

Kwantitatieve Risicoanalyse LBG opslag en verlading

Waterschap Aa en Maas

4 december 2013

Definitief rapport

9V7870.F0



Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
+31 24 328 42 84 Telefoon
+31 24 323 29 18 Fax
info@rhdhv.com E-mail
www.royalhaskoningdhv.com Internet
Amersfoort 56515154 KvK

Documenttitel Kwantitatieve Risicoanalyse LBG opslag en
verlading

Verkorte documenttitel RWZI 's-Hertogenbosch

Status Definitief rapport

Datum 4 december 2013

Projectnaam RWZI 's-Hertogenbosch

Projectnummer 9V7870-103

Opdrachtgever Waterschap Aa en Maas

Referentie 9V7870-103/F0-R002/33668/LJO/Nijm

Auteur(s) Erik Ader

Collegiale toets Ingrid Kuppen

Datum/paraaf 4 december 2013

Vrijgegeven door Harrie van der Putten

Datum/paraaf 4 december 2013



INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Leeswijzer	1
2	SELECTIE VAN DE VOOR DE SUBSELECTIE RELEVANTE INSLUITSYSTEMEN	3
2.1	Bedrijfsactiviteiten	3
2.2	Selectie relevante insluitssystemen	3
2.2.1	Uitvoering stap 1	3
2.2.2	Uitvoering stap 2	4
2.2.3	Uitvoering stap 3	5
3	INITIËLE FAALSCENARIO'S MET BIJBEHORENDE INITIËLE FAALKANSEN	7
3.1	Faalscenario's gashouders	7
3.2	Faalscenario's LBG opslagtanks	8
3.3	Faalscenario's LBG installaties	9
4	UITGANGSPUNTEN RISICOMODELLERING	12
4.1	Rekenpakket	12
4.2	Omgevingsfactoren	12
4.2.1	Meteorologische omstandigheden	12
4.2.2	Populatiegegevens	12
4.2.1	Omgevingskenmerken	12
4.3	Locaties scenario's	13
4.4	Stofgegevens	13
4.5	Ontstekingskansen	13
4.5.1	Directe ontstekingskansen	13
4.5.2	Vertraagde ontsteking	13
4.6	Windturbine	14
5	RESULTATEN	16
5.1	Toetsingskader	16
5.1.1	Plaatsgebonden risico	16
5.1.2	Groepsrisico	17
5.2	Resultaten	18
5.2.1	Plaatsgebonden risico	18
5.2.2	Groepsrisico	19
5.2.3	Effectafstanden	19
6	CONCLUSIES	22
7	LITERATUURLIJST	24

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Rioolwaterzuiveringsinstallatie 's-Hertogenbosch (verder te noemen RWZI 's-Hertogenbosch) is voornemens biogas te produceren en dit middels koeling en zuivering te bewerken tot LBG. De RWZI 's-Hertogenbosch) zuivert sinds 1973 dagelijks het afvalwater van huishoudens en bedrijven uit de gemeente Vught, de gemeente Heusden en vrijwel de gehele gemeente 's-Hertogenbosch. Het grootste deel van de waterzuiveringsinstallatie is verouderd en toe aan een grootschalige revisie. Daarnaast moet de installatie worden voorbereid op de toekomstige aanscherping van de effluenteisen.

Naast de verbetering van het zuiveringsrendement wil Waterschap Aa en Maas meer biogas gaan produceren. Dit gebeurt momenteel al door de vergisting van het zuiveringsslib. Door de capaciteit van de vergisting uit te breiden en het proces energie-efficiënter in te richten, wordt in de nieuwe situatie bijna twee keer zoveel gas gewonnen. Een deel van dit gas wordt opgewerkt tot transportbrandstof voor het vrachtvervoer van de Afvalstoffendienst. Het resterende deel wordt via een leiding getransporteerd naar een nabijgelegen inrichting. Voor het tanken van deze brandstof wordt aan de oostzijde van de RWZI 's-Hertogenbosch bereikbaar vanaf Treurenburg een tankstation ingericht.

In het kader van deze m.e.r.-procedure heeft Waterschap Aa en Maas Royal Haskoning verzocht om een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren. De inrichting valt echter niet onder het Bevi [1], derhalve is er geen verplichting tot het opstellen van een QRA.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de activiteiten binnen RWZI 's-Hertogenbosch beschreven en is een selectie gemaakt van de insluitsystemen, die betrokken dienen te worden in de QRA. In hoofdstuk 3 volgt de uitwerking van de relevante insluitsystemen en de gehanteerde uitgangspunten. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten van de berekeningen toegelicht. In hoofdstuk 5 volgt het toetsingskader uit het Bevi. Tevens worden in dit hoofdstuk de resultaten gepresenteerd en getoetst aan de grens- en richtwaarden ten aanzien van externe veiligheid zoals die zijn opgenomen in het Bevi. De rapportage wordt in hoofdstuk 6 afgesloten

2 SELECTIE VAN DE VOOR DE SUBSELECTIE RELEVANTE INSLUITSYSTEMEN

2.1 Bedrijfsactiviteiten

RWZI 's-Hertogenbosch is voornemens Groen Gas te gaan produceren. In het rioolwaterzuiveringsproces wordt biogas geproduceerd in de vergistingsinstallatie. Het geproduceerde biogas zal worden opgewerkt tot LBG (Liquid BioGas). Dit betekent dat het zal worden gezuiverd en gekoeld tot -162°C , bij deze temperatuur is LBG vloeibaar.

Het LBG wordt opgeslagen in een ondergrondse tank. De ondergrondse tank dient als voorraadtank voor het te realiseren LBG tankstation.

Naast het opwerken tot LBG zal een deel van het gereinigde biogas worden verpompt naar een naastgelegen bedrijf.

2.2 Selectie relevante insluitsystemen

Voor de subselectie wordt gebruik gemaakt van de methodiek zoals die beschreven is in de 'Handleiding Risicoberekeningen Bevi' (HRB) [2]. Het doel van de subselectie is om insluitsystemen aan te wijzen die het meest bijdragen aan het externe risico en derhalve in de QRA moeten worden meegenomen.

- Stap 1. Opdelen van de inrichting in verschillende insluitsystemen met gevaarlijke stoffen.
- Stap 2. Op basis van de effectafstanden vindt een selectie plaats van insluitsystemen waarvan de effecten tot buiten de terreingrens raken. Deze insluitsystemen dragen bij aan de externe risico's en worden meegenomen in de QRA.
- Stap 3. Wanneer het aantal insluitsystemen, dat via de effectbenadering wordt geselecteerd, omvangrijk is (groter dan 5) kan er vervolgens een verdiepingstap worden gemaakt om het aantal insluitsystemen dat moet worden meegenomen in de QRA, te reduceren. Dit vindt plaats op basis van de soort en hoeveelheid stof in een insluitsysteem en de heersende procescondities. Hiervoor wordt per insluitsysteem een aanwijzingsgetal en een selectiegetal berekend.

2.2.1 Uitvoering stap 1

In QRA's worden bij de berekening van de externe veiligheidsrisico's brandbare, toxische en explosieve stoffen betrokken:

- Brandbare stoffen worden binnen de subselectie gedefinieerd als stoffen die een procestemperatuur hebben die gelijk is aan of hoger is dan het vlampunt.
- De toxiciteit van stoffen wordt op basis van de LC_{50} -waarde (rat, inh., 1 uur) en de fasetoestand van de stof (gas, vloeibaar, vast) beoordeeld. De methode voor de bepaling van de toxiciteit is in de HRB opgenomen. Stoffen met een LC_{50} -waarde (rat, inh., 1 uur) hoger dan 20.000 mg/m^3 behoeven conform de HRB niet betrokken te worden in de QRA.

- Met explosieve stoffen worden die stoffen bedoeld die vergelijkbare eigenschappen bezitten als TNT. Geen van de aanwezige stoffen bij RWZI 's-Hertogenbosch beschikt over dergelijke eigenschappen.

In tabel 2.1 zijn de mogelijk toxische en brandgevaarlijke stoffen weergegeven die binnen RWZI 's-Hertogenbosch aanwezig zijn. In deze tabel is per stof aangegeven of deze stoffen toxisch dan wel brandbaar zijn conform de HRB.

Tabel 2.1 Toegepaste gevaarlijke stoffen RWZI 's-Hertogenbosch

Insluitsysteem		Stof	Maximale hoeveelheid [m ³]	Gevaarlijke stof conform HRB		
				Brandbaar	Toxisch	Explosief
Vergistingsinstallatie	Vergister 1	Biogas (~68% methaan)	8.000	Ja	Nee ¹⁾	Nee
	Vergister 2	Biogas (~68% methaan)	8.000	Ja	Nee ¹⁾	Nee
	Vergister 3	Biogas (~68% methaan)	2.800	Ja	Nee ¹⁾	Nee
	Vergister 4	Biogas (~68% methaan)	2.800	Ja	Nee ¹⁾	Nee
	Buffertank 1	Biogas (~68% methaan)	1.000	Ja	Nee ¹⁾	Nee
	Buffertank 2	Biogas (~68% methaan)	1.000	Ja	Nee ¹⁾	Nee
LBG installatie	LBG gasopwerking	Methaan	< 1	Ja	Nee	Nee
	LBG zuivering	Methaan	< 1	Ja	Nee	Nee
	LBG opslagtank	Methaan	75	Ja	Nee	Nee
	LBG leidingwerk	Methaan	0,5	Ja	Nee	Nee
Verpompen biogas naar buurbedrijf	Leidingwerk en compressor(en)	Methaan	5	Ja	Nee ¹⁾	Nee

1) Biogas kan mogelijk H₂S bevatten. De concentratie is echter dermate laag (<1%) dat dit conform het RIVM [5] niet als toxisch beschouwd wordt. Biogas wordt derhalve alleen als brandbaar beschouwd.

In de huidige vergunning is tevens opslag en verlading van methanol opgenomen. Door de RWZI 's-Hertogenbosch is echter aangegeven dat deze activiteiten niet meer plaatsvinden, derhalve is dit ook niet opgenomen in onderhavige QRA.

2.2.2 Uitvoering stap 2

Stap 2 betreft de selectie van insluitsystemen waarvan de effecten tot buiten de terreingrens reiken. Deze insluitsystemen kunnen bijdragen aan de externe veiligheidsrisico's en dienen meegenomen te worden in de QRA.

Vergistingsinstallatie

In de vergistingsinstallatie wordt biogas geproduceerd. Voor opslagen van biogas is door het 'Centrum voor Externe Veiligheid' (CEV) een notitie [3] opgesteld. In aansluiting

op deze notitie worden, voor de vergistingsinstallatie bij RWZI 's-Hertogenbosch, de opslagen van biogas (vergistingstanks en buffertank) betrokken in deze QRA.

De samenstelling van het biogas varieert tussen 68% methaan, 32% CO₂ met minder dan 1% H₂S en 50% methaan, 50% CO₂ met minder dan 1% H₂S. Derhalve is in onderhavige QRA uitgegaan van 68% methaan, aangezien dit zal resulteren in de grootste effecten.

Uitgaande van de hierboven genoemde variatie in de samenstelling van het biogas, varieert de dichtheid van het biogas tussen de 1,06 en de 1,32 kg/m³.

LBG installatie

De LBG installatie bestaat uit diverse onderdelen: een gaszuivering, gasopwerking, ondergrondse LBG opslag en een LBG tankstation. In onderhavige QRA worden alleen de onderdelen beschouwd die kunnen bijdragen aan de externe risico's. Omdat de gaszuivering en de gasopwerking zeer weinig (minder dan 1 m³) methaan bevatten worden deze onderdelen niet verder beschouwd.

Het tanken van LBG is vergelijkbaar met het tanken van LPG. Conform de notitie 'QRA berekening LPG-tankstations' [6] van het RIVM wordt de activiteit 'tanken' niet beschouwd. Wel worden de leidingen van de LBG zuivering naar de ondergrondse opslagtank en van de ondergrondse opslagtank naar de tankzuil betrokken in de QRA. Alle leidingen zijn ondergronds.

2.2.3 Uitvoering stap 3

Stap 3 van het subselectiesysteem wordt niet meer uitgevoerd omdat het aantal geselecteerde insluitsystemen beperkt is. De volgende insluitsystemen worden betrokken in deze QRA:

- Gashouders (vergistingstanks en buffertank);
- Verpompen gereinigd biogas naar buurbedrijf;
- LBG opslagtank;
- LBG leidingwerk.

3 INITIËLE FAALSCENARIO'S MET BIJBEHORENDE INITIËLE FAALKANSEN

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de relevante ongeval scenario's voor de geselecteerde insluitsystemen. Deze ongeval scenario's zijn geselecteerd met behulp van de HRB. Tevens zijn, met behulp van de HRB, de bijbehorende initiële faalkansen vastgesteld. Ten slotte is per scenario aangegeven wat het uitstroomdebiet is. Achtereenvolgens komen de volgende insluitsystemen aan bod:

- gashouders (vergistingstanks en buffertank);
- LBG opslagtank;
- LBG leidingwerk.

3.1 Faalscenario's gashouders

Uit de subselectiemethodiek volgt dat de gashouders van de vergistingsinstallatie betrokken dienen te worden in de onderhavige QRA. De faalscenario's voor gashouders conform de HRB zijn in Tabel 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1 Faalscenario's gashouders

Scenario	Initiële faalkans [jaar ⁻¹]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$5 \cdot 10^{-6}$
Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	$5 \cdot 10^{-6}$
Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	$1 \cdot 10^{-4}$

De kenmerken van de gashouders met biogas zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kenmerken gashouders met biogas

Kenmerk	Waarde		Eenheid	Toelichting
Stof	Biogas	Biogas	[-]	Mengsel van 68% methaan en 32% koolstofdioxide.
Onderdeel	Vergisters	Buffertanks	[-]	[-]
Inhoud	8.000/2800 ¹⁾	1000	m ³	Weergegeven is de maximale inhoud biogas van de gashouder.
Aantal	2	1	[-]	[-]
Druk	0,03	0,03	barg	Bar overdruk
Temperatuur	40	40	°C	In de QRA is uitgegaan van de procestemperatuur.

1) De vergisters zijn tanks van 8.000 of 2.800 m³. In de berekening is er uitgegaan van een geheel met biogas gevulde tank. Dit is een worst case aanname.

Bronsterkte gashouders

De bronsterktes voor de genoemde faalscenario's voor de verschillende gashouders zijn weergegeven in Tabel 3.3. Opgemerkt wordt dat de bronsterkte betrekking heeft op de hoeveelheid biogas die maximaal in de tank aanwezig kan zijn.

Er is uitgegaan van de maximale hoeveelheid biogas in de vergistingstanks. Dit is een conservatieve inschatting van de werkelijke hoeveelheid aanwezig biogas.

Tabel 3.3 Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroomduren vergisters en buffertank

Scenario	Faalkans [jaar ⁻¹]	Bronsterkte	Uitstroomduur [s]
Vergisters			
T1a en T2a : Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5*10 ⁻⁶	8.000 of 2800 m ³	Instantaan
T1b en T2b: Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 ⁻⁶	13,33 m ³ /s	600
T1c en T2c: Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1*10 ⁻⁴	- ¹⁾	1.800
Buffertank			
T3a: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5*10 ⁻⁶	500 m ³	Instantaan
T3b: Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 ⁻⁶	0,83 m ³ /s	600
T3c: Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1*10 ⁻⁴	- ¹⁾	1.800

1) De bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

3.2 Faalscenario's LBG opslag tanks

Uit de subselectie van hoofdstuk 2 volgt dat de opslagtank met LBG betrokken dient te worden in de onderhavige QRA. LBG wordt opgeslagen in een ondergrondse opslagtank onder druk. In Tabel 3.4 zijn de faalscenario's opgenomen welke conform de HRB gelden voor ondergrondse of ingeterpte opslag tanks onder druk. De kenmerken zijn in Tabel 3.5 weergegeven.

Tabel 3.4 Faalscenario's LBG opslag tanks

Scenario	Initiële faalkans [jaar ⁻¹]
Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	5*10 ⁻⁷
Vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 ⁻⁷
Continue vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10mm	1*10 ⁻⁵

Tabel 3.5 Kenmerken LBG opslag tanks

Kenmerk	Waarde	Eenheid
Product	LBG	[-]
Volume opslagtank	75	[m ³]
Vullingsgraad	100 ¹⁾	[%]
Aantal tanks	1	[-]
Druk	7,7	[barg]
Temperatuur	-127	[°C]
Beveiligingen	Gasdetectie	[-]

1) In onderhavige QRA wordt uitgegaan van een vullingsgraad van 100%. Dit kan als een conservatieve inschatting worden beschouwd aangezien de tank niet altijd volledig gevuld zal zijn.

Op basis van de kenmerken van de opslagtank, zoals in Tabel 3.5 weergegeven, zijn de faalkansen, bronsterktes en uitstroomduren bepaald.

Bronsterkte opslag

Bij het instantaan falen van de opslagtank zal de gehele inhoud instantaan vrijkomen. Bij het vrijkomen van de gehele inhoud van de opslagtank in tien minuten wordt de bronsterkte berekend aan de hand van de inhoud van de tank. Voor het continue en constante uitstromen van de inhoud wordt uitgegaan van een debiet bij een gat van 10 mm. Het debiet wordt berekend door Safeti-NL [4].

De kenmerken van de ongeval scenario's zijn opgenomen in Tabel 3.6. Dit betreft de bronsterkte, de faalkans en de uitstroomduur.

Tabel 3.6 Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroomduren LBG opslagtank

Scenario	Faalkans [jaar ⁻¹]	Bron- sterkte	Uitstroomduur [s]
O.1 Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	$5 \cdot 10^{-7}$	75 m ³	Instantaan
O.2 Vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	$5 \cdot 10^{-7}$	0,125 m ³ /s	600
O.3 Continue vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10mm	$1 \cdot 10^{-5}$	- ¹⁾	1.800

1) De bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

3.3 Faalscenario's LBG installaties

Uit de subselectiemethodiek volgt dat het leidingwerk van de LBG installatie betrokken dienen te worden in de onderhavige QRA. De faalscenario's voor leidingen conform de notitie 'QRA berekening LPG-tankstations' [6] zijn in Tabel 3.7 weergegeven.

Tabel 3.7 Faalscenario's ondergrondse LBG leidingen

Scenario	Initiële faalkans [m ⁻¹ .jaar ⁻¹]
Breuk van de leiding 1,25'	$5 \cdot 10^{-7}$
Lek met een effectieve diameter van 0,125'	$1,5 \cdot 10^{-6}$

De kenmerken van de LBG leidingen zijn weergegeven in Tabel 3.8. Het tanken van LBG vindt alleen overdag (8.00u – 18.30u) plaats. De leidingen zullen echter constant gevuld zijn met product, derhalve is uitgegaan van het continue in gebruik zijn van beide leidingen.

Tabel 3.8 Kenmerken ondergrondse LBG leidingen

Kenmerk	Waarde		Eenheid	Toelichting
	Zuivering - opslag	Opslag - tankzuil		
Route			[-]	[-]
Product	LBG	LBG	[-]	
Doorzet	3.340	3.340	[m ³ /jaar]	Totale doorzet per jaar
Lengte leiding	100	10	[m]	Lengte tussen oorsprong en doel.
Diameter	25,0	25,0	[mm]	
Debiet per leiding	0,381	10,2	[m ³ /uur]	O.b.v. 170 liter/minuut
Leiding in gebruik	8.760	8.760	[uur/jaar]	Uitgaande van het gehele jaar in gebruik

Bronsterktes

De bronsterktes voor de genoemde faalscenario's voor de twee leidingen zijn weergegeven in Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroombduren LBG leidingwerk

Scenario	Faal-kans [m ⁻¹ .jaar ⁻¹]	Bronsterkte [m ³]	Uitstroombduur [s]
Zuivering - opslag			
O.4 Breuk leiding	5,0*10 ⁻⁷	0,335	1.800
O.5 Lek leiding	1,5*10 ⁻⁶	0,002	1.800
Opslag – tankzuil			
O.6 Breuk leiding	5,0*10 ⁻⁷	7,655	1.800
O.7 Lek leiding	1,5*10 ⁻⁶	0,051	1.800

3.4 Faalscenario's verpompen gereinigd biogas

Uit de subselectiemethodiek volgt dat het verpompen van gereinigd biogas betrokken dient te worden in de onderhavige QRA. Het gereinigde gas loopt vanuit de opwerkinstallatie via een leiding met een diameter van 200 mm bij lichte overdruk naar een tweetal compressoren.

De faalscenario's voor bovengrondse leidingen conform de HRB, tabel 27 [2] zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3.10 Faalscenario's bovengrondse leidingen

Scenario	Initiële faalkans [m ⁻¹ .jaar ⁻¹]
Breuk van de leiding	1*10 ⁻⁷
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter	5*10 ⁻⁷

De faalscenario's voor compressoren conform paragraaf 3.11 van de HRB [2] zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3.11 Faalscenario's compressoren

Scenario	Initiële faalkans [m ⁻¹ .jaar ⁻¹]
Breuk van de toevoerleiding	1*10 ⁻⁴
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter toevoerleiding	4.4*10 ⁻³

In deze QRA is er van uitgegaan dat het er continu verpompt wordt.

Bronsterktes

De bronsterktes voor de genoemde faalscenario's voor de twee compressoren en het leidingwerk zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.12 Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroombduren verpompen

Scenario	Faalkans [jaar ⁻¹]	Bron- sterkte	Uitstroombduur [s]
Breuk van de leiding	$1 \cdot 10^{-7}$	1.2 kg/sec	1.800
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter	$5 \cdot 10^{-7}$	0.01 kg/sec	1.800
Breuk van de toevoerleiding (compressor)	$1 \cdot 10^{-4}$	0.5 kg/sec	1.800
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter toevoerleiding (compressor)	$4.4 \cdot 10^{-3}$	0.01 kg/sec	1.800

De breuk van de leiding is gemodelleerd met het model 'line rupture' waarbij een leiding met een diameter van 200 mm en een lengte van 10 meter breekt. In verband met tweezijdige uitstroming is de frequentie in de modellering van de leidingbreuk verdubbeld.

Bij een breuk van de toevoerleiding naar de compressor wordt uitstroom enigszins beperkt door de lengte van de toevoerleiding. Dit is met het model 'line rupture' gemodelleerd waarbij een leiding met een diameter van 200 mm en een lengte van 200 meter breekt. Terugstroming uit de compressor wordt niet aannemelijk geacht en is daarom niet meegenomen in de QRA.

4 UITGANGSPUNTEN RISICOMODELLERING

4.1 Rekenpakket

Het plaatsgebonden risico en het groepsrisico zijn berekend middels het rekenpakket 'Safeti-NL' [4]. Dit is een rekenpakket voor het berekenen van de externe veiligheidsrisico's van inrichtingen. Aan de hand van een aantal invoergegevens, zoals de hoeveelheid gevaarlijke stof, de procescondities en de scenario's, berekent Safeti-NL de externe veiligheidsrisico's. Het resultaat van een berekening bestaat uit de plaatsgebonden risicocontouren en het groepsrisico.

4.2 Omgevingsfactoren

Bij het bepalen van de risico's ten gevolge van ongewenste voorvallen voor de omgeving is een aantal omgevingsfactoren van belang:

- meteorologische omstandigheden (weertypen);
- populatiegegevens;
- omgevingskenmerken (ruwheidlengte).

4.2.1 Meteorologische omstandigheden

Bij het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico is gebruik gemaakt van de meteorologische gegevens van meetstation Gilze-Rijen. De meteorologische gegevens zijn opgenomen in het rekenmodel 'Safeti-NL'.

4.2.2 Populatiegegevens

De populatiegegevens zijn in Tabel 4.1 opgenomen.

Tabel 4.1 Populatie rond RWZI 's Hertogenbosch

Inrichting	Aantal personen	
	Dag (8.00u – 18.30u)	Nacht (18.30 – 8.00u)
Boerderij (zuidoostzijde)	1,2 ¹⁾	2,4 ¹⁾
Woningen - Bedrijven Mix (zuidwestzijde)	40 per ha ¹⁾	40 per ha ²⁾
Woningen (westzijde)	15	30
Bedrijventerrein Treurenburg	40 per ha ¹⁾	40 per ha ²⁾
Bedrijventerrein Maasindustrie	40 per ha ¹⁾	40 per ha ²⁾
Recreatie - Bedrijven Engelsche Gat (noordwestzijde)	60 per ha ¹⁾	60 per ha ²⁾

1) Bevolkingsdichtheden conform de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico [7];

2) Voor de nachtperiode is uitgegaan van een gelijke bevolkingsdichtheid als overdag. Dit is een worst case benadering.

4.2.1 Omgevingskenmerken

Bij het bepalen van de verspreiding van een brandbare of toxische wolk is de ruwheid van het oppervlak in de omgeving van de inrichting van belang. De ruwheidslengte is, gezien de omgeving, bepaald op 0,1 meter. De beschrijving conform de HRB is 'Lage gewassen, hier en daar grote obstakels'.

4.3 Locaties scenario's

Op een plattegrond van RWZI 's-Hertogenbosch zijn de locaties van de installaties bepaald en vervolgens in een coördinatenstelsel gezet. In Tabel 4.2 is een overzicht gegeven van de gehanteerde coördinaten.

Tabel 4.2 Locaties installaties RWZI 's-Hertogenbosch

Installatie	x- coördinaat [m]	y- coördinaat [m]
Vergisters	147.864	414.545
	147.886	414.556
	147.887	414.531
	147.863	414.520
Buffertanks	147.887	414.531
	147.863	414.520
LBG opslagtank	147.904	414.592
LBG leidingwerk	- ¹⁾	- ¹⁾
Gereinigd biogas leidingwerk	- ¹⁾	- ¹⁾
Compressor (dubbel uitgevoerd)	147.803	414.440

1) Voor het leidingwerk zijn geen aparte coördinaten aan te geven.

4.4 Stofgegevens

Voor de berekening van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico is bij de scenario's met biogas gebruik gemaakt van een mengsel van methaan 68% en koolstofdioxide 32% als modelstof. Voor LBG is modelstof methaan gehanteerd.

De stofgegevens voor biogas en methaan, zoals deze in Safeti-NL zijn opgenomen, zijn gehanteerd bij de berekening van de externe veiligheidsrisico's.

4.5 Ontstekingskansen

Het type effect dat optreedt bij brandbare stoffen is onder meer afhankelijk van het direct of vertraagd ontsteken van de vrijgekomen hoeveelheid product. De kans, dat een bepaald effect optreedt, wordt dus bepaald door de kans op het vrijkomen van het product, vermenigvuldigd met de kans op directe dan wel vertraagde ontsteking.

4.5.1 Directe ontstekingskansen

De kans dat een bepaalde hoeveelheid vrijgekomen product direct na het vrijkomen ontstoken wordt is standaard opgenomen in Safeti-NL. Hierbij kan een keuze gemaakt worden bij de ontstekingskansen behorend bij stationaire opslag of een tankauto.

4.5.2 Vertraagde ontsteking

Brandbare wolken, die worden gevormd door vrijkomen van brandgevaarlijke stoffen, waarbij geen directe ontsteking plaatsvindt, kunnen op afstand vertraagd worden ontstoken. De ontstekingskansen worden bepaald aan de hand van de aanwezigheid

van ontstekingsbronnen. Ontsteking van een brandbare wolk in de omgeving kan plaatsvinden door:

- verkeer;
- industriële activiteiten;
- activiteiten op het bedrijfsterrein zelf;
- bevolking in de omgeving.

Voor vertraagde ontsteking kunnen in het softwarepakket Safeti-NL ontstekingsbronnen en hun ontstekingskans worden ingevoerd. In Tabel 4.3 zijn specifieke ontstekingsbronnen met de bijbehorende ontstekingskansen opgenomen.

Tabel 4.3 Kans van ontsteking van een brandbare wolk in een tijdsinterval van één minuut voor een aantal bronnen

Brontype	Ontstekingsbron	Kans op ontsteking
Puntbron	Naburige procesinstallatie	0,5
Lijnbron	Hoogspanningskabel (per 100 m)	0,2
	Schip	0,5
Bevolkingsbron	Huishoudens (per persoon)	0,01
	Kantoren (per persoon)	0,01

In de omgeving van de RWZI 's-Hertogenbosch ligt de snelweg A59 en een spoorlijn. Deze zijn in het rekenmodel ingevoerd als lijnbron. Als standaard waarden is voor de snelweg A59 gerekend met een gemiddelde snelheid van 80 km/uur en 1.500 motorvoertuigen per uur (ontstekingskans per motorvoertuig 0,4 in één minuut) en voor een spoorweg met een gemiddelde snelheid van 80 km/uur en acht treinen per uur (ontstekingskans per trein 0,8 in één minuut).

4.6 Windturbine

Aan de A59 is een windturbine gesitueerd. Gezien de afstand van de windturbine tot de terreingrens (>300 meter) is de kans op het treffen van installatieonderdelen met uitstroming tot gevolg zeer gering. Opgemerkt wordt dat de leidingen en de opslagtank van de LBG installatie ondergronds gelegen zijn. Derhalve wordt de windturbine verder niet beschouwd in onderhavige QRA.

5 RESULTATEN

5.1 Toetsingskader

De resultaten van de QRA en de daarmee samenhangende consequenties voor de voorgenomen aanpassing van RWZI 's-Hertogenbosch worden beoordeeld op basis van de normen zoals opgenomen in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Dit betreft het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Voor beide risico's is in onderstaande paragrafen een toelichting gegeven op de van toepassing zijnde toetsingskaders.

5.1.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico geeft de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op een plaats buiten een inrichting zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is. Het plaatsgebonden risico kan op een bepaalde locatie worden berekend. Bij de risicoberekeningen in de onderhavige QRA zijn de risico's voor de verschillende scenario's gesommeerd tot een totaal plaatsgebonden risico. Opgemerkt wordt dat het plaatsgebonden risico onafhankelijk is van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen.

De in het Bevi opgenomen grenswaarden voor het plaatsgebonden risico zijn weergegeven in Tabel 5.1. De toetsing van het plaatsgebonden risico voor RWZI 's-Hertogenbosch vindt plaats middels het type situatie 'Verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend', zoals vermeld in Tabel 5.1.

In het besluit wordt onderscheid gemaakt in kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld woonwijken, ziekenhuizen en winkelcentra. Beperkt kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld bedrijven en bedrijfswoningen. In Tabel 5.2 zijn de definities weergegeven uit het Bevi.

Tabel 5.1 Grenswaarden voor het plaatsgebonden risico volgens het Bevi voor RWZI 's-Hertogenbosch

Type situatie	PR hoger dan 10^{-5} per jaar	PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar	PR lager dan 10^{-6} per jaar
Kwetsbare objecten			
Verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend.	Niet toegestaan (art. 7, 1 ^e lid)	Niet toegestaan (art. 7, 1 ^e lid)	Toegestaan
Beperkt kwetsbare objecten			
Verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend.	In beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 ^e lid)	In beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 ^e lid)	Toegestaan

Tabel 5.2 Omschrijving van de termen 'beperkt kwetsbaar object' en 'kwetsbaar object'

Beperkt kwetsbaar object	
a	Verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en dienst- en bedrijfswoningen van derden.
b	Kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
c	Hotels en restaurants, voorzover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
d	Winkels, voorzover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
e	Sporthallen, zwembaden en speeltuinen.
f	Sport- en kampeerterrinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder kwetsbaar object, onder d, vallen.
g	Bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder kwetsbaar object, onder c, vallen.
h	Objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn.
i	Objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.
Kwetsbaar object	
a	Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in beperkt kwetsbaar object, onder a.
b	Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen 2. Scholen; of 3. Gebouwen of gedeeltes daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen
c	Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1.500 m² per object, of 2. Complexen waarin meer dan vijf winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1.000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2.000 m² per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
d	Kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

5.1.2 Groepsrisico

Het groepsrisico geeft de kans aan dat een bepaalde groep mensen door de effecten van een activiteit dodelijk wordt getroffen. Het groepsrisico wordt weergegeven als zogenaamde fN-curve en is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de omgeving van de inrichting.

De buitenwettelijke norm voor het groepsrisico is de oriëntatiewaarde, waar het bevoegd gezag gemotiveerd van mag afwijken. In het Bevi is de oriëntatiewaarde opgenomen dat een incident met tien of meer doden slechts met een kans van één op de honderdduizend per jaar mag voorkomen (10^{-5}), een ongeval met 100 of meer doden slechts met een kans van één op de tien miljoen jaar (10^{-7}) en een kans op een ongeval met 1.000 of meer doden van één op de miljard jaar (10^{-9}).

5.2 Resultaten

5.2.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 5.1 is het plaatsgebonden risico, ten gevolge van de activiteiten bij RWZI 's-Hertogenbosch, in de vorm van zogenaamde risicocontouren gegeven. Risicocontouren verbinden locaties met eenzelfde risico met elkaar. Opgemerkt wordt dat het plaatsgebonden risico onafhankelijk is van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen.

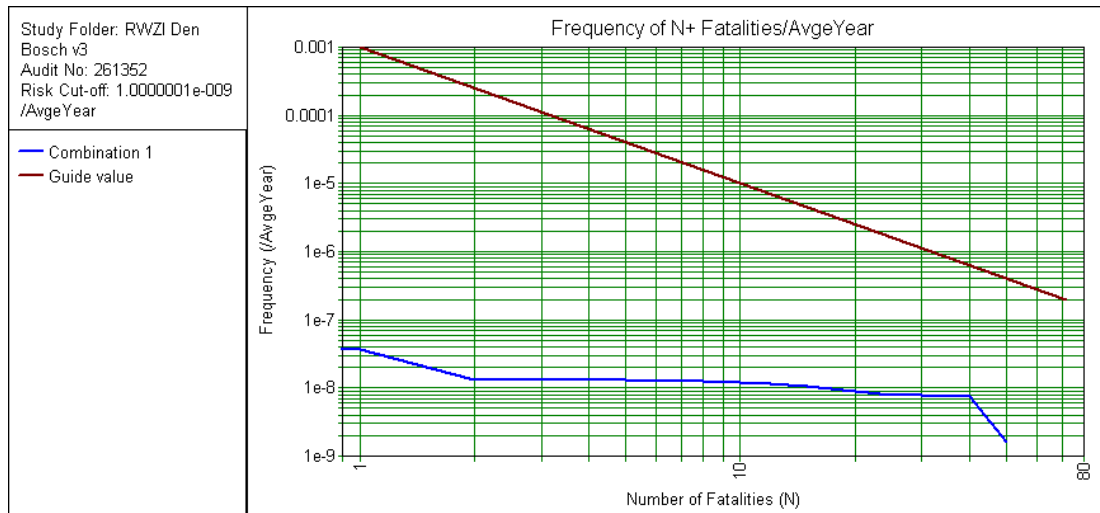
Uit Figuur 5.1 blijkt dat er een PR contouren en 10^{-6} per jaar wordt berekend, maar dat deze zich geheel binnen de inrichting bevindt. Derhalve zijn er binnen deze contour ook geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten gelegen en wordt voldaan aan de normen ten aanzien van het plaatsgebonden risico conform het Bevi.



Figuur 5.1 Plaatsgebonden risico RWZI 's-Hertogenbosch

5.2.2 Groepsrisico

Het met Safeti-NL berekende groepsrisico ten gevolge van de activiteiten binnen de inrichting van de RWZI 's-Hertogenbosch is weergegeven in Figuur 5.2. De oriënterende richtwaarde uit het Bevi [1] is in deze figuur aangegeven met een rechte lijn. Uit deze figuur blijkt dat het groepsrisico onder de oriënterende waarde is gelegen.



Figuur 5.2 Groepsrisico RWZI 's-Hertogenbosch

5.2.3 Effectafstanden

Met het rekenpakket 'Safeti-NL' zijn de externe veiligheidsrisico's berekend. Naast de externe veiligheidsrisico's zijn per ongeval scenario ook de effecten berekend. In

Tabel 5.3 is per ongeval scenario met de grootste effectafstanden deze effectafstand weergegeven. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het criterium '1% letaliteit'. Dit criterium geeft die effectafstand weer waarop nog 1% van de aanwezige personen kan overlijden als gevolg van een ongeval.

Tabel 5.3 Effectafstanden ongeval scenario's

Nummer scenario	Faalscenario	Product	Weertype/ wind- snelheid	Effectafstand (1% letaliteit) [m]
O.1	Instantaan falen LBG opslagtank	Methaan	D5	219
			F1,5	142
O.2	10 minuten uitstroom LBG opslagtank	Methaan ¹⁾	D5	63
			F1,5	39
O.6	Afleverleiding – breuk	Methaan	D5	19
T.1	Instantaan vrijkomen vergister 1 & 2	Biogas	D5	78
			F1,5	78
T.2	10 minuten uitstroom vergister 1 & 2 ¹⁾	Biogas	D5	63
			F1,5	46
T.3	Lekkage vergister 1 & 2	Biogas	D5	< 5 m
			F1,5	< 5 m

Nummer scenario	Faalscenario	Product	Weertype/ wind- snelheid	Effectafstand (1% letaliteit) [m]
C.1	Falen toevoerleiding compressor	Methaan	D5	19
			F1,5	16
FL.1	Leidingbreuk (naar compressor)	Methaan	D5	19
			F1,5	16

- 1) Safeti-NL geeft bij dit faalscenario als effect met grootste omvang een fakkel. Dit effect wordt als niet reëel beschouwd aangezien de vergistingtanks en de buffertank onder zeer geringe overdruk staat (0,03 bar);

6 CONCLUSIES

In het kader van de MER is voor de inrichting van RWZI 's-Hertogenbosch onderhavige QRA opgesteld. In deze QRA is de gehele inrichting inclusief voorgenomen biogasopwerking tot LBG in beschouwing genomen.

De resultaten van de QRA (i.c. het plaatsgebonden risico en groepsrisico) zijn getoetst aan de in het 'Besluit externe veiligheid inrichtingen' (Bevi) [1] opgenomen normen. Opgemerkt wordt dat de inrichting niet onder het Bevi valt en hieraan wettelijk niet hoeft te voldoen. Uit de toetsing van de resultaten aan het Bevi blijkt het volgende:

- De plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} per jaar is geheel binnen de inrichtingsgrenzen van de RWZI 's-Hertogenbosch gelegen. Derhalve liggen geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen deze contouren. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat RWZI 's-Hertogenbosch voldoet aan de eisen voor het plaatsgebonden risico zoals gesteld in het Bevi.
- Het groepsrisico ligt geheel onder de oriënterende waarde.

Gelet op bovenstaande kan gesteld worden dat er geen knelpunten zijn ten aanzien van externe veiligheid bij RWZI 's-Hertogenbosch.

7 LITERATUURLIJST

- [1] Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), Besluit van 27 mei 2004, Staatsblad 2004, 250.
- [2] Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB), versie 3.2, VROM, 1 juli 2009.
- [3] Effect- en risicoafstanden bij de opslag van biogas, RIVM Centrum Externe Veiligheid, 3 maart 2008.
- [4] Safeti-NL, Softwarepakket Safeti-NL, DNV, versie 6.54.
- [5] Veiligheid grootschalige productie van biogas, RIVM Rapport 620201001/2010, RIVM, 2010.
- [6] QRA berekening LPG-tankstations, RIVM, 29 mei 2008.
- [7] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico, VROM, november 2007.