

# Kwantitatieve Risicoanalyse gegund ontwerp

Waterschap Aa en Maas

8 mei 2015

Definitief

MD-AF20150449/P&CI





Documenttitel Kwantitatieve Risicoanalyse gegund ontwerp

Verkorte documenttitel RWZI 's-Hertogenbosch

Status Definitief rapport

Datum 8 mei 2015

Projectnaam RWZI 's-Hertogenbosch

Projectnummer MD-AF20150449/P&CI

Opdrachtgever Waterschap Aa en Maas

Referentie BD3504-105R0001/Nijm

Auteur(s) Erik Ader

Collegiale toets Ingrid Kuppen 

Datum/paraaf 8 mei 2015 .....

Vrijgegeven door Martijn Van Leusden  b/a

Datum/paraaf 8 mei 2015 .....



## INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Leeswijzer	1
2	TOETSINGSKADER	2
2.1	Plaatsgebonden risico	2
2.2	Groepsrisico	3
2.3	Gemeentelijk externe veiligheidsbeleid	4
3	SELECTIE VAN RELEVANTE INSLUITSYSTEMEN	5
3.1	Bedrijfsactiviteiten	5
3.2	Selectie relevante insluitsystemen	6
3.2.1	Uitvoering stap 1	6
3.2.2	Uitvoering stap 2	7
3.2.3	Uitvoering stap 3	8
4	INITIËLE FAALSCENARIO'S MET BIJBEHORENDE INITIËLE FAALKANSEN	9
4.1	Faalscenario's vergistingstanks en gashouder	9
4.2	Faalscenario's CNG cilinders	11
4.3	Faalscenario's verpompen gereinigd biogas	12
5	UITGANGSPUNTEN RISICOMODELLERING	14
5.1	Rekenpakket	14
5.2	Omgevingsfactoren	14
5.2.1	Meteorologische omstandigheden	14
5.2.2	Populatiegegevens	14
5.2.1	Omgevingskenmerken	15
5.3	Stofgegevens	15
5.4	Ontstekingskansen	15
5.4.1	Directe ontstekingskansen	15
5.4.2	Vertraagde ontsteking	15
5.5	Windturbine	16
6	RESULTATEN	17
6.1	Plaatsgebonden risico	17
6.2	Groepsrisico	18
6.3	Gemeentelijk externe veiligheidsbeleid	18
6.4	Vergelijking eerdere studie (referentiealternatief)	18
7	CONCLUSIES	20
8	LITERATUURLIJST	22



## 1 INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Rioolwaterzuiveringsinstallatie 's-Hertogenbosch (verder te noemen 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 zelf de energie opwekken die nodig is voor het zuiveringsproces. Dit gebeurt momenteel al door de vergisting van het zuiveringsslib waarbij biogas wordt gewonnen. Door de capaciteit van de vergisting uit te breiden en het proces energie-efficiënter in te richten, is straks niet alleen sprake van een energieneutrale installatie, maar wordt ook nog een deel van het gewonnen biogas opgewerkt tot autobrandstof voor het vrachtvervoer van de Afvalstoffendienst. Hiervoor wordt de geproduceerde autobrandstof via een leiding naar de Afvalstoffendienst getransporteerd. Voor het tanken van de brandstof wordt op het terrein van de Afvalstoffendienst een tankstation ingericht. Hiernaast is het Waterschap voornemens (een deel van) het gezuiverde biogas aan een buurbedrijf te gaan leveren ten behoeve van energievoorziening.

Op de RWZI is het Bevi [1] niet van toepassing. Er geldt dan ook geen verplichting tot het opstellen van een QRA. In het kader van de m.e.r.-procedure heeft Waterschap Aa en Maas Royal HaskoningDHV verzocht om toch een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uit te voeren. Dit is gedaan met het oog op een goede communicatie met de omgeving.

### 1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het toetsingskader uit het Bevi en het Uitvoeringskader van de gemeente 's-Hertogenbosch beschreven. In hoofdstuk 3 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 4 volgt de uitwerking van de relevante insluitsystemen en de gehanteerde uitgangspunten. In hoofdstuk 5 worden de uitgangspunten van de berekeningen toegelicht. In dit hoofdstuk 6 zijn de resultaten gepresenteerd en getoetst aan de grens- en richtwaarden ten aanzien van externe veiligheid zoals die zijn opgenomen in het Bevi en het lokaal beleid. In hoofdstuk 7 zijn de conclusies samengevat.

## 2 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.

### 2.1 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 2.1.

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 2.2 zijn de definities weergegeven uit het Bevi.

**Tabel 2.1 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
<b>Kwetsbare objecten</b>			
Verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend.	Niet toegestaan (art. 7, 1 <sup>e</sup> lid)	Niet toegestaan (art. 7, 1 <sup>e</sup> lid)	Toegestaan
<b>Beperkt kwetsbare objecten</b>			
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 <sup>e</sup> lid)	In beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 <sup>e</sup> lid)	Toegestaan



**Tabel 2.2 Omschrijving van de termen 'beperkt kwetsbaar object' en 'kwetsbaar object'**

<b>Beperkt kwetsbaar object</b>	
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 kampeerterrijnen 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.
<b>Kwetsbaar object</b>	
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"> <li>1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen</li> <li>2. Scholen; of</li> <li>3. Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen</li> </ol>
c	Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1.500 m<sup>2</sup> per object, of</li> <li>2. Complexen waarin meer dan vijf winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1.000 m<sup>2</sup> bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2.000 m<sup>2</sup> per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.</li> </ol>
d	Kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

## 2.2 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 ( $10^{-9}$ ).

### 2.3 Gemeentelijk externe veiligheidsbeleid

Het gemeentelijk externe veiligheidsbeleid is vastgelegd in het Uitvoeringkader externe veiligheid (Delen A, B en C, juni 2010). Het gemeentelijk beleid stelt regels aan de vestiging en/of uitbreiding van Bevi-inrichtingen, doch niet aan overige inrichtingen met een externe veiligheidsrisico. Wettelijk gezien valt de RWZI 's-Hertogenbosch niet onder het Bevi. De gemeentelijke beleidsvisie is daarom in principe niet van toepassing. Echter in de MER-fase is besloten te toetsen aan het Bevi omwille van een goede ruimtelijke ordening en goede communicatie naar de omgeving (zie ook paragraaf 1).

Het gemeentelijk externe veiligheidsbeleid bepaalt dat nieuwe Bevi-inrichtingen zich in principe op de bedrijventerreinen De Brand en De Rietvelden moeten vestigen. Dit is niet van toepassing op de RWZI omdat het hier om een bestaande inrichting gaat, die een uitbreiding gaat doen. In het MER van 20 januari (met referentie 9V7870-103/R055/500613/Nijm) staat een beschouwing over de locatiekeuze van de RWZI.

Daarnaast stelt het gemeentelijk beleid dat inrichtingen met kleine opslagen of bijvoorbeeld ammoniakkoelinstallaties weinig impact hebben op hun omgeving en met enkele eisen door middel van regels in de desbetreffende bestemmingsplannen, ook op de andere terreinen gevestigd worden. Een aanvullende eis hierbij is dat voor nieuwe Bevi-inrichtingen op de overige terreinen geldt dat de  $10^{-6}$ /jaar plaatsgebonden risicocontour en het invloedsgebied (1% letaliteitsgrens) binnen de inrichtingsgrens dient te blijven, tenzij deze over groen- of over verkeersbestemmingen ligt. Bovenstaande dient echter per situatie beoordeeld te worden. Hiervoor geldt maatwerk dat gericht is op het beperken van de risico's van nieuwe inrichtingen binnen de eigen inrichtingsgrens, zodat de omgeving hierdoor niet gehinderd wordt.

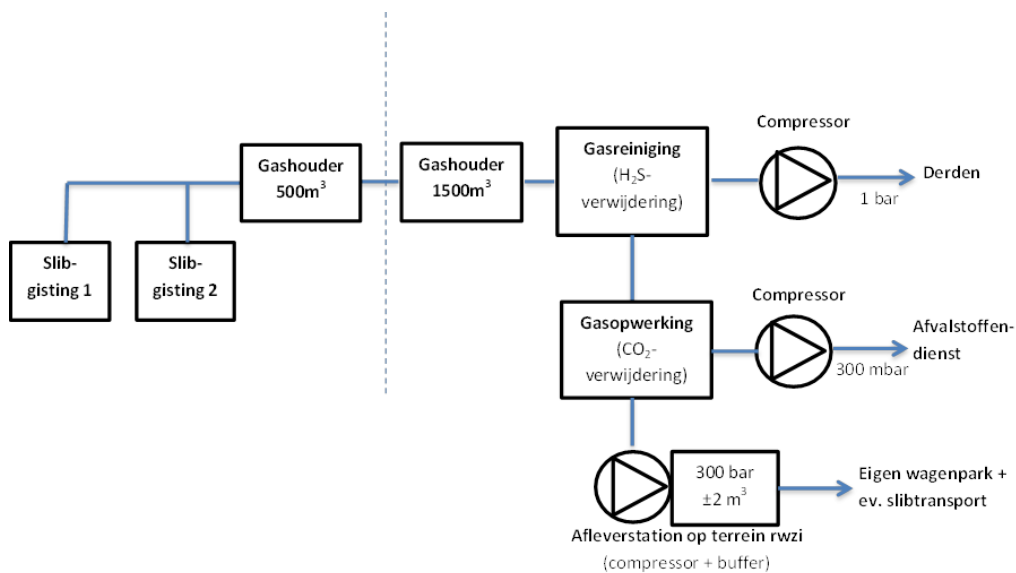
### 3 SELECTIE VAN RELEVANTE INSLUITSYSTEMEN

#### 3.1 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 autobrandstof. Dit betekent dat het zal worden gezuiverd en opgewerkt tot een gas vergelijkbaar met aardgas.

Het biogas wordt opgeslagen in een gashouder alvorens het wordt gezuiverd en verder opgewerkt. Tijdens het zuiveringsproces wordt  $H_2S$  zoveel mogelijk uit het biogas verwijderd. Vervolgens wordt een vast deel van het gezuiverde biogas verder opgewerkt tot autobrandstof en verpompt naar de naastgelegen Afvalstoffendienst. Het resterende deel wordt verpompt naar een buurbedrijf.

Figuur 3.1 laat een vereenvoudigd schema zien van de processtappen.



**Figuur 3.1** Processchema

## 3.2 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 verdiepingsschapel 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.

### 3.2.1 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<sub>50</sub>-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<sub>50</sub>-waarde (rat, inh., 1 uur) hoger dan 20.000 mg/m<sup>3</sup> 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 3.1 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 3.1 Toegepaste gevaarlijke stoffen RWZI 's-Hertogenbosch**

Insluitsysteem		Stof	Maximale hoeveelheid biogas [m <sup>3</sup> ]	Gevaarlijke stof conform HRB		
				Brand- baar	Toxisch	Explosief
Vergistings- installatie	Vergister 1	Biogas (~68% methaan)	227	Ja	Nee <sup>1)</sup>	Nee
	Vergister 2	Biogas (~68% methaan)	227	Ja	Nee <sup>1)</sup>	Nee
	Gashouder	Biogas (~68% methaan)	500	Ja	Nee <sup>1)</sup>	Nee
	Gashouder	Biogas (~68% methaan)	1.500	Ja	Nee <sup>1)</sup>	Nee
Gasreiniging	Procesunit	Methaan	40	Ja	Nee	Nee
Gasopwerking	Procesunit	Methaan	40	Ja	Nee	Nee
CNG compact tankinstallatie	CNG opslagtank	Methaan	2,24	Ja	Nee	Nee
	CNG leidingwerk	Methaan	<1	Ja	Nee	Nee
Verpompen gezuiverd biogas naar buurtbedrijf	Leidingwerk en compressor(en)	Methaan	5	Ja	Nee	Nee
Verpompen opgewerkt biogas naar Afval- stoffendienst	Leidingwerk en compressor(en)	Methaan	< 5	Ja	Nee	Nee

1) Biogas kan mogelijk H<sub>2</sub>S 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.

### 3.2.2 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.

#### *Vergistingsinstallaties*

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% CO<sub>2</sub> met minder dan 1% H<sub>2</sub>S en 50% methaan, 50% CO<sub>2</sub> met minder dan 1% H<sub>2</sub>S. 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/m<sup>3</sup>.

*Gasreiniging en gasopwerking* vanuit de gashouder wordt het biogas naar de gasreinigingsinstallatie geleid en van daaruit naar de gasopwerkingsinstallatie. Beide installaties bestaan uit procesunit(s) waarin zich (gezuiverd c.q. opgewerkt) biogas bevindt.

#### *CNG compact tankinstallatie*

Vanuit de opwerkingsinstallatie gaat een relatief klein deel naar een CNG compact tankinstallatie. Het tanken van CNG is vergelijkbaar met het tanken van LPG. Conform de notitie 'QRA berekening LPG-tankstations' [6] van het RIVM wordt de activiteit 'tanken' niet beschouwd.

### 3.2.3 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:

- Vergistingstanks, en gashouders;
- Gasreinigingsinstallatie;
- Gasopwerkingsinstallatie; CNG opslag;
- Verpompen gereinigd biogas naar buurbedrijf;
- Verpompen opgewerkt biogas naar Afvalstoffendienst

## 4 INITIËLE FAALSCENARIO'S MET BIJBEHORENDE INITIËLE FAALKANSEN

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de relevante ongevalsscenario's voor de geselecteerde insluitsystemen. Deze ongevalsscenario'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 uitstroombedrijf is.

Achtereenvolgens komen de volgende insluitsystemen aan bod:

- Vergistingstanks, en gashouders;
- Gasreinigingsinstallatie;
- Gasopwerkingsinstallatie;
- CNG opslagtank;
- CNG leidingwerk;
- Verpompen gereinigd biogas naar buurbedrijf;
- Verpompen opgewerkt biogas naar Afvalstoffendienst.

### 4.1 Faalscenario's vergistingstanks en gashouder

Uit de subselectiemethodiek volgt dat de vergistingstanks en de gashouder betrokken dienen te worden in de onderhavige QRA. De faalscenario's voor dergelijke opslagtanks conform de HRB zijn in Tabel 4.1 weergegeven.

**Tabel 4.1 Faalscenario's opslagtanks (gashouders)**

Scenario	Initiële faalkans [jaar <sup>-1</sup> ]
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5*10 <sup>-6</sup>
Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 <sup>-6</sup>
Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1*10 <sup>-4</sup>

De kenmerken van de gashouders met biogas zijn weergegeven in Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Kenmerken opslagtanks met biogas**

Kenmerk	Waarde			Eenheid	Toelichting
Stof	Biogas	Biogas	Biogas	[-]	Mengsel van 68% methaan en 32% koolstofdioxide.
Onderdeel	Vergisters	Gashouder	Gashouder	[-]	[-]
Inhoud	227 <sup>1)</sup>	500	1500	m <sup>3</sup>	Weergegeven is de maximale inhoud biogas van de gashouder.
Aantal	2	1	1	[-]	[-]
Druk	0,03	0,03	0,03	barg	Bar overdruk
Temperatuur	40	9	9	°C	In de QRA is voor de vergistertanks uitgegaan van de procestemperatuur. Voor de gashouder is uitgegaan van de omgevingstemperatuur

1) De vergisters zijn tanks met een totale inhoud van 4.000 m<sup>3</sup>. In de berekening is ervan uitgegaan dat zij ieder maximaal met 227 m<sup>3</sup> zijn gevuld.

### 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.

De vaten waarin het biogas wordt ontdaan van  $H_2S$  en opgewerkt (verwijderen van  $CO_2$ ) zijn gemodelleerd als procesvaten. De scenario's voor procesvaten conform de HRB gelijk aan gashouders (zie tabel 4.2). Deze vaten hebben een inhoud tot maximaal  $80\text{ m}^3$ . In de modellering is uitgegaan van een vulgraad tot 50% dus een totale inhoud van  $40\text{ m}^3$ . De modellering van deze vaten is (naast het volume) gelijk aan de gashouders.



**Tabel 4.3**      **Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroomduren vergisters en buffertank**

Scenario	Faalkans [jaar <sup>-1</sup> ]	Bronsterkte	Uitstroomduur [s]
<b>Vergisters</b>			
T1a en T2a : Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5*10 <sup>-6</sup>	227 m <sup>3</sup>	Instantaan
T1b en T2b: Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 <sup>-6</sup>	0,4 m <sup>3</sup> /s	600
T1c en T2c: Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1*10 <sup>-4</sup>	- <sup>1)</sup>	1.800
<b>Gashouders</b>			
T3a: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5*10 <sup>-6</sup>	500 of 1.500 m <sup>3</sup>	Instantaan
T3b: Het vrijkomen van de gehele inhoud in tien minuten in een continue en constante stroom	5*10 <sup>-6</sup>	0,8 / 2,5m <sup>3</sup> /s	600
T3c: Lekkage van gas door een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1*10 <sup>-4</sup>	- <sup>1)</sup>	1.800

1) De bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

## 4.2 Faalscenario's CNG cilinders

Uit de subselectie van hoofdstuk 3 volgt dat het cilinderpakket met CNG betrokken dient te worden in de onderhavige QRA. In Tabel 4.4 zijn de faalscenario's opgenomen welke conform het RIVM [ref 8] gelden voor cilinderpakketten. De kenmerken zijn in Tabel 4.5 weergegeven.

**Tabel 4.4**      **Faalscenario's CNG cilinderpakket**

Scenario	Initiële faalkans [jaar <sup>-1</sup> ]
C1a: Instantaan vrijkomen van gehele inhoud één Cilinder	N*5*10 <sup>-7</sup>
C1b: bij optreden van scenario 1 stroom inhoud van het cilinderpakket uit	N*5*10 <sup>-7</sup>

**Tabel 4.5**      **Kenmerken CNG opslagtank**

Kenmerk	Waarde	Eenheid
Product	CNG	[-]
Volume opslagtank	2,24	[m <sup>3</sup> ]
Vullingsgraad	100	[%]
Aantal cilinders	24	[-]
Druk	300	[barg]
Temperatuur	9	[°C]

Op basis van de kenmerken van de cilinders, zoals in Tabel 4.5 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 uitstroombuur.

**Tabel 4.6** Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroombuuren CNG opslagtank

Scenario	Faalkans [jaar <sup>-1</sup> ]	Bron- sterkte	Uitstroombuur [s]
C1a Instantaan vrijkomen van gehele inhoud van een cilinder	$1,2 \cdot 10^{-5}$	0,09 m <sup>3</sup>	Instantaan
C1b Continue vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 5mm	$1,2 \cdot 10^{-5}$	- <sup>1)</sup>	1.800

1) De bronsterkte wordt berekend door Safeti-NL.

Het tanken van CNG zal slechts beperkt op het terrein van de RWZI plaats vinden (20 verwachte leveringen per jaar), daarom is deze activiteit niet meegenomen in deze QRA.

### 4.3 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 bij lichte overdruk naar een drietal compressoren.

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

**Tabel 4.7** Faalscenario's bovengrondse leidingen

Scenario	Initiële faalkans [m <sup>-1</sup> .jaar <sup>-1</sup> ]
Breuk van de leiding	$5 \cdot 10^{-7}$
Lek met een effectieve diameter van 20mm	$1,5 \cdot 10^{-6}$

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

**Tabel 4.8** Faalscenario's compressoren

Scenario	Initiële faalkans [m <sup>-1</sup> .jaar <sup>-1</sup> ]
Breuk van de toevoerleiding	$1 \cdot 10^{-4}$
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter toevoerleiding	$4,4 \cdot 10^{-3}$

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 4.9**      **Initiële faalkansen, bronsterktes en uitstroomduren verpompen**

Scenario	Faalkans [jaar <sup>-1</sup> ]	Bron- sterkte	Uitstroomduur [s]
Breuk van de leiding (160 mm)	$5 \cdot 10^{-7}$	~1 kg/sec	1.800
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter	$1,5 \cdot 10^{-6}$	0.01 kg/sec	1.800
Breuk van de toevoerleiding (compressor)	$1 \cdot 10^{-4}$	~1 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 160 mm (100 mm voor de leiding naar de afvalstoffendienst en het aftappunt voor de CNG installatie) 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.

## 5 UITGANGSPUNTEN RISICOMODELLERING

### 5.1 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.

### 5.2 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).

#### 5.2.1 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'.

#### 5.2.2 Populatiegegevens

De populatiegegevens zijn in Tabel 4.1 opgenomen.

**Tabel 5.1 Populatie rond RWZI 's Hertogenbosch**

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

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.

Rondom de waterzuivering liggen de functies groen, landbouw en natuur. (Vigerend bestemmingsplan Buitengebied vastgesteld op 26 januari 2010). Langs de dijk liggen onder meer woonfuncties. Aan de noordzijde van de inrichting ligt het bedrijventerrein Treurenburg (datum vaststelling Bestemmingsplan Treurenburg vastgesteld op 25 juni 2013). In de MER beoordeling is een overzicht gegeven van de vigerende bestemmingsplannen. Binnen het invloedsgebied van de waterzuivering bevinden zich

geen ruimtelijke ontwikkelingen (bron: <http://ruimtelijkeplannen.nl> maart 2014 ) welke niet zijn meegenomen in de beoordeling van de hoogte van de risico's.

#### 5.2.1 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'.

### 5.3 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 CNG 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.

### 5.4 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.

#### 5.4.1 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.

#### 5.4.2 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 5.2** 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).

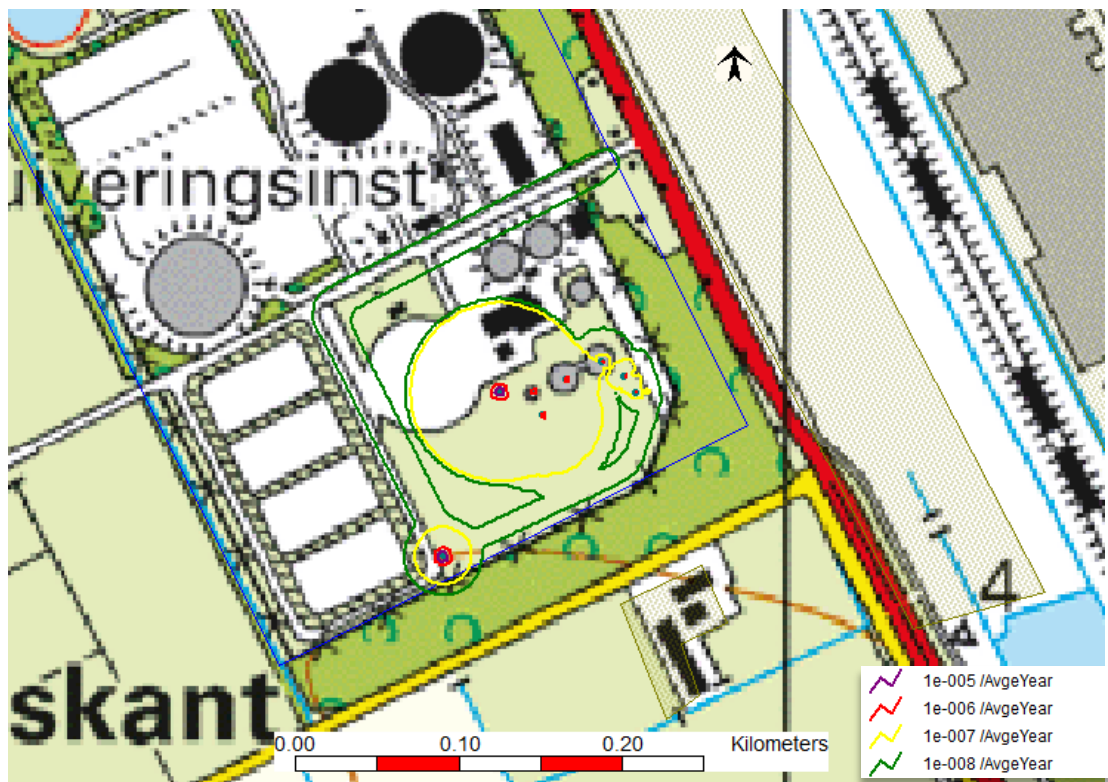
## 5.5 Windturbine

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. Derhalve wordt de windturbine verder niet beschouwd in onderhavige QRA.

## 6 RESULTATEN

### 6.1 Plaatsgebonden risico

In Figuur 6.1 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.

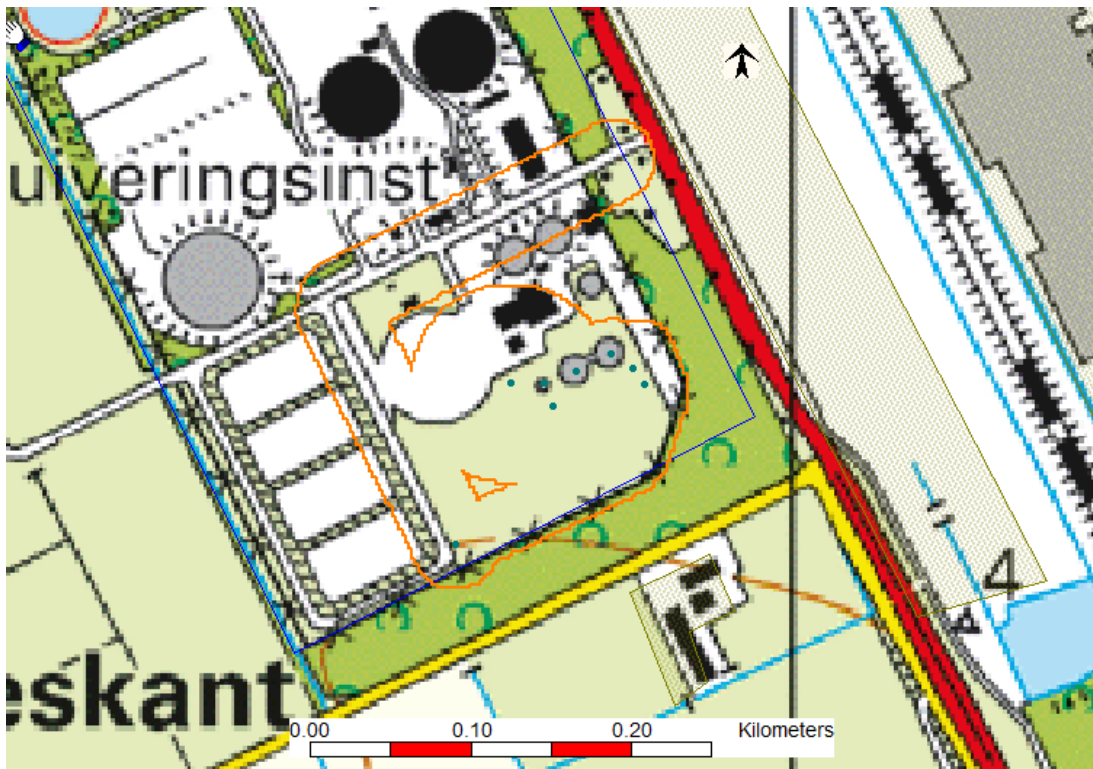


**Figuur 6.1** Plaatsgebonden risico RWZI 's-Hertogenbosch

Uit Figuur 6.1 blijkt dat er 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.

## 6.2 Groepsrisico

Het invloedsgebied is weergegeven in onderstaande afbeelding.



**Figuur 6.2** Invloedsgebied RWZI 's-Hertogenbosch

Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen objecten waar structureel personen aanwezig zijn. Safeti-NL kan daarom geen groepsrisico berekenen voor de beschreven activiteiten op de RWZI.

## 6.3 Gemeentelijk externe veiligheidsbeleid

De plaatsgebonden risicocontour  $10^{-6}$ /jaar ligt geheel binnen de inrichting. Het invloedsgebied overlapt buiten de inrichtingsgrens alleen groen en voldoet hiermee aan het opgestelde beleid van de gemeente 's Hertogenbosch.

## 6.4 Vergelijking eerdere studie (referentiealternatief)

In december 2013 heeft Royal HaskoningDHV het externe risico berekend voor het referentiealternatief<sup>1</sup> voor de MER. De berekende risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.

<sup>1</sup> Kwantitatieve Risicoanalyse LBG opslag en verlading (9V7870.F0), RHDHV, december 2013





**Figuur 6.3 Berekende risicocontouren RWZI 's-Hertogenbosch (referentiealternatief)**

Uit de berekeningen voor het referentiealternatief laten zien dat de plaatsgebonden risicocontour  $10^{-6}$ /jaar ligt geheel binnen de inrichting ligt. Het invloedsgebied ligt tot circa 150 meter buiten de inrichtingsgrens.

De belangrijkste wijziging in het gegunde ontwerp ten opzichte van het referentiealternatief wijkt met betrekking tot het opwerken tot groen gas af door de (cryogene) opslag en verlading van vloeibaar biogas. Het externe risico als berekend voor het referentiealternatief werd vrijwel geheel bepaald door deze opslag. Het externe risico (en het invloedsgebied) als berekend voor het gegunde ontwerp is daarom vele malen kleiner.

## 7 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 autobrandstof 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 oriëntatiewaarde.

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



## 8 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.
- [8] Modelleren gascilinders uit Handleiding Risicoberekeningen BEVI concept versie 1.4, RIVM, 2008.