terrein. Op dit terrein zijn momenteel al de volgende potentieel gevaarlijke activiteiten aanwezig:

- 2 trailers met waterstof in gascilinders en opslag in gascilinders op het terrein
- 1 trailer met koolmonoxide en opslag in gascilinders op het terrein
- Meerdere gasflessen en gascilinders voor verschillende toxische en giftige gassen.
- Tray Test Column (TTC): hierin worden diverse soorten hardware (zgn. internals) getest die gebruikt worden in het veld van destillatie en gas/vloeistof scheidingen. Het scheidingsvermogen en/of het hydraulisch gedrag van deze internals wordt bestudeerd middels testen bij (meestal) verhoogde druk (tot max. 30 bar). Dit wordt gedaan om zo goed mogelijk realistische omstandigheden te kunnen nabootsen.
- IPP: onderzoek naar een proces om methanol om te zetten in industriële chemicaliën.

Binnen de inrichting vinden verder kantoor- en natte research activiteiten (op laboratorium schaal en in proefopstellingen buiten) plaats.

Tray Test Column (TTC)

De TTC bestaat uit de volgende onderdelen

- Een test kolom geschikt voor hoge druk (tot max. 30 bar)
- Een externe reboiler
- Een condenser (water gekoeld)
- Een proces vat (accumulator; opgenomen in de test kolom)
- Een butaan voorraad tank (van 2.5 m³)

Bij start van testen wordt het butaan mengsel van de voorraad tank naar de test opstelling gepompt. De dampfase wordt gegenereerd door een deel van het butaan mengsel te verdampen in de reboiler. De damp die de kolom verlaat wordt gecondenseerd in een koeler en gaat als vloeistof weer terug naar het proces vat (reflux drum, accumulator; opgenomen in de bodem van de test kolom. Na de metingen wordt de kolom inhoud weer teruggepompt naar de voorraad tank.

IPP proeffabriek

In de IPP proeffabriek wordt onderzoek gedaan naar een proces om methanol om te zetten in industriële chemicaliën. De installatie is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Opslag van methanol, proceswater en C4 koolwaterstoffen
- Reactiesectie
- Product opwerksectie

Opslag van methanol (40 m³) en proceswater (20 m³) is in tanken met een overdruk minder dan 0.5 bar. Opslag van C4 koolwaterstoffen (< 5 m³) is bij 10 bar. Alle stromen naar en van de procesunit lopen via vaste leidingwerk.

In de reactiesectie zijn alle reactanten gasvormig en maximale operatiedruk is < 5 bar. Koolwaterstof inhoud is < 5 kg.

In de product opwerksectie is de maximale operatiedruk < 50 bar. Koolwaterstof inhoud is < 700 kg.

Gasvormig en vloeibare koolwaterstof producten worden rechtstreeks naar een eigen incinerator gestuurd

Waterstofinstallatie

De waterstofinstallatie dient als bedrijfsmiddel in de lokale laboratoria. Deze installatie is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Compressie unit;
- Opslag unit;
- (Twee) trailers. Eén van deze trailers is continu aanwezig en aangesloten op de installatie.

De waterstof wordt vanaf de trailer(s) via een leiding naar de compressor geleid en van daar naar de opslag cilinders. Van de cilinders gaat de waterstof naar de laboratoria.

De druk in de cilinders op de trailer bedraagt maximaal 200 bar; in de opslagcilinders 300 bar.

Koolmonoxide installatie

De koolmonoxide (CO) installatie dient om CO te leveren voor de laboratoria.

Deze installatie is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- (Één) trailer met CO cilinders;
- Opslag unit (Lage druk);
- Compressie unit;
- Opslag unit (Hoge druk).

De CO wordt vanaf de trailer en/of de lage druk opslag cilinders via een leiding naar de compressor geleid en van daar naar de hoge druk opslag cilinders. Van de hoge druk opslag cilinders gaat de CO via een leiding naar de laboratoria.

De druk in de cilinders op de trailer bedraagt maximaal 150 bar, evenals in de lage druk en de hoge druk opslag cilinders.

Opslag van gassen (GVC, ABRI en gassteeg)

In de abri's naast het GVC worden verschillende brandbare en toxische gassen opgeslagen in gascilinders en gasflessen. Een deel van deze gasflessen en gascilinders is gekoppeld aan het proces door middel van stalen slangen.

De volgende gassen worden opgeslagen in de Abri's naast het GVC:

Stof	Liters	Vulgraad
EO	2 x 50	80%
propeen	2 x 125	80%
PO	2 x 440	80%
Methaan	2 x 16 x 50	160 bar
Buteen	1 x 370	80%
DME (Dimethylether)	1 x 265	80%

In het GVC worden verschillende brandbare en toxische gassen opgeslagen in gascilinders. Een deel van deze gascilinders is aangesloten aan het proces middels stalen slangen of stalen leidingen.

De volgende gasen worden opgeslagen in het GVC:

Stof	Liters	Vulgraad
H ₂ S (Alleen opslag)	9 x 10	3,3 kg
H ₂ S (aangesloten aan proces)	3 x 10	3,3 kg
Etheen	2 x 50	Ca. 80%

In de gassteeg worden verschillende brandbare en toxische gasen opgeslagen in gascilinders. Een deel van deze gascilinders is gekoppeld aan het proces door middel van stalen slangen of stalen leidingen.

De volgende gasen worden opgeslagen in de gassteeg:

Stof	Liters	Vulgraad
H ₂ S (aangesloten aan proces)	2 x 10	3,3 kg
SO ₂	1 x 50	Ca. 80%
Menggas CO/CO ₂ (modelstof CO)	1 x 50	150 bar
Menggas CO/C ₅ FeO ₅ (modelstof CO)	1 x 50	150 bar
Menggas CO/NiCO ₄ (modelstof CO)	1 x 50	150 bar

4.2 Beschrijving van de omgeving

Aan de noordzijde van het terrein bevindt zich overige industrie. Ten westen van het terrein ligt het IJ. Aan de oostzijde ligt het Tolhuis kanaal met daarachter industrie. Ten zuiden van het terrein zijn woonhuizen aanwezig. De afstand van de woonhuizen tot de waterstofinstallatie en de CO installatie is meer dan 200 meter.

5 QRA

5.1 Selectie van relevante installatiedelen

Voor grote complexe industriële bedrijven wordt voorafgaand aan de QRA een zogeheten subselectie uitgevoerd. De methode voor subselectie is gedetailleerd beschreven in de de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB).

Waterstof

Ten behoeve van de subselectie is geïnventariseerd hoeveel waterstof (H₂) zich in de diverse installatiedelen kan bevinden.

Tabel 5-1 Hoeveelheid waterstof in de diverse installatiedelen (maximaal)

Installatiedeel	Hoeveelheid H2 (kg)
Compressie unit	0,09
Opslag unit	128
Trailer (per stuk)	389

Geen van deze onderdelen zou zijn aangewezen voor de QRA. De trailers en de opslagunit zijn toch in de QRA opgenomen. De compressor is niet opgenomen in de QRA

Koolmonoxide

Voor koolmonoxide gelden dezelfde afwegingen als voor waterstof. Ook hier zijn de trailer en de opslagunit opgenomen in de QRA. De Compressor is niet opgenomen in de QRA (circa 1,5 kg CO).

GVC, Abri's en gassteeg

De meeste giftige of brandbare producten zijn aanwezig in kleine gascilinders. Ook het aantal gascilinders is zeer beperkt. Om deze reden zijn alleen gascilinders en gasflessen met een waterinhoud groter dan 50 liter in de QRA opgenomen. Van een aantal zeer giftige gassen zijn ook de cilinders van 50 liter meegenomen in de QRA. Voor H₂S zijn de leidingen naar de laboratoria eveneens in de QRA opgenomen. Voor de andere gassen is de leiding gemodelleerd als een puntbron op de plaats van de cilinders en gasflessen

TTC en IPP

Van de TTC en IPP zijn alle relevante onderdelen opgenomen in de QRA (zonder subselectie). Hierbij zijn die systemen relevant, die vloeibare brandbare of giftige stoffen bevatten op een druk hoger dan 1 bar(a).

PGS 15 opslagen

De vriescontainer met PGS 15 stoffen bevat maximaal 10 ton. In het TMC bevinden zich een aantal PGS 15 opslagen. Per brandcompartiment bevatten deze maximaal 10 ton gevaarlijke stoffen. Deze hebben geen significante bijdrage aan het externe risico en zijn derhalve niet in de QRA opgenomen.

5.2 Scenario's waterstof systeem

5.2.1 Opslag unit

5.2.1.1 Initiële scenario's

Het waterstofgas wordt na compressie opgeslagen in cilinders totdat de laboratoria waterstof nodig hebben.

Deze opslag bestaat uit 3 bundels. In elke bundel staan 12 cilinders (elk 50 liter waterinhoud). Deze cilinders staan in een vaste opstelling met een druk van maximaal 300 bar. Hierin wijkt de uitvoeringsvorm sterk af van de gebruikelijke cilinder, die regelmatig moet worden verwisseld (aan- en afkoppelen) en dan over het terrein moet worden getransporteerd. De aanvulling bij het HRB geeft voor opslag van gascilinders in een inrichting de volgende scenario's:

	Scenario	Frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud in de atmosfeer	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7} / jaar
G.3	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie Tabel 5-3

Tabel 5-2 Generieke scenario's opslag gascilinders

Scenario's	Frequentie (per jaar)	% falen van cilinders in opslag	Simultaan falen?
Buitenopslag			
PLASBRAND: Brandbare vloeistoffen aanwezig bij de gascilinders (<10 meter)	1×10^{-5} /jaar	50%	Ja
GEVELBRAND: gascilinders opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen	1×10^{-5} /jaar	10%	Nee
BRAND OVERIG: Grote hoeveelheid brandbare materialen aanwezig nabij de gascilinders	1×10^{-5} /jaar	10%	Nee
Inpandige opslag			
BRAND	1×10^{-5} /jaar	50%	Nee

Tabel 5-3 Scenario's voor brand in een opslag

N.B.: "Simultaan falen" is het gelijktijdig falen van meerdere cilinders door externe brand. In geval van plasbrand wordt dit mogelijk geacht, in de overige gevallen niet.

In de omgeving van de waterstof opslagunit zijn geen brandbare vloeistoffen aanwezig (alleen andere gascilinders met (vooral) koolmonoxide). Het dichtstbijzijnde gebouw staat op een afstand van circa 30 meter van de opslag. In de nabijheid van de opslag zijn geen grote hoeveelheden brandbaar materiaal aanwezig. De opslag is niet inpandig. Het G3 scenario is daarom niet van toepassing op de opslag van waterstof in gascilinders.

5.2.1.2 Aannames en vervolgsenario's

De leiding die de bundels in een sectie met elkaar verbindt, bevat veiligheidskleppen waardoor bij falen van een cilinder alleen de hele bundel leegstroomt en niet de hele opslag. In het scenario G.2 is daarom met de inhoud van één bundel gerekend.

5.2.1.3 Scenario's gebruikt in QRA

De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:
N.B. de cilinders falen niet gelijktijdig.

Voor de "normale" opslag

Scenario	Initiële frequentie [/jaar/cilinder]	Aantal cilinders	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]
G.1	5×10^{-7}	36	$1,8 \times 10^{-5}$	-
G.2	5×10^{-7}	36	$1,8 \times 10^{-5}$	1800

Tabel 5-4 Geselecteerde scenario's voor de QRA

5.2.2 Trailers

5.2.2.1 Initiële scenario's

De HRB geeft voor trailers met daarop gascilinders in een inrichting de volgende scenario's

Tabel 5-5 Voor de gascilinders

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7} / jaar
G.3	Brand in de omgeving van de gascilinders	Zie Tabel 5-3

Om dezelfde redenen als voor de opslag is ook hier het G.3 scenario niet van toepassing.

Tabel 5-6 Voor de losslang

L.1a	Volledige breuk van de losslang. (Tweezijdige uitstroming)	4×10^{-6} / uur
L.2a	Lekkage van de losslang (10% van de effectieve diameter met een maximum van 50 mm)	4×10^{-5} / uur

5.2.2.2 Aannames en vervolgsenario's

De trailers (twee stuks) zullen (voor de QRA) continu op het terrein aanwezig zijn. Op elke trailer zijn 16 bundels van 27 cilinders (50 liter waterinhoud/stuk) aanwezig met een maximale druk van 200 bar.

De leiding die de bundels in een sectie met elkaar verbindt, bevat veiligheidskleppen waardoor bij falen van een cilinder alleen de hele bundel leegstroomt maar niet de hele opslag. In het scenario G.2 is daarom alleen met de inhoud van een bundel gerekend.

De compressor die de waterstof vanuit de trailer naar de buffer verplaatst wordt afgeschakeld en ingeblokt bij een snelle drukdaling in het systeem. Dit werkt als een "automatisch inbloksysteem" volgens paragraaf

4.2.2 van de HRB (module C). Het systeem heeft een faalkans van 0,001 en een sluitijd van 2 minuten. Dit systeem voorkomt terugstroming en is alleen van toepassing op scenario L.1. De trailer is voorzien van een automatische afsluiter. Deze wordt bediend door stikstof. De stikstofleiding is een plastic buisje dat langs de slang loopt. Bij slangbreuk of externe brand zal het buisje breken en de afsluiter dichtgaan. Dit systeem is te vergelijken met een "automatisch insluitsysteem" volgens paragraaf 4.2.2. van de HRB (module C). Het systeem heeft een faalkans van 0,001 en een sluitijd van 2 minuten.

De slang tussen de H2 trailer en de installatie heeft een interne diameter van 10 mm.

Tabel 5-7 Dit levert de volgende scenario's op voor L.1:

Nr	Omschrijving	Kans	Uitstroming	duur
L.1.1	Niets werkt	$0,001 \times 0,001 = 1 \times 10^{-6}$	2 zijdige uitstroming	1800 sec
L.1.2 A	dP ingreep werkt niet	0,001	2 zijdige uitstroming	120 sec
L.1.2 B			Uitstroming systeem	1800 sec
L.1.3 A	Breuk detectie faalt	0,001	2 zijdige uitstroming	120 seconden
L.1.3 B			Uitstroming trailer	1800
L.1.4	Alles werkt OK	$1 - 0,002 = 0,998$	2 zijdige uitstroming	120 seconden

L.1.2.A, L.1.3.A en L.1.4 zijn identiek en hebben samen een kans van 1,00. (Hieronder L.1.4)

5.2.2.3 Scenario's gebruikt in QRA

Tabel 5-8 De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:

Scenario	Initiële frequentie [jaar/cilinder] [uur]	Falen inbloksys teem	Uren aanwezig	Frequentie [jaar]	Tijdsduur [s]	Debiet [kg/s]
G.1	5×10^{-7} /j		100%	$2,16 \times 10^{-4}$	-	
G.2	5×10^{-7} /j		100%	$2,16 \times 10^{-4}$	1800	
L.1.1	4×10^{-6} /h	1×10^{-6}	100%	3,50E-08	1800	0,205
L.1.2.B	4×10^{-6} /h	0,001	100%	3,50E-05	1800	0,071
L.1.3 B	4×10^{-6} /h	0,001	100%	3,50E-05	1800	0,134
L.1.4	4×10^{-6} /h	1,00	100%	3,50E-02	120	0,205
L.2	4×10^{-5} /h		100%	3,50E-01	1800	

Deze scenario's zijn gemodelleerd voor beide trailers.

5.3 Scenario's Koolmonoxide systeem

5.3.1 Opslag unit lage druk

5.3.1.1 Initiële scenario's

Het CO gas wordt opgeslagen in lage druk (LD) cilinders om CO te kunnen leveren als de trailer wordt vervangen.

De LD opslag bestaat uit 6 bundels. In elke bundel staan 16 cilinders (elk 50 liter waterinhoud). Deze cilinders staan in een vaste opstelling met een druk van maximaal 150 bar. Hierin wijkt de uitvoeringsvorm sterk af van de gebruikelijke cilinder, die regelmatig moet worden verwisseld (aan- en afkoppelen) en dan over het terrein moet worden getransporteerd. De toevoeging aan de HRB geeft voor opslag van gascilinders in een inrichting de volgende scenario's

	Scenario	Frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud in de atmosfeer	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7} / jaar
G.3	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie Tabel 5-3

Tabel 5-9 Generieke scenario's opslag gascilinders

Scenario's	Frequentie (per jaar)	% falen van cilinders in opslag	Simultaan falen?
Buitenopslag			
PLASBRAND: Brandbare vloeistoffen aanwezig bij de gascilinders (<10 meter)	1×10^{-5} /jaar	50%	Ja
GEVELBRAND: gascilinders opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen	1×10^{-5} /jaar	10%	Nee
BRAND OVERIG: Grote hoeveelheid brandbare materialen aanwezig nabij de gascilinders	1×10^{-5} /jaar	10%	Nee
Inpandige opslag			
BRAND	1×10^{-5} /jaar	50%	Nee

Tabel 5-10 Scenario's voor brand in een opslag

N.B.: "Simultaan falen" is het gelijktijdig falen van meerdere cilinders door externe brand. In geval van plasbrand wordt dit mogelijk geacht, in de overige gevallen niet.

In de omgeving van de CO opslagunit zijn geen brandbare vloeistoffen aanwezig (alleen andere gascilinders met (vooral) waterstof). Het dichtstbijzijnde gebouw staat op een afstand van circa 30 meter van de opslag. In de nabijheid van de opslag zijn geen grote hoeveelheden brandbaar materiaal aanwezig. De opslag is niet inpandig. Het G3 scenario is daarom niet van toepassing op de opslag van CO in gascilinders.

5.3.1.2 Aannames en vervolgsenario's

De leiding die de bundels in een sectie met elkaar verbindt, bevat veiligheidskleppen waardoor bij falen van een cilinder alleen de hele bundel leegstroomt en niet de hele opslag. In het scenario G.2 is daarom met de inhoud van één bundel gerekend.

5.3.1.3 Scenario's gebruikt in QRA

De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:

N.B. de cilinders falen niet gelijktijdig.

Scenario	Initiële frequentie [/jaar/cilinder]	Aantal cilinders	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]
G.1	5×10^{-7}	96	4,80E-05	-
G.2	5×10^{-7}	96	4,80E-05	1800

Tabel 5-11 Geselecteerde scenario's voor de QRA

5.3.2 Opslag unit hoge druk

5.3.2.1 Initiële scenario's

Het CO gas wordt opgeslagen in hoge druk (HD) cilinders als voorraad voor de laboratoria.

De HD opslag bestaat uit 3 bundels. In elke bundel staan 12 cilinders (elk 50 liter waterinhoud). Deze cilinders staan in een vaste opstelling met een druk van maximaal 150 bar. Hierin wijkt de uitvoeringsvorm sterk af van de gebruikelijke cilinder, die regelmatig moet worden verwisseld (aan- en afkoppelen) en dan over het terrein moet worden getransporteerd. De toevoeging aan de Handleiding Risicoberekeningen Bevi geeft voor opslag van gascilinders in een inrichting de volgende scenario's

	Scenario	Frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud in de atmosfeer	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7} / jaar
G.3	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie Tabel 5-3

Tabel 5-12 Generieke scenario's opslag gascilinders

Scenario's	Frequentie (per jaar)	% falen van cilinders in opslag	Simultaan falen?
Buitenopslag			
PLASBRAND: Brandbare vloeistoffen aanwezig bij de gascilinders (<10 meter)	1x10 ⁻⁵ /jaar	50%	Ja
GEVELBRAND: gascilinders opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen	1x10 ⁻⁵ /jaar	10%	Nee
BRAND OVERIG: Grote hoeveelheid brandbare materialen aanwezig nabij de gascilinders	1x10 ⁻⁵ /jaar	10%	Nee
Inpandige opslag			
BRAND	1x10 ⁻⁵ /jaar	50%	Nee

Tabel 5-13 Scenario's voor brand in een opslag

N.B.: "Simultaan falen" is het gelijktijdig falen van meerdere cilinders door externe brand. In geval van plasbrand wordt dit mogelijk geacht, in de overige gevallen niet.

In de omgeving van de CO opslagunit zijn geen brandbare vloeistoffen aanwezig (alleen andere gascilinders met (vooral) waterstof). Het dichtstbijzijnde gebouw staat op een afstand van circa 30 meter van de opslag. In de nabijheid van de opslag zijn geen grote hoeveelheden brandbaar materiaal aanwezig. De opslag is niet inpandig. Het G3 scenario is daarom niet van toepassing op de opslag van CO in gascilinders.

5.3.2.2 Aannames en vervolgsenario's

De leiding die de bundels in een sectie met elkaar verbindt, bevat veiligheidskleppen waardoor bij falen van een cilinder alleen de hele bundel leegstroomt en niet de hele opslag. In het scenario G.2 is daarom met de inhoud van één bundel gerekend.

5.3.2.3 Scenario's gebruikt in QRA

De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:

N.B. de cilinders falen niet gelijktijdig.

Scenario	Initiële frequentie [jaar/cilinder]	Aantal cilinders	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]
G.1	5 x 10 ⁻⁷	36	1,80E-05	-
G.2	5 x 10 ⁻⁷	36	1,80E-05	1800

Tabel 5-14 Geselecteerde scenario's voor de QRA

5.3.3 CO Trailer

5.3.3.1 Initiële scenario's

De HRB geeft voor trailers met daarop gastubes in een inrichting de volgende scenario's

Tabel 5-15 Voor de tubes (drukpaten)

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-7} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-5} / jaar

Tabel 5-16 Voor de losslang

L.1a	Volledige breuk van de losslang. (Tweezijdige uitstroming)	4×10^{-6} / uur
L.2a	Lekkage van de losslang (10% van de effectieve diameter met een maximum van 50 mm)	4×10^{-5} / uur

5.3.3.2 Aannames en vervolgsenario's

De trailer (één stuks) zal continu op het terrein aanwezig zijn.

De trailer heeft 6 tubes. Elke tube heeft een waterinhoud van 1902 liter. De druk in de tubes is maximaal 150 bar. Omdat de tubes meer dan 150 liter waterinhoud hebben, worden ze in deze QRA opgevat als drukpaten.

De compressor die de CO vanuit de trailer naar de (HD) buffer verplaatst wordt afgeschakeld en ingeblokt bij een snelle drukdaling in het systeem. Dit werkt als een "automatisch inbloksysteem" volgens paragraaf 4.4.1. van PGS 3. Het systeem heeft een faalkans van 0,001 en een sluitijd van 2 minuten. Dit systeem voorkomt terugstroming en is alleen van toepassing op scenario L.1. De trailer is voorzien van een automatische afsluiter. Deze wordt bediend door stikstof. De stikstofleiding is een plastic buisje dat langs de slang loopt. Bij slangbreuk of externe brand zal het buisje breken en de afsluiter dichtgaan. Dit systeem is te vergelijken met een "automatisch insluitsysteem" volgens paragraaf 4.2.2 van de HRB. Het systeem heeft een faalkans van 0,001 en een sluitijd van 2 minuten. Daarnaast is de trailer uitgerust met een doorstroombegrenzer (Excess Flow Valve of EFV). Bij een te hoge stroomsnelheid zal deze automatisch sluiten. Ook dit systeem heeft een faalkans van 0,06 en een sluitijd van 5 seconden.

De slang tussen de tube trailer en de locatie heeft een interne diameter van 6 mm.

Tabel 5-17 Dit levert de volgende scenario's op voor L.1:

Nr	Omschrijving	Kans	Uitstroming	duur
L.1.1	Niets werkt	$0,06 \times 1 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-8}$	2 zijdige uitstroming	1800 sec
L.1.2 A	dP ingreep werkt niet	0,001	2 zijdige uitstroming	120 sec
L.1.2 B			Uitstroming systeem	1800 sec
L.1.3 A	Breuk detectie en EFV faalt	6×10^{-5}	2 zijdige uitstroming	120 seconden
L.1.3 B			Uitstroming auto	1800
L.1.4	Alles werkt OK	$1 - 0,00106 = 0,999$	2 zijdige uitstroming	120 seconden

L.1.2.A, L.1.3.A en L.1.4 zijn identiek en hebben samen een kans van 1,00. (Hieronder L.1.4)

N.B. "Uitstroming systeem" betekent dat de uitstroming komt vanaf de compressor en verder vanuit de opslag cilinders of de trailer. Dit systeem heeft een veel grotere inhoud dan de cilinders op de trailer. Bij tweezijdige uitstroming vindt zowel uitstroming vanaf de trailer plaats als ook vanaf het "systeem". Bij het G1 en G2 scenario stromen alleen de cilinders op de trailer leeg.

5.3.3.3 Scenario's gebruikt in QRA

Tabel 5-18 De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:

Scenario	Initiële frequentie [/jaar/cilinder] [/uur]	Falen inblok- systeem	Uren aanwezig	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]	Debiet [kg/s]
G.1	5×10^{-7} /j			3×10^{-6}	-	
G.2	5×10^{-7} /j			3×10^{-6}	600	
G3	1×10^{-5} /j			6×10^{-5}	1800	
L.1.1	4×10^{-6} /h	6×10^{-8}	100%	$2,1 \times 10^{-9}$	1800	0,526
L.1.2.B	4×10^{-6} /h	0,001	100%	$3,50 \times 10^{-5}$	1800	0,263
L.1.3 B	4×10^{-6} /h	6×10^{-5}	100%	$2,10 \times 10^{-6}$	1800	0,263
L.1.4	4×10^{-6} /h	1,00	100%	$3,50 \times 10^{-2}$	120	0,526
L.2	4×10^{-5} /h		100%	$3,50 \times 10^{-1}$	1800	

Voor het G2 scenario is er (conservatief) van uit gegaan dat de inhoud van alle 6 cilinders in 10 minuten uitstroomt.

5.4 GVC, ABRI en Gassteeg

De volgende gassen worden opgeslagen in het GVC en de ABRI:

Stof	Liters	Vulgraad
EO	2x 50	80%
propeen	2x125	80%
PO	2x440	80%
Methaan	2 x 16x50	160 bar
Buteen	1x370	80%
DME (Dimethylether)	1x265	80%
H2S (Alleen opslag)	9 x 10	3,3 kg
H2S (aangesloten aan proces)	3 x 10	3,3 kg
Etheen	2 x 50	Ca. 80%

De volgende gassen worden opgeslagen in de gassteeg:

Stof	Liters	Vulgraad
H2S	2 x 10	3,3 kg
SO2	1 x 50	Ca. 80%
Menggas CO/CO2 (modelstof CO)	1 x 50	150 bar
Menggas CO/C5FeO5 (modelstof CO)	1 x 50	150 bar
Menggas CO/NiCO4 (modelstof CO)	1 x 50	150 bar

Van elk gas is/zijn 1 of 2 cilinder/fles aan het proces gekoppeld door middel van een slang. De 3 H2S cilinders zijn allen gekoppeld aan het proces door middel van een flexibele leiding, echter er is maar 1 cilinder rechtstreeks verbonden met het proces; de andere twee cilinders staan stand-by (zijn afgesloten).

5.4.1 Initiële scenario's

Voor gascilinders met een waterinhoud kleiner 150 liter gelden de QRA scenario's voor gascilinders. Bij een grotere waterinhoud worden scenario's voor (opslag)vaten onder druk voorgeschreven.

Voor de slangen waarmee de cilinders/flessen met het proces zijn verbonden gelden de scenario's voor leidingen. De scenario's voor losslangen (HRB, module C, paragraaf 3.15) gelden alleen voor verbindingen tussen een proces en een transporteenheid.

Hieronder worden de generieke scenario's weergegeven:

	Scenario	Frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud in de atmosfeer	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7} / jaar
G.3	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie Tabel 5-3

Tabel 5-19 Generieke scenario's opslag gascilinders

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-7} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-5} / jaar

Tabel 5-20 Generieke scenario's drukvaten (opslagtank onder druk, bovengronds)

L.1a	Volledige breuk van de leiding	1×10^{-6} / m / jaar
L.2a	Lekkage van de leiding (10% van de effectieve diameter met een maximum van 50 mm)	5×10^{-6} / m / jaar

Tabel 5-21 Generieke scenario's voor een leiding (bovengronds, kleiner dan 75 mm)

P.1	Volledige breuk van de zuigleiding	1×10^{-4} / jaar
P.2	Lekkage van de zuigleiding (10% van de effectieve diameter met een maximum van 50 mm)	$4,4 \times 10^{-3}$ / jaar

Tabel 5-22 Generieke scenario's voor centrifugaal pompen (met pakking)

5.4.2 Aannames en vervolgscenario's

Alle leidingen (en slangen) hebben een zeer kleine diameter. Veelal bedraagt deze 0,5 inch (12 mm). Voor de leidingen is een standaard lengte van 100 meter gebruikt voor alle gassen, behalve voor H₂S. Voor de H₂S leiding is de gehele leiding gemodelleerd tussen de opslag en het laboratorium.

Bij de aansluiting van de gascilinders / gasflessen is aangenomen dat er geen beschermende maatregelen zijn getroffen; Dit betekent dat het worst-case scenario als uitgangspunt is genomen.

Van DME zijn in Safeti-NL geen stofgegevens aanwezig. Deze stof is gemodelleerd als propaan.

Voor alle stoffen die als vloeistof vrijkomen is 0.5 m vloeistofniveau in de opslag (tank/fles) aangenomen. Bij onder druk vloeibaar gemaakte gassen is deze statische hoogte verwaarloosd.

H₂S en SO₂ worden verwarmd opgeslagen. H₂S is opgeslagen in een geconditioneerde ruimte (20 C). SO₂ is opgeslagen in flessen met een verwarmingsmantel (40 C).

De slang die is aangesloten op de methaan tanks is voorzien van een restrictie van 2,2 mm. De slangbreuk is daarom gemodelleerd als een lek met een diameter van 2,2 mm. De slanglekage is gemodelleerd als een lek van 1,2 mm (10% van 0,5" slang).

5.4.3 Scenario's gebruikt in QRA

Tabel 5-23 De volgende scenario's zijn gebruikt in de kwantitatieve risicoanalyse:

Scenario	Initiële frequentie per cilinder of fles	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]
EO			
G.1	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	-
G.2	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	1800
L.1	1×10^{-6} /m/jr	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/jr	5×10^{-4}	1800
propeen			
G.1	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	-
G.2	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	1800
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
P.1	1×10^{-4} /j	2×10^{-4} /j	1800
P.2	$4,4 \times 10^{-3}$ /j	$8,8 \times 10^{-3}$ /j	1800
PO			
G.1	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	-
G.2	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	600
G.3	1×10^{-5} /j	2×10^{-5}	1800
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
Methaan			
G.1	5×10^{-7} /j	8×10^{-6} /j	-
G.2	5×10^{-7} /j	8×10^{-6} /j	1800
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
Buteen			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
G.3	1×10^{-5} /j	1×10^{-5}	1800
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
DME (Dimethylether)			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
G.3	1×10^{-5} /j	1×10^{-5}	1800
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
H2S (Aangesloten) (GVC)			
G.1	5×10^{-7} /j	$1,5 \times 10^{-6}$	-
G.2	5×10^{-7} /j	$1,5 \times 10^{-6}$	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	Note 1	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	Note 1	1800
H2S (opslag) (GVC)			
G.1	5×10^{-7} /j	$4,5 \times 10^{-6}$	-
G.2	5×10^{-7} /j	$4,5 \times 10^{-6}$	600

Scenario	Initiële frequentie per cilinder of fles	Frequentie [/jaar]	Tijdsduur [s]
Ethyleen			
G.1	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	-
G.2	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
H2S (Aangesloten) (Gassteeg)			
G.1	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	-
G.2	5×10^{-7} /j	1×10^{-6}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	Note 1	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	Note 1	1800
SO2			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
CO/CO2			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
CO/C5FeO5			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800
CO/NiCO4			
G.1	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	-
G.2	5×10^{-7} /j	5×10^{-7}	600
L.1	1×10^{-6} /m/j	1×10^{-4}	1800
L.2	5×10^{-6} /m/j	5×10^{-4}	1800

Note 1: Voor de aansluitleiding is een lengte van 5 meter gebruikt. Voor de leiding naar het laboratorium is een routescenario gemaakt, waarbij de faalfrequentie per meter direct in Safeti-NL is gebruikt.

5.5 TTC

De QRA van de TTC-plant (Tray Test Column) is gebaseerd op het P&ID en informatie van STCA.

Van de TTC zijn alleen de delen met vloeistof gemodelleerd. De gasgevulde systemen zullen zeer weinig bijdragen aan het risico.

De gemodelleerde systemen zijn:

- Opslagvat onder druk (T-100)
- Destillatie kolom (C-300)
- Procesvat onder druk (Reflux drum; opgenomen in de bodem van de test kolom)

- Warmtewisselaars (E-400 (platenwisselaar); E-600 (Shell-and-tube))
- Pomp (P-500)

5.5.1 Initiële scenario's

Voor de bovengenoemde systemen gelden de volgende (generieke) scenario's:

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-7} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-5} / jaar

Tabel 5-24 Generieke scenario's drukvaten (opslagtank onder druk, bovengronds)

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-6} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-4} / jaar

Tabel 5-25 Generieke scenario's destillatiekolom

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-6} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-4} / jaar

Tabel 5-26 Generieke scenario's reactorvaten en procesvaten

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-5} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-5} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-3} / jaar

Tabel 5-27 Generieke scenario's warmtewisselaars met de gevaarlijke stof in de Shell en platenwisselaars

	Scenario	frequentie
G.1	Catastrofaal falen van de toevoerleiding	1×10^{-5} / jaar
G.2	Lek (10% diameter) van de toevoerleiding	5×10^{-5} / jaar

Tabel 5-28 Generieke scenario's centrifugaal pompen zonder pakking

5.5.2 Aannames en vervolgsenario's

De TTC is slechts een gedeelte van de tijd, overdag in gebruik en onder druk. De aanpassing van bovenstaande frequenties is in Safeti-NL gedaan door de juiste fractie van de tijd toe te wijzen aan de zogenaamde run-row. De TTC scenario's hebben een tijdfractie van 0,1 gekregen voor overdag en 0 voor 's nachts. Opslagtank T-100 is dag en nacht in gebruik.

De drukken en temperaturen zijn bepaald op basis van gegevens van STCA.

Bij catastrofaal falen van de toevoerleiding van P-500 treedt een groot uitstroomdebiet op. De uitstroming duurt dan minder dan 1 seconde. Dit scenario is daarom gemodelleerd als het instantaan falen van de reflux drum.

Apparaat gegevens:

Apparaat	Stof	Volume	Pressure [barg]	Temperature [C]	Relevant Diameter [mm]
T-100	n-Butaan	2 m3	saturated	9.8	-
C-300	n-Butaan	1 m3	25	saturated	-
E-400	n-Butaan	0.088	25	saturated	-
Reflux drum	n-Butaan	0.2	25	saturated	-
E-600	n-Butaan	1	25	saturated	-
P-500	n-Butaan	0.2	25	125	4 inch

Het G1 scenario van P-500 is gemodelleerd als het instantaan vrijkomen van de hele inhoud van de reflux drum. Door de 4" leiding zal deze inhoud binnen 3 seconden uitstromen.

5.5.3 Scenario's gebruikt in QRA

Voor alle systemen die continu aanwezig zijn en in gebruik zijn, zijn de scenario's gebruikt zoals vermeld in paragraaf 5.5.1.

5.6 IPP

De QRA van de IPP-plant is gebaseerd op het Process Flow Diagram, de massabalans, de equipment List en de proces simulatiegegevens.

Van de IPP zijn alleen de delen met vloeistof gemodelleerd. De gasgevulde systemen zullen zeer weinig bijdragen aan het risico. Ook de systemen die gevuld zijn met niet brandbare en niet toxische stoffen zijn niet gemodelleerd.

De gemodelleerde systemen zijn:

- Atmosferische opslagtank methanol (T-101) ingeterpt
- Verlading van methanol met een tankwagen
- Verlading 1-Buteen (met IBC)
- Opslagvaten onder druk (T-103)
- Procesvaten onder druk (T-113; V-402; V-403; V-501; V-551; V-556; V-561; V-570; V-601; V-950/950A)
- Warmtewisselaars (E-602)
- Pompen (P-101A; P-102; P-501; P-551; P-556; P-562)
- Reactoren (R-601)
- Destillatie kolommen (C-501; C-551; C-561)

Enkele warmtewisselaars zijn elektrisch verwarmd. Deze lijken zovoe; op een gewone leiding met een mantel eromheen, dat deze niet als warmtewisselaar zijn gemodelleerd.

5.6.1 Initiële scenario's

Voor de bovengenoemde systemen gelden de volgende (generieke) scenario's:

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud (in de betonnen bak)	1×10^{-8} / jaar

Tabel 5-29 Generieke scenario's atmosferische opslagtanks (ingeterpt/ondergronds)

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-7} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-5} / jaar

Tabel 5-30 Generieke scenario's drukvaten (opslagtank onder druk, bovengronds)

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-6} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-4} / jaar

Tabel 5-31 Generieke scenario's reactorvaten en procesvaten

	Scenario	frequentie
G.1	Breuk van 10 pijpen gelijktijdig	1×10^{-6} / jaar

Tabel 5-32 Generieke scenario's warmtewisselaars met de gevaarlijke stof in de pijpen en een mantel met een hoge ontwerpdruk (> $P_{operatie}$ van de pijpen)

	Scenario	frequentie
G.1	Catastrofaal falen (Breuk toevoerleiding)	1×10^{-4} / jaar
G.2	Lek (10% diameter) van de toevoerleiding	$4,4 \times 10^{-3}$ / jaar

Tabel 5-33 Generieke scenario's centrifugaal pompen (met pakking)

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-6} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} / jaar
G.3	Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.	1×10^{-4} / jaar

Tabel 5-34 Generieke scenario's destillatiekolom

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	1×10^{-5} / jaar
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	5×10^{-7} / jaar

Tabel 5-35 Generieke scenario's tankauto met een atmosferische tank

	Scenario	frequentie
L.1	Breuk van de laad/losslang	4×10^{-6} / uur
L.2	Lek van de laad/losslang uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm van de nominale diameter, maximaal 50 mm	4×10^{-5} / uur
B.1	Instantaan vrijkomen gehele inhoud, plasbrand	$5,8 \times 10^{-9}$ / uur

Tabel 5-36 Generieke scenario's verlading met een laad/losslang

5.6.2 Aannames en vervolgsenario's

Alle vaten, pompen, warmtewisselaars, etc zijn het hele jaar aanwezig en in gebruik.

Drukken en temperaturen zijn overgenomen uit de procesgegevens van STCA. De stoffen en mengsels zijn gemodelleerd met een modelstof. Hiervoor is die stof gekozen die de grootste gewichtsfractie heeft in het mengsel.

De tankwagen voor verlading van methanol komt (bij maximale doorzet) elke 5 dagen. De tankwagen heeft een volume van 20m^3 en wordt geheel (85% vulling) overgepompt naar de opslagtank. De losslang heeft een diameter van 2". Dit is tevens de afmeting van de grootste aansluiting aan de tank op de tankwagen (in de vloeistoffase).

De tankwagen is 30 minuten volledig gevuld aanwezig op de inrichting. Vervolgens zal het verladen van de inhoud 60 minuten in beslag nemen.

De methanol tank is ondergronds geplaatst. Bij volledig falen van de tank is aangenomen dat de vloeistof uitstroomt in een betonnen put met een afmeting van 40m^2 .

T101 (Methanol opslag) is gemodelleerd bij een temperatuur van 11 C. Dit is vanwege een rekenkundig probleem in Safeti-NL. Door de temperatuur met 1,2 C te verhogen wordt deze foutmelding voorkomen.

Apparaat gegevens:

Apparaat	Stof	Volume	Pressure [barg]	Temperature [C]	Relevant Diameter [mm]
T-101	Methanol	50 m3	0.5	Ambient	
T-103	1-Buteen	1260 kg; 3 m3	8	Amb	
T-113	1-Buteen	1260 kg; 3 m3	8	Amb	
V-402	m-Xyleen	12.38 kg	2.9	40	
V-403	n-Butaan	98.99 kg	11.9	41	
V-501	Propeen	31.58 kg	10	-5	
V-551	n-Butaan	50.45 kg	5	35	
V-556	n-Butaan	26.54 kg	8	35	
V-561	n-Pentaaan	18.18 kg	1	35	
V-570	n-Pentaaan	148.16 kg	8	36	
V-601	n-Butaan	26.55 kg	39	59	
V-950	m-Xyleen	100 kg	1	20	
V-950A	m-Xyleen	100 kg	1	20	
R-601	n-Butaan	7.94 kg	39	60	
E-602	n-Butaan	26.55 kg	10	39	¾" (single pipe)

Apparaat	Stof	Volume	Pressure [barg]	Temperature [C]	Relevant Diameter [mm]
P-102	Methanol	25000 kg	atm	Amb	3" (tankwagen)
P-101A/B	Methanol	50 m3	0.5	Amb	12.7
P-501	Propeen	31.58 kg	10	-5	3/4"
P-551	n-Butaan	50.45 kg	5	35	3/4"
P-556	n-Butaan	26.54 kg	8	35	3/4"
P-562	m-Xyleen	36.49 kg	1	125	12.7 mm
C-501	n-Butaan	55.4 kg	10.4	87	
C-551	n-Pentaan	43.14 kg	5.4	103	
C-561	m-Xyleen	36.49 kg	1	125	
Methanol tankwagen	Methanol	25000 kg	Atm.	Amb	3 inch tank aansluiting; 3 inch slang; 40 leveringen per jaar
1 Buteen supply tank	1-Buteen	1 m3	10	Amb	3/8 inch slang; 20 leveringen per jaar

5.6.3 Scenario's gebruikt in QRA

Voor alle systemen die continu aanwezig zijn en in gebruik zijn, zijn de scenario's gebruikt zoals vermeld in paragraaf 5.6.1. Voor de methanol tankwagen en de 1-buteen verlading zijn andere frequenties gebruikt, omdat de tankwagen en de 1-Buteen drum niet continu aanwezig zijn.

Tabel 5-37 Specifieke scenario's methanolverlading (tankwagen en losslang)

	Scenario	Frequentie [1/jaar]
G.1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	3.42×10^{-09}
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	3.42×10^{-09}
L.1	Breuk van de laad/losslang	1.60×10^{-04}
L.2	Lek van de laad/losslang uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm van de nominale diameter, maximaal 50 mm	1.60×10^{-03}
B.1	Instantaan vrijkomen gehele inhoud, plasbrand	3.48×10^{-07}

Deze frequenties zijn afgeleid uit de basisfrequenties en een verblijftijd van 90 minuten van de tankwagen, waarvan 60 minuten de slang in gebruik is gecombineerd met 40 verladingen per jaar. De verblijftijdfractie is dan 0,0068 jaar/jaar en de gebruiktijdfractie van de slang is 0,0046 jaar/jaar. De afleiding van de frequenties is hieronder weergegeven.

Scenario	Basis frequentie /uur	uur/jaar	Basis frequentie /jaar	Verblijftijd (fractie)	Frequentie /jaar
G1			5.00E-07	0.0068	3.42E-09
G2			5.00E-07	0.0068	3.42E-09
L1	4.00E-06	8760	3.50E-02	0.0046	1.60E-04
L2	4.00E-05	8760	3.50E-01	0.0046	1.60E-03
B1	5.80E-09	8760	5.08E-05	0.0068	3.48E-07

Voor de methanol plas rond de tankwagen is een minimum plasdiepte van 10 mm aangenomen. Dit in verband met de verwachte oneffenheden in het terrein, stoepbanden, etc.

Voor de breuk van de losslang van methanol en het afbreken van de zuigaansluiting van P-102 is aangenomen dat de chauffeur de verlading zal stoppen. In overeenstemming met de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (pagina 65, Module C) heeft dit een slagingskans van 90%. Als de chauffeur de verlading stopt, zal de totale uitstromingsduur 2 minuten bedragen.

P-102 zal 0.0046 deel van het jaar in werking zijn (40 verladingen van 1 uur).

De verlading van 1-buteen geschiedt als volgt.

1-Buteen wordt aangevoerd in de vorm van een cilinder/iso-container met een volume van 292 kg (495 liter). De 1-buteen wordt overgedrukt naar het opslagvat (T-103) via een slang met een diameter van ¼ inch (aansluiting: 3/8 inch). De aansluitijd van de slang is geschat op circa 25 minuten.

Tabel 5-38 Specifieke scenario's 1-Buteen-verlading (isocontainer en losslang)

	Scenario	Frequentie [1/jaar]
G.1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	1.2E-10
G.2	Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	1.2E-10
L.1	Breuk van de laad/losslang	8.25E-06
L.2	Lek van de laad/losslang uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm van de nominale diameter, maximaal 50 mm	8.25E-05
B.1	Instantaan vrijkomen gehele inhoud, BLEVE	1.2E-09

Deze frequenties zijn afgeleid uit de basisfrequenties en een verblijftijd van 25 minuten van de isocontainer en de slang gecombineerd met 5 verladingen per jaar. De verblijftijdfractie is dan 0,0002 jaar/jaar.

Scenario	Basis frequentie /uur	uur/jaar	Basis frequentie /jaar	Verblijftijd (fractie)	Frequentie /jaar
G1			5.00E-07	0.0002	1.2E-10
G2			5.00E-07	0.0002	1.2E-10
L1	4.00E-06	8760	3.50E-02	0.0002	8.25E-06
L2	4.00E-05	8760	3.50E-01	0.0002	8.25E-05
B1	5.80E-09	8760	5.08E-05	0.0002	1.2E-09

5.7 Overige modelleringsaspecten

De risicoanalyse is uitgevoerd met het programma SAFETI-NL 6.54.

Voor de meteorologische gegevens is gebruik gemaakt van het weerstation Schiphol.

6 RESULTATEN

De resultaten van de QRA zijn opgenomen in bijlage 1. Van binnen naar buiten zijn daarbij zichtbaar de iso-risico-contouren voor het plaatsgebonden risico (PR) van 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} jaar. De eerste figuur geeft een overzicht van (voornamelijk) de 10^{-6} /jaar contour. De tweede figuur geeft een overzicht van alle contouren. Alle contouren zijn weergegeven op een luchtfoto.

De 10^{-6} /jaar komt aan de noordzijde en westzijde net buiten het terrein en ligt over het gebouw ten noorden van de terreingrens. Dit betreft een beperkt kwetsbaar object. De richtwaarde voor het plaatsgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten wordt overschreden.

Voor het groepsrisico moet de bevolking binnen de maximale afstand tot 1% letaal worden bepaald. De volgende afstanden zijn berekend:

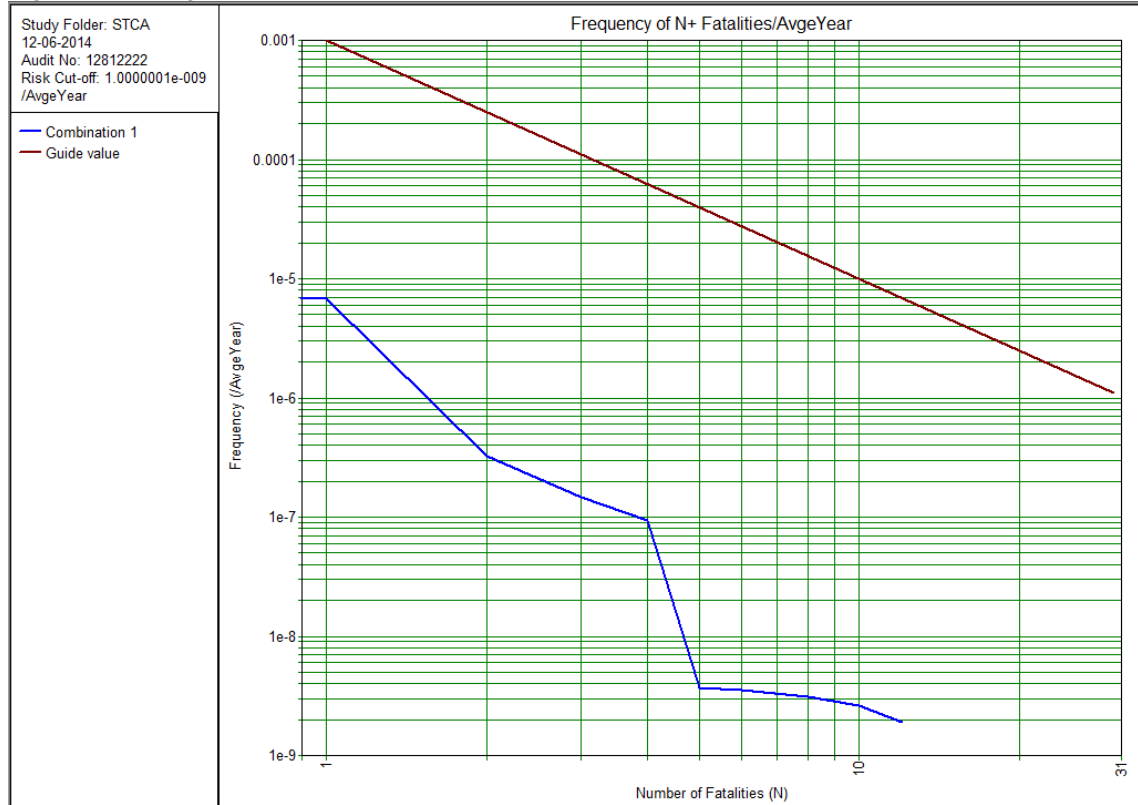
Tabel 6-1 Maximale afstand tot 1%

Maximale afstand tot 1%	(m)
leetaal	333

Deze maximale effectafstand wordt bepaald door het uistromen van de tubes op de CO trailer in 10 minuten.

Voor zowel omliggende industrie als omliggende woonbebouwing is een personendichtheid gehanteerd van 100 personen per hectare. Deze bevolking is dag en nacht aanwezig. Dit is een zeer conservatieve aanname. Ondanks deze ruime bevolkingshoeveelheden berekent het programma niet meer dan 20 dodelijke slachtoffers per ongeval (bij een kans groter dan 1×10^{-9} /jaar. Het GR is in onderstaande figuur weergegeven. De curve ligt circa een factor 3000 onder de oriënterende waarde.

Figuur 6-1 Groepsrisico curve STCA



Drie scenario's hebben een bijdrage aan het groepsrisico bij meer dan 10 slachtoffers. Dit zijn het instantaan falen van de T-100 (opslag butaan) en het instantaan falen van T-103 en T-113 (opslag 1-buteen).

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Shell Global Solutions International BV
Project	: Kwantitatieve Risico Analyse (QRA)
Dossier	: BC7314-100-100
Omvang rapport	: 34 pagina's
Auteur	: Fred Kemper
Projectleider	: Fred Kemper
Projectmanager	: Simone van Dijk
Datum	: 4 juli 2014
Naam/Paraaf	:

HaskoningDHV Nederland B.V.

Industry, Energy & Mining

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

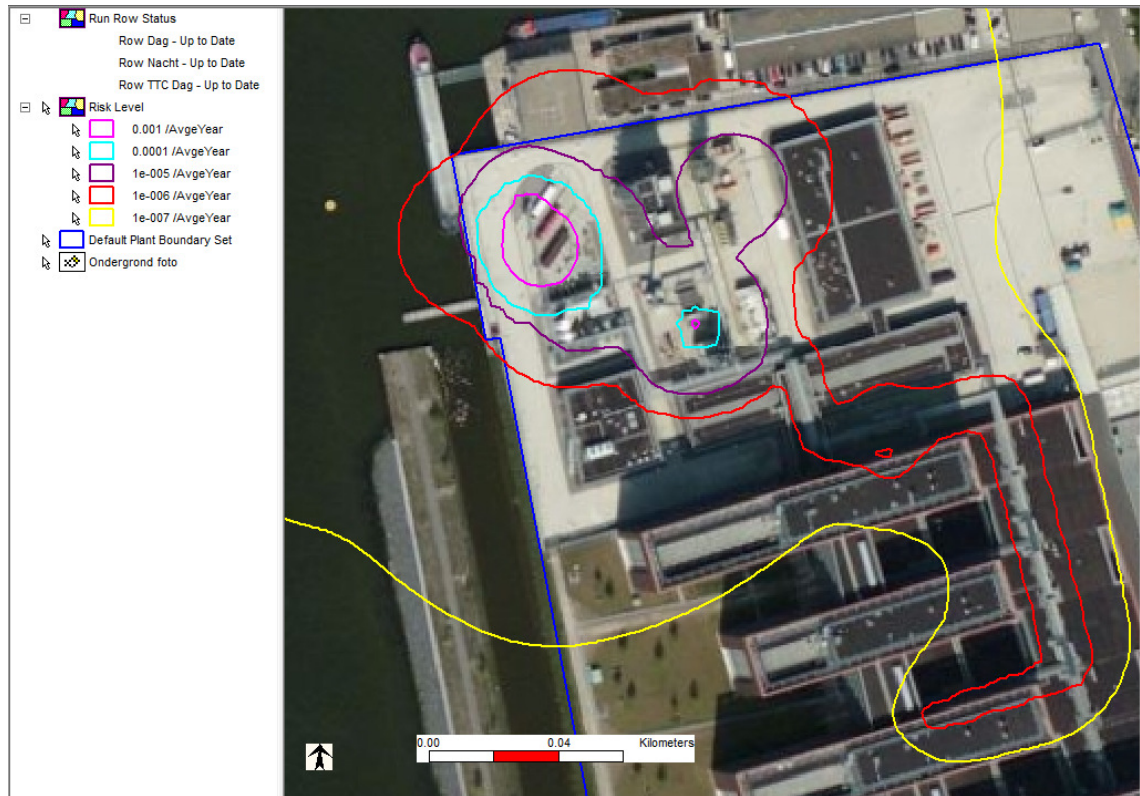
3800 BC Amersfoort

T (088) 348 20 00

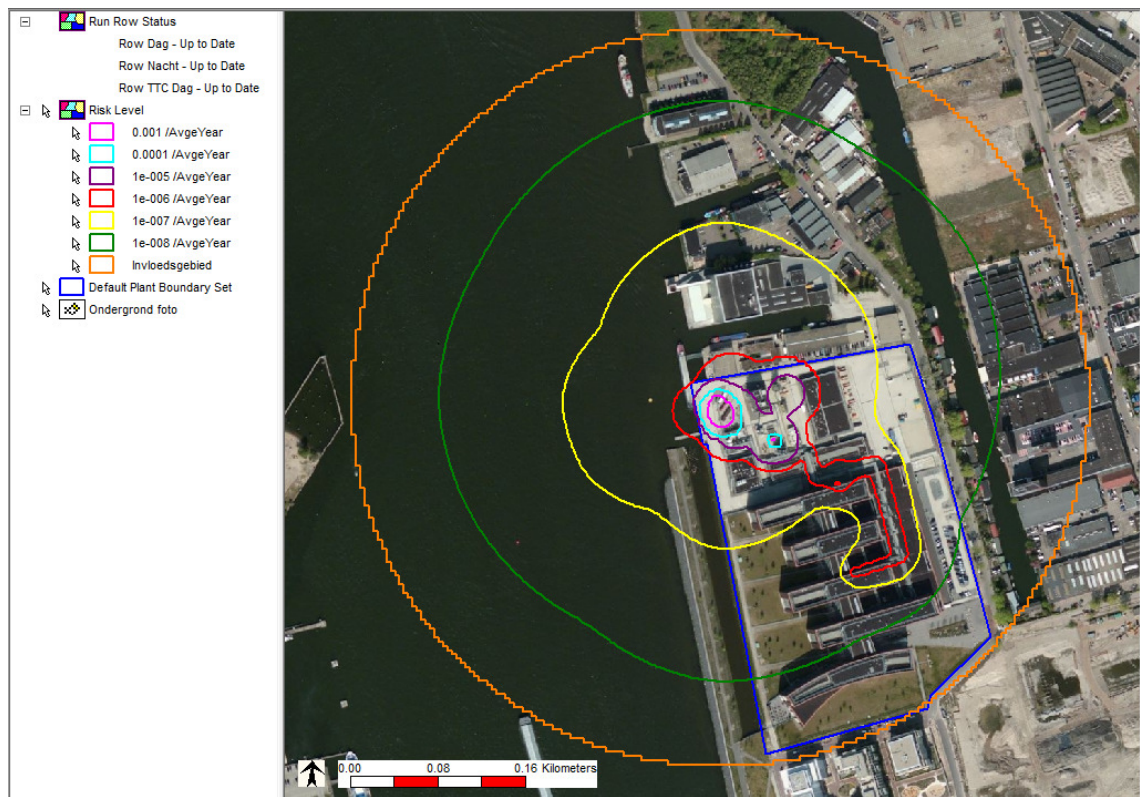
F (088) 348 28 01

W www.royalhaskoningdhv.com

BIJLAGE 1 Tekeningen met Plaatsgebonden risicocontouren



Detail weergave van de 10^{-3} /jaar tot en met de 10^{-6} /jaar contour.



Weergave van alle contouren vanaf 10^{-3} /jaar tot en met het invloedsgebied.