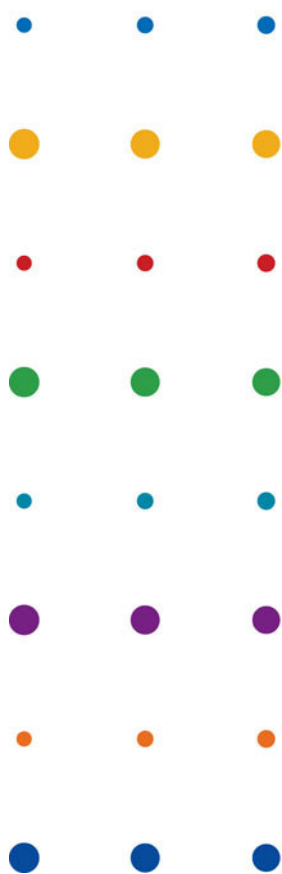


QRA LPG station

Kwantitatieve Risicoanalyse voor het LPG tankstation aan het Herculesplein



Externe Veiligheid

Gemeente Utrecht

juni 2008
Definitief

QRA LPG station

Kwantitatieve Risicoanalyse voor het LPG tankstation aan het Herculesplein

Externe Veiligheid

dossier : B6522-01.001

registratienummer : MD-MV20080354

versie : 3

Gemeente Utrecht

juni 2008

Definitief

INHOUD**BLAD**

1	SAMENVATTING	3
1.1	Werkwijze	3
1.2	Toetsing	3
1.3	Conclusie	3
2	BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID	4
2.1	Kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten	4
2.2	Plaatsgebonden Risico	5
2.3	Groepsrisico	5
3	INZICHT IN DE RISICO'S VAN LPG-TANKSTATION HERCULESPLEIN	7
3.1	Personendichtheden	8
4	RESULTATEN KWANTITATIEVE RISICOANALYSE	9
4.1	Plaatsgebonden Risico	9
4.2	Groepsrisico	9
5	CONCLUSIES	16
5.1	Plaatsgebonden risico	16
5.2	Groepsrisico	16
6	REFERENTIES	17
7	COLOFON	18
BIJLAGE 1	Bevolkingsgegevens	1
BIJLAGE 2	Toelichting modellering QRA	1

1 SAMENVATTING

In dit onderzoek zijn het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico met betrekking tot externe veiligheid vastgesteld voor het LPG tankstation aan het Herculesplein te Utrecht.

Het betreft de huidige situatie met een doorzet van 1000 m³/jaar. In de berekeningen zijn verschillende alternatieven beoordeeld, waaronder het instellen van venstertijden.

1.1 Werkwijze

In dit onderzoek zijn de risico's gekwantificeerd ten gevolge van de ongevallen gerelateerd aan het vrijkomen van LPG. Bij de berekening van deze risico's is gebruik gemaakt van de methodiek beschreven in de "Handleiding Risicoberekeningen BEVI [1]. Daarnaast is gebruik gemaakt van het document "QRA berekeningen LPG-tankstations (RIVM, 20 december 2007). In overeenstemming met dit document is rekening gehouden met de maatregelen die de LPG branche gaat treffen om de risico's te reduceren.

De toetsing van de resultaten heeft plaatsgevonden aan de hand van het Besluit externe veiligheid voor inrichtingen (BEVI) en de ministeriële Regeling externe veiligheid inrichtingen (REVI; januari 2008). In dit besluit zijn normen opgenomen voor de toetsing van het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR). Daar waar knelpunten aanwezig zijn, zijn oplossingsrichtingen aangedragen.

1.2 Toetsing

Plaatsgebonden Risico

Binnen de 10⁻⁶/jaar contour zoals vastgelegd in de REVI zijn geen (beperkt) kwetsbare objecten aanwezig.

Groepsrisico

De oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico wordt door het LPG tankstation overschreden.

Deze overschrijding neemt af door het aanbrengen van een hittewerende coating en door het instellen van venstertijden. De overschrijding blijft echter bestaan, omdat de aanwezigheid van de opslagtank al een overschrijding van de oriënterende waarden oplevert. Indien de opslagtank wordt verkleind tot 20 m³ en venstertijden worden ingesteld, is er beperkte overschrijding van de oriënterende waarden (verwaarloosbaar na het aanbrengen van hittewerende coating).

1.3 Conclusie

De situatie rond het LPG tankstations voldoet niet aan de oriëntatiewaarden voor het GroepsRisico, maar wel aan de normen voor het Plaatsgebonden Risico zoals opgenomen in het BEVI.

Het groepsrisico aan het herculesplein kan verder worden verlaagd door het instellen van venstertijden en door het aanbrengen van hittewerende coating op de vrachtwagen. Ondanks deze maatregelen zal er een overschrijding van de oriënterende warden blijven bestaan.

Door verkleinen van de opslagtank tot 20 m³ en het instellen van venstertijden wordt het groepsrisico verkleind tot er slechts een kleine overschrijding van de oriënterende waarden overblijft.

2 BELEID MET BETREKKING TOT EXTERNE VEILIGHEID

Op 27 oktober 2004 is het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) van kracht worden. Gelijktijdig met het Besluit is een Ministeriële Regeling 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.

2.1 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 de aard ervan 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 infrastructurele waarde

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-risicocontouren, 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.

2.2 Plaatsgebonden Risico

Er wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen situaties met betrekking tot het tijdstip van inwerkingtreding van het BEVI. Voor het LPG-tankstation geldt dat er sprake is van een bestaande situatie voor de WM vergunning en voor de Ruimtelijke Ordening.

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

Kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-5} per jaar: Saneren binnen drie jaar na inwerkingtreding BEVI
- PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: Saneren voor 2010
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: Toegestaan

Beperkt kwetsbare objecten:

- PR hoger dan 10^{-5} per jaar: Toegestaan, maar streven naar kleiner risico.
- PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar: Toegestaan, maar streven naar kleiner risico.
- PR lager dan 10^{-6} per jaar: Toegestaan

2.3 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).

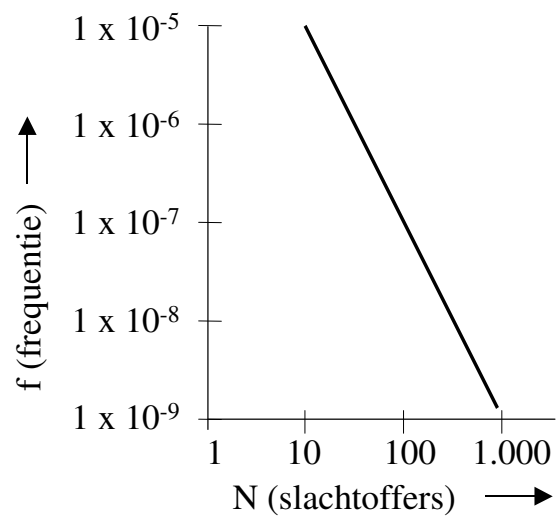
De oriëntatiewaarde geeft een eerste inzicht in het niveau van het risico. Om het groepsrisico te beoordelen moet het bevoegd gezag daarnaast aangeven hoe:

- 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 1: Oriëntatiewaarde voor het Groepsrisico volgens BEVI.

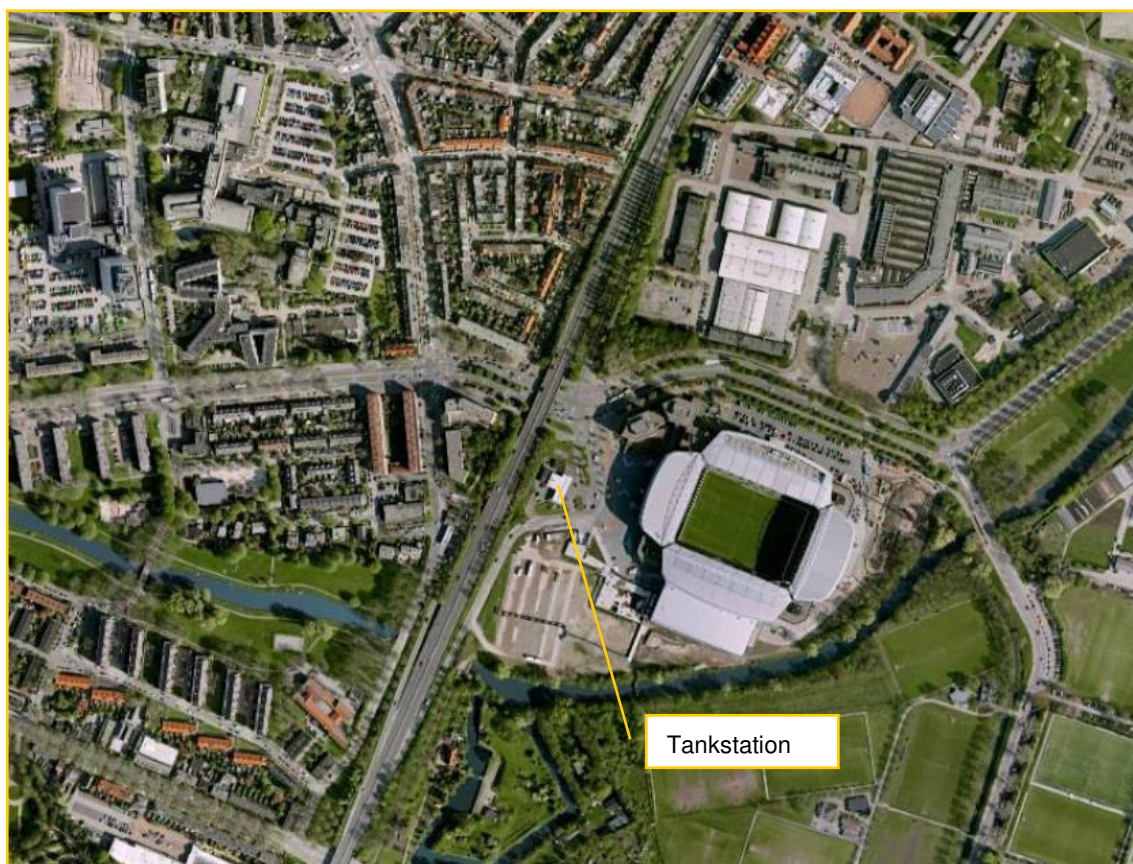
3 INZICHT IN DE RISICO'S VAN LPG-TANKSTATION HERCULESPLEIN

Het BP tankstation is gelegen aan een Waterlinieweg met aan de ene zijde woonbebouwing en aan de andere zijde een bedrijventerrein en het stadion Galgenwaard. Ten zuiden van het tankstation worden nieuwe kantoorpanden gebouwd. De bouwvergunning hiervoor is afgegeven voordat BEVI in werking trad.

Voor dit tankstation is een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd om het groepsrisico te bepalen. Aanleiding voor de risicoanalyse is een overschrijding van de maximale bevolkingsdichtheid die op basis van de handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico (en het REVI) in het invloedsgebied is toegestaan. Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de het groepsrisico van het LPG tankstation en toetsing aan het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI). Het onderzoek betreft de huidige situatie. Hierbij zijn de effecten bestudeerd van venstertijden en de invloed van de door de branche afgesproken maatregelen (hitteschild),

De locatie van het tankstation is weergegeven in figuur 2. Het vulpunt ligt ten zuiden van het station op eigen terrein. De ondergrondse opslagtank.(40 m³) ligt ten noorden van het station, eveneens op eigen terrein.

De doorzet van het tankstation is minder dan 1.000 m³ per jaar. Voor de analyses is uitgegaan van een maximum doorzet van 1000 m³ per jaar.



Figuur 2 Ligging van het LPG tankstation

De afstand tot aan de grens van het invloedsgebied van het tankstation waarbinnen verantwoording van het Groepsrisico plaats moet vinden volgens de Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) is vastgesteld op 150 meter vanaf zowel het vulpunt als de opslagtank. Binnen dit invloedsgebied bevinden zich diverse (beperkt) kwetsbare objecten.

Voor deze analyse zijn personendichtheden bepaald in een straal van 150 meter rondom het vulpunt en de opslagtank. Op deze manier is voldaan aan het invloedsgebied zoals dat in REVI is vastgelegd.

3.1 Personendichtheden

De bevolkingsgegevens zijn weergegeven in bijlage 1.

4 RESULTATEN KWANTITATIEVE RISICOANALYSE

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kwantitatieve risicoanalyses (QRA) beschreven. Deze resultaten betreffen de groepsrisicocurves voor de huidige situatie aan het Herculesplein. Het plaatsgebonden risico is bepaald aan de hand van de Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI). Het groepsrisico ten gevolge van het LPG-tankstation is berekend met SAFETI.NL [2].

4.1 Plaatsgebonden Risico

Het LPG tankstation is aan te merken als categoriale inrichtingen zoals bedoeld in artikel 4, vijfde lid onder a van het BEVI. Op grond van het BEVI moet in deze situatie voor het vaststellen van het plaatsgebonden risico gebruik worden gemaakt van de afstandstabellen opgenomen in het REVI. Het PR mag niet worden bepaald met behulp van een QRA. In deze regeling zijn de in tabel 1 opgenomen vaste afstanden voor het PR 10^{-6} per jaar vastgelegd.

Tabel 1 Afstand in meters tot al dan niet geprojecteerde (beperkt) kwetsbare objecten waarbij wordt voldaan aan de grenswaarde dan wel richtwaarde van PR 10^{-6} per jaar

Type inrichting	Afstand (m) vanaf het vulpunt	Afstand (m) vanaf het ondergronds reservoir	Afstand (m) vanaf de afleverzuil
LPG tankstation met een doorzet tot 1.000 m ³ / jaar zonder maatregelen van de branche	45	25	15
LPG tankstation met een doorzet tot 1.000 m ³ / jaar met maatregelen van de branche	35	25	15

De dichtstbijzijnde kwetsbare objecten zijn de woonbebouwing aan de overzijde van de Waterlinieweg, en de verschillende kantoorgebouwen in de omgeving. Ook het stadion Galgenwaard is een kwetsbaar object. Het dichtstbijzijnde beperkt kwetsbare object is het ESSO tankstation aan de overzijde van de weg. Al deze objecten liggen op een afstand van meer dan 45 meter vanaf het vulpunt en/of de opslagtank.

4.2 Groepsrisico

Het Groepsrisico is berekend voor alle maatgevende scenario's gerelateerd aan de LPG installatie. De uitgangspunten voor de modellering van de QRA zijn weergegeven in bijlage 2.

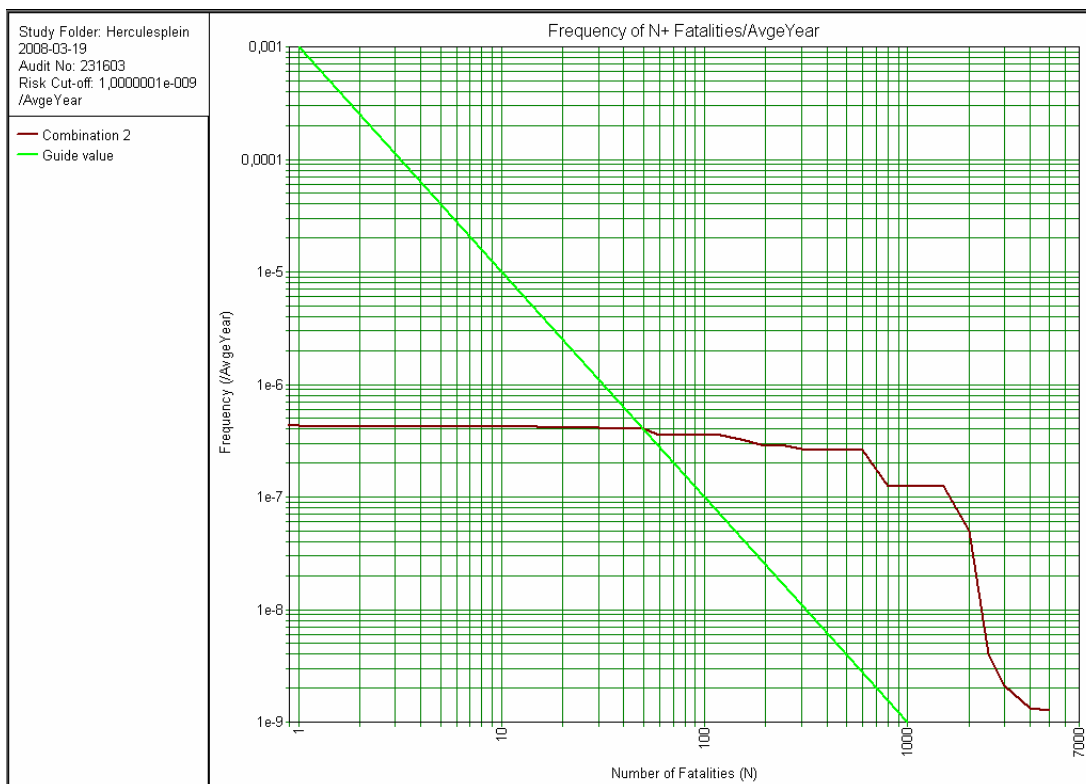
Er zijn elf situaties doorgerekend. Met en zonder maatregelen van de branche en daarnaast drie verschillende vormen van venstertijden: geen venstertijden, niet lossen tijdens evenementen en niet lossen tijdens kantooruren. Tenslotte ook het GR van alleen de opslagtank en vier situaties waarbij de opslagtank is verkleind tot 20 m³ (met en zonder maatregelen en met en zonder venstertijden).

In onderstaande figuren zijn de fN-curves voor de verschillende situaties weergegeven

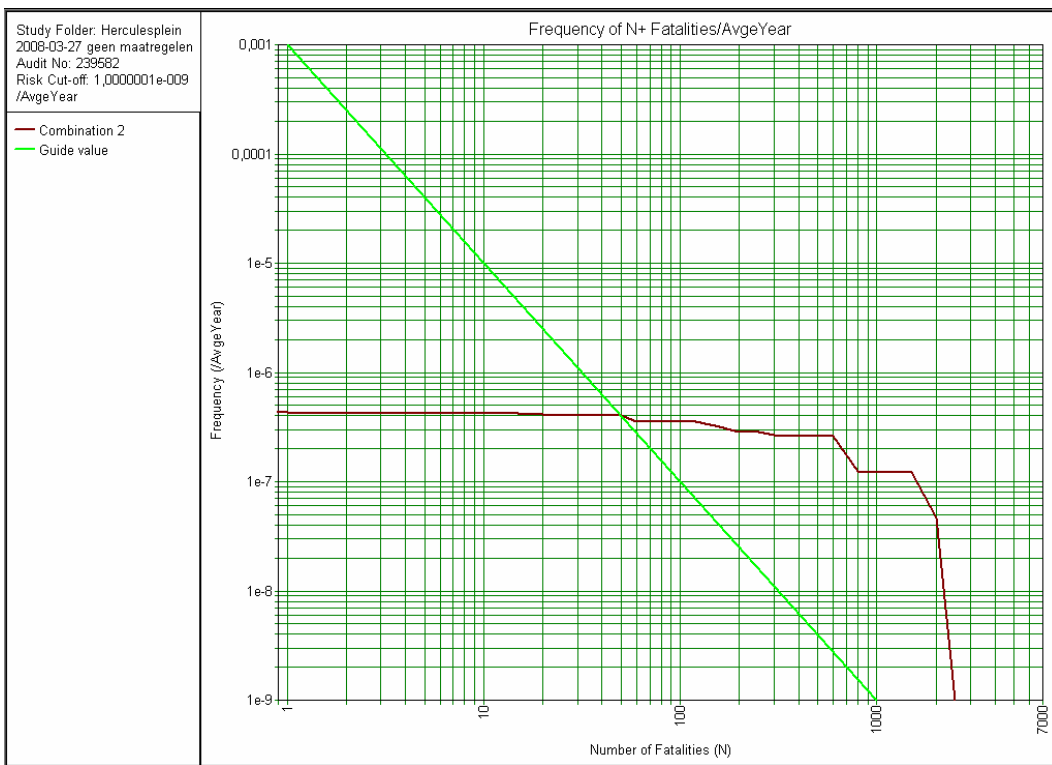
- Figuur 3 Geen maatregelen, geen venstertijden
- Figuur 4 Geen maatregelen, niet lossen tijdens evenementen
- Figuur 5 Geen maatregelen, niet lossen tijdens kantoor uren of evenementen

- Figuur 6 Met maatregelen, geen venstertijden
- Figuur 7 Met maatregelen, niet lossen tijdens evenementen
- Figuur 8 Met maatregelen, niet lossen tijdens kantoor uren of evenementen
- Figuur 9 Als vergelijking: de f-N curve van alleen de opslagtank.
- Figuur 10 Met maatregelen, 20 m3 opslagtank.
- Figuur 11 Met maatregelen, niet lossen tijdens kantooruren en evenementen, 20 m3 opslagtank.
- Figuur 11 Zonder maatregelen, 20 m3 opslagtank.
- Figuur 13 Zonder maatregelen, niet lossen tijdens kantooruren en evenementen, 20 m3 opslagtank.

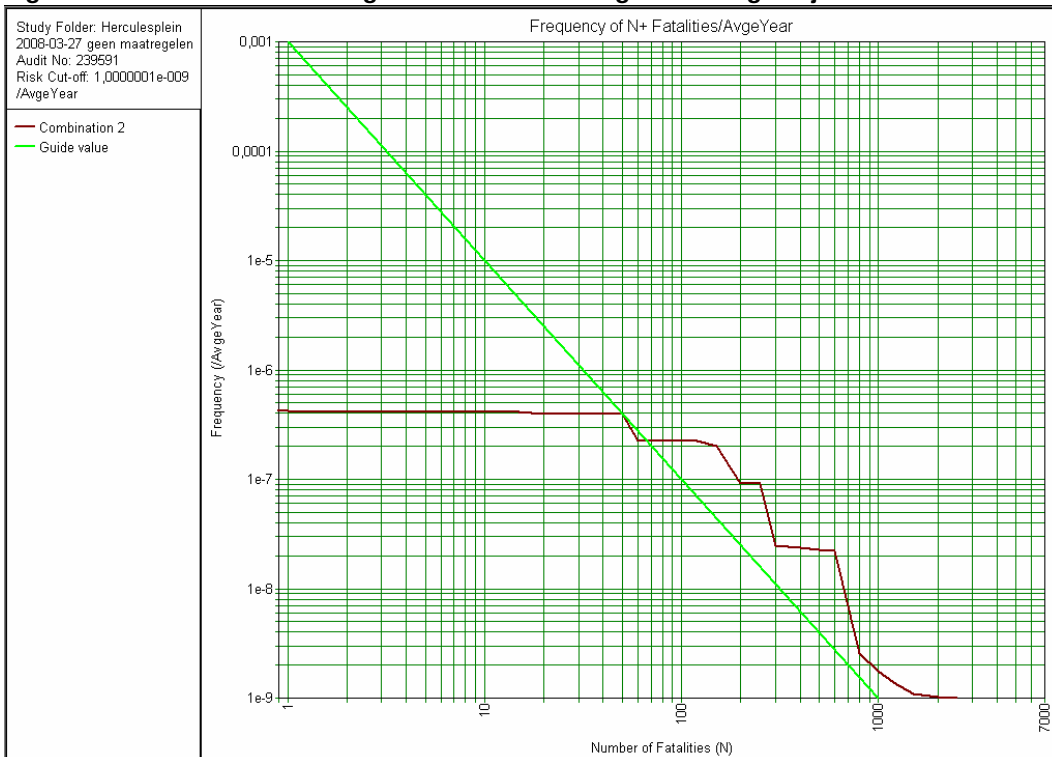
De oriënterende waarden worden in alle situaties overschreden (bij de bestaande opslagtank). Met het toenemen van de maatregelen neemt de overschrijding af. De overschrijding blijft echter bestaan, omdat enkel de opslagtank al een overschrijding van het GR oplevert.



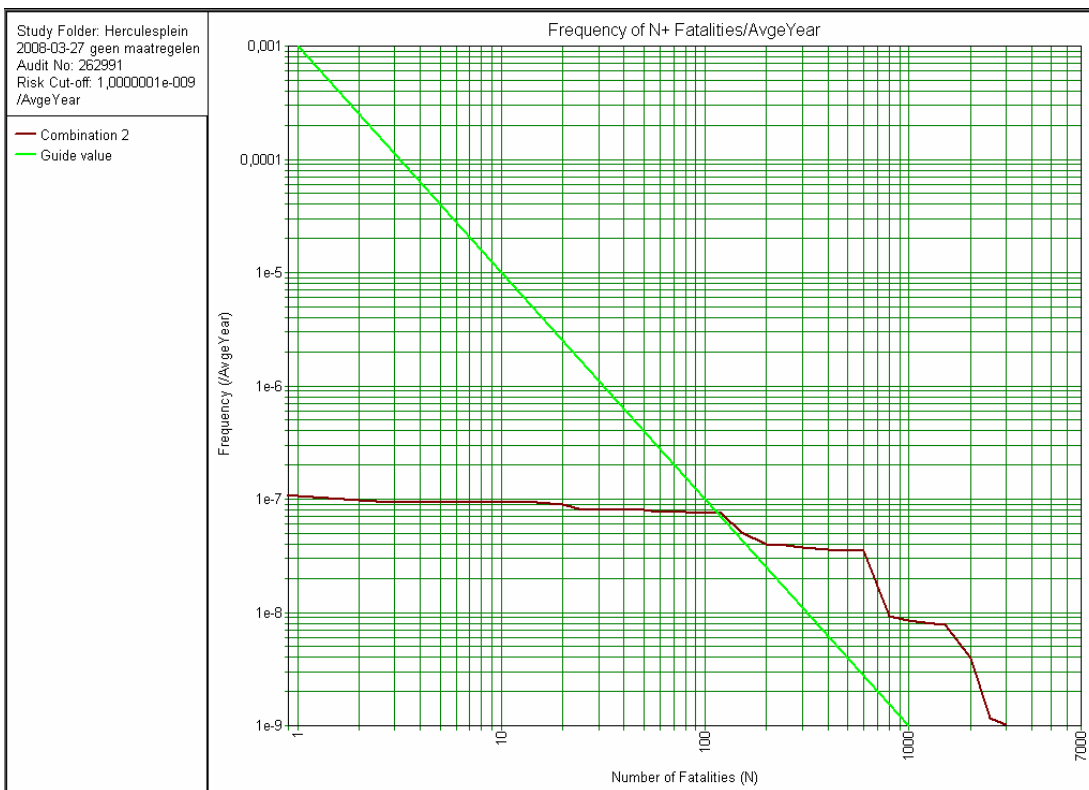
Figuur 3 GR zonder maatregelen van de branche



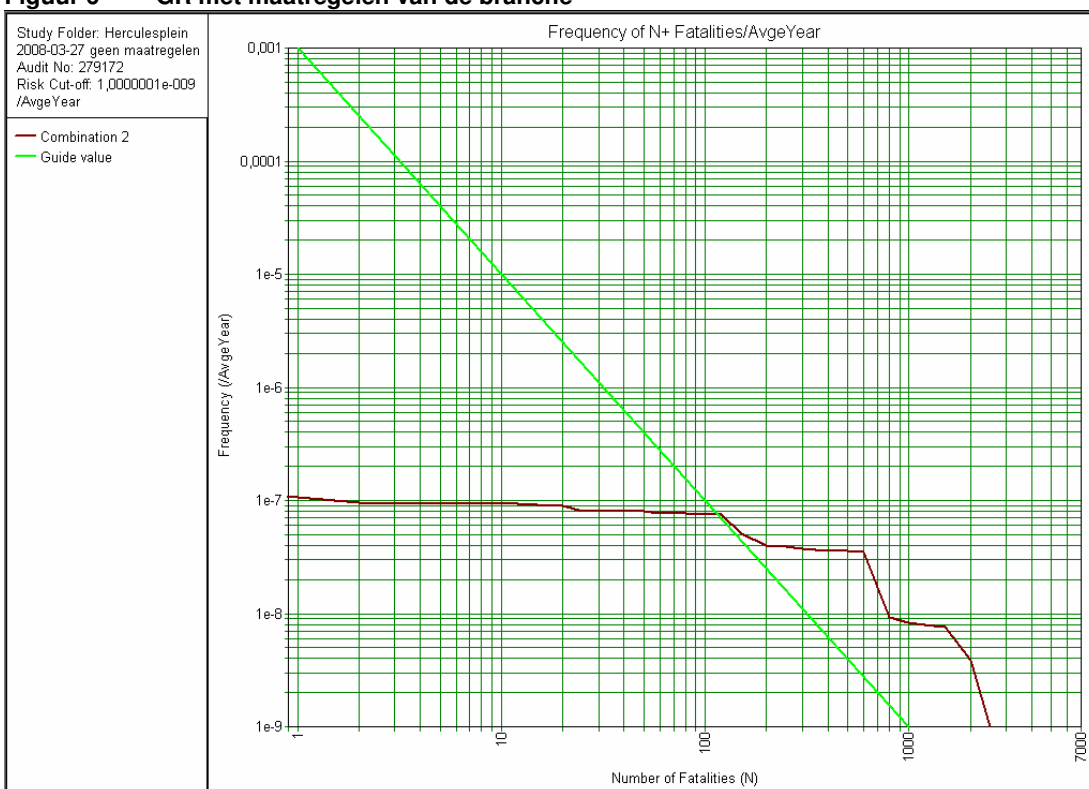
Figuur 4 GR zonder maatregelen van de branche geen lossingen tijdens evenementen



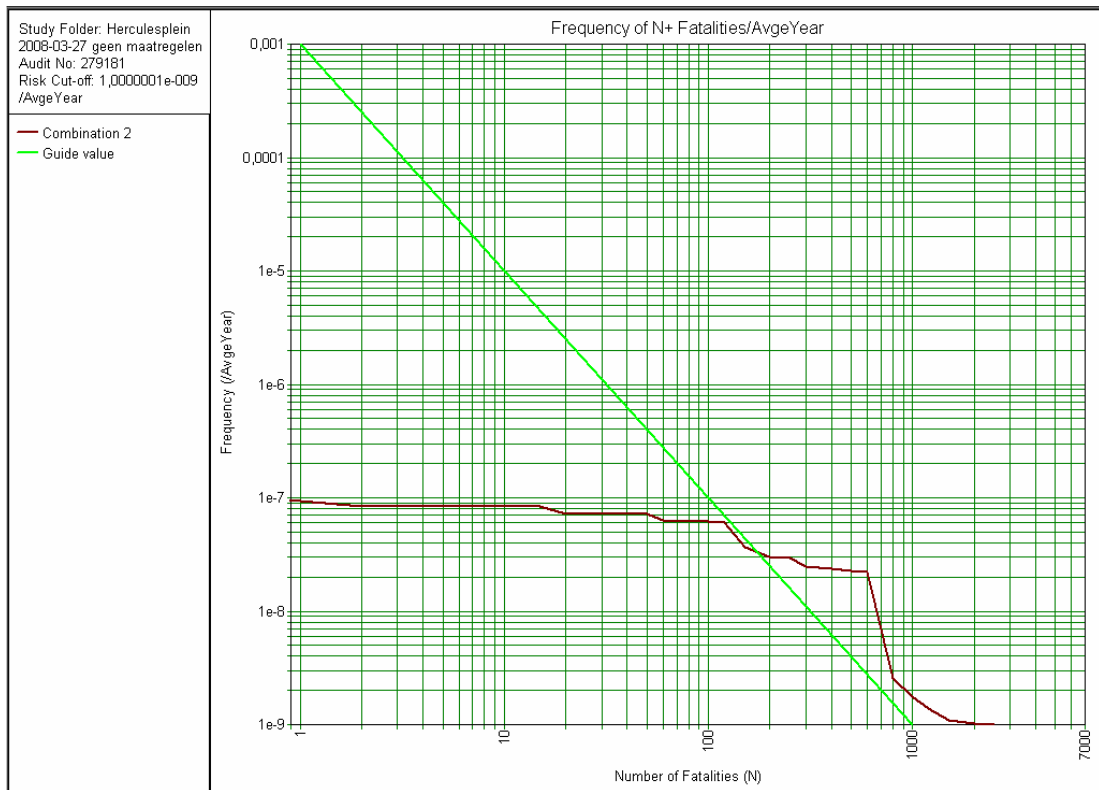
Figuur 5 GR zonder maatregelen van de branche geen lossingen tijdens kantooruren of evenementen



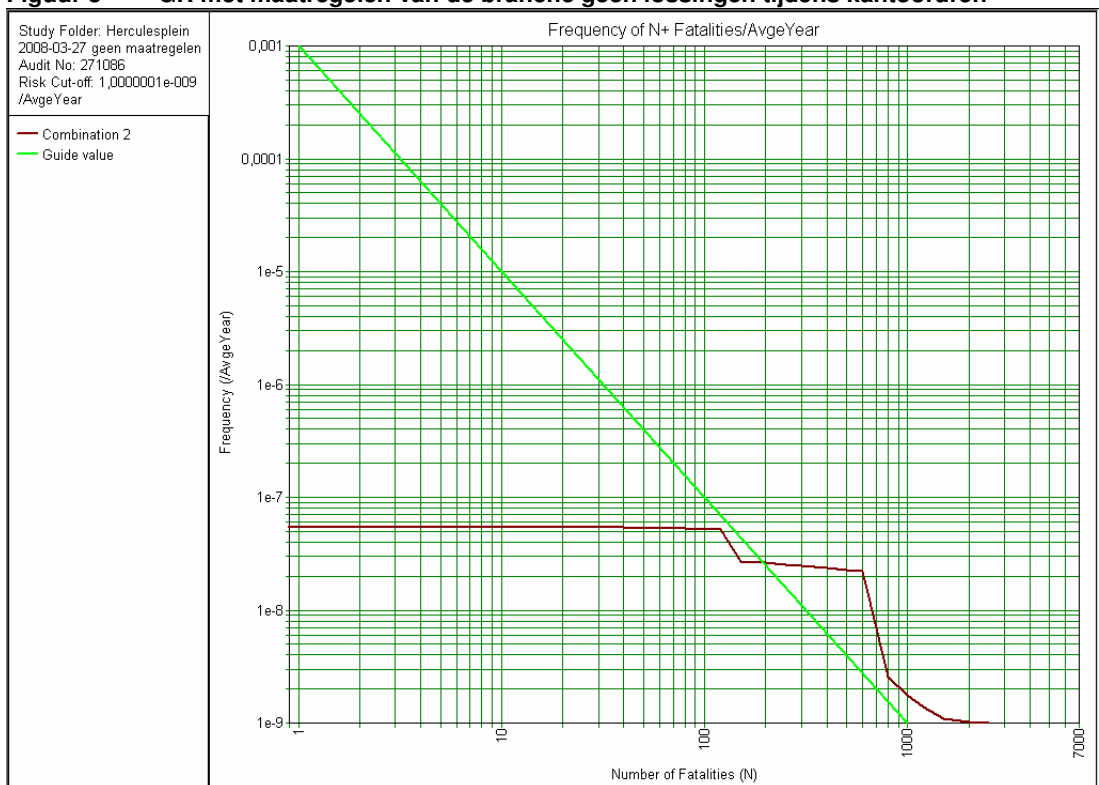
Figuur 6 GR met maatregelen van de branche



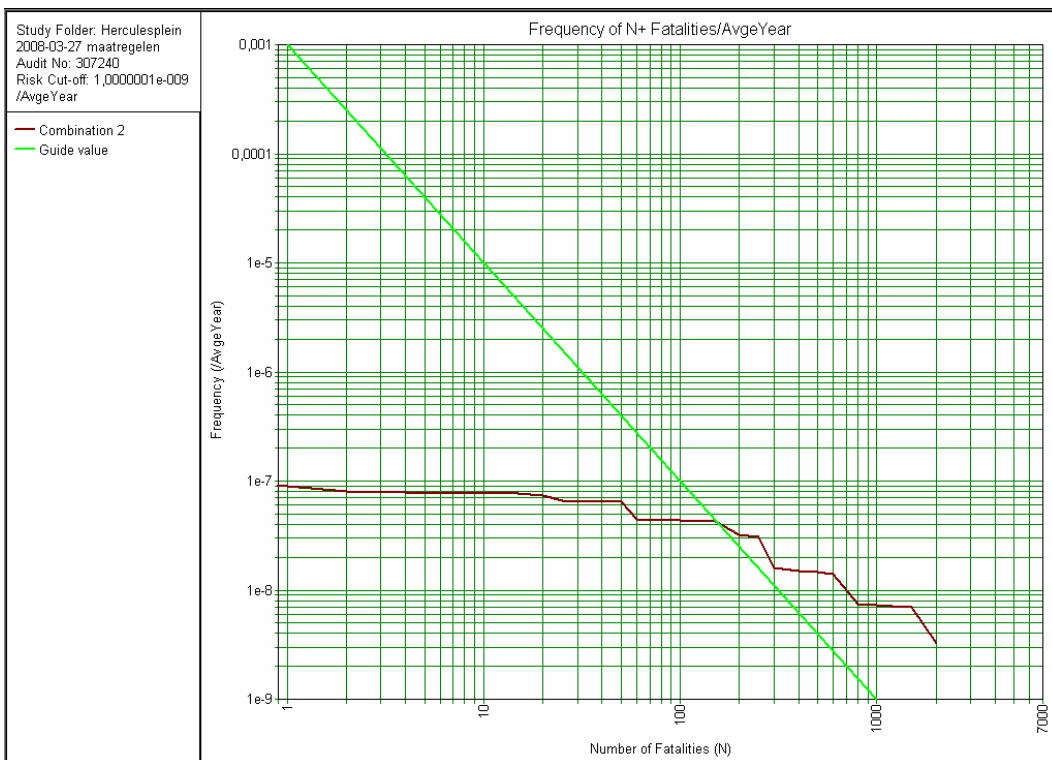
Figuur 7 GR met maatregelen van de branche geen lossingen tijdens evenementen



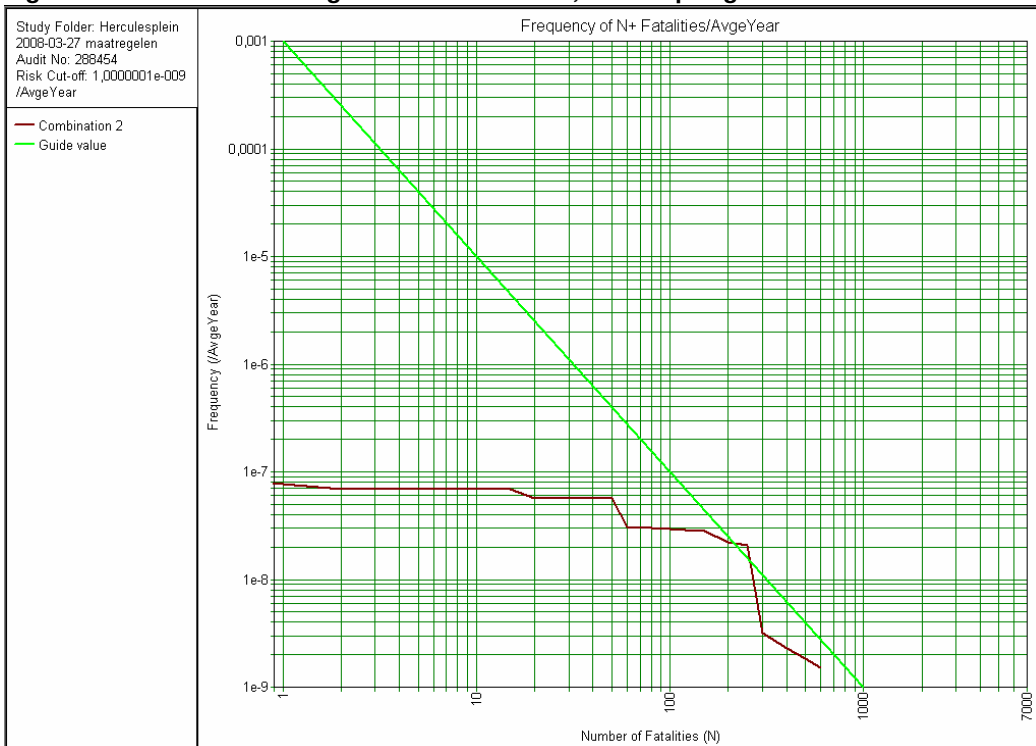
Figuur 8 GR met maatregelen van de branche geen lossingen tijdens kantooruren



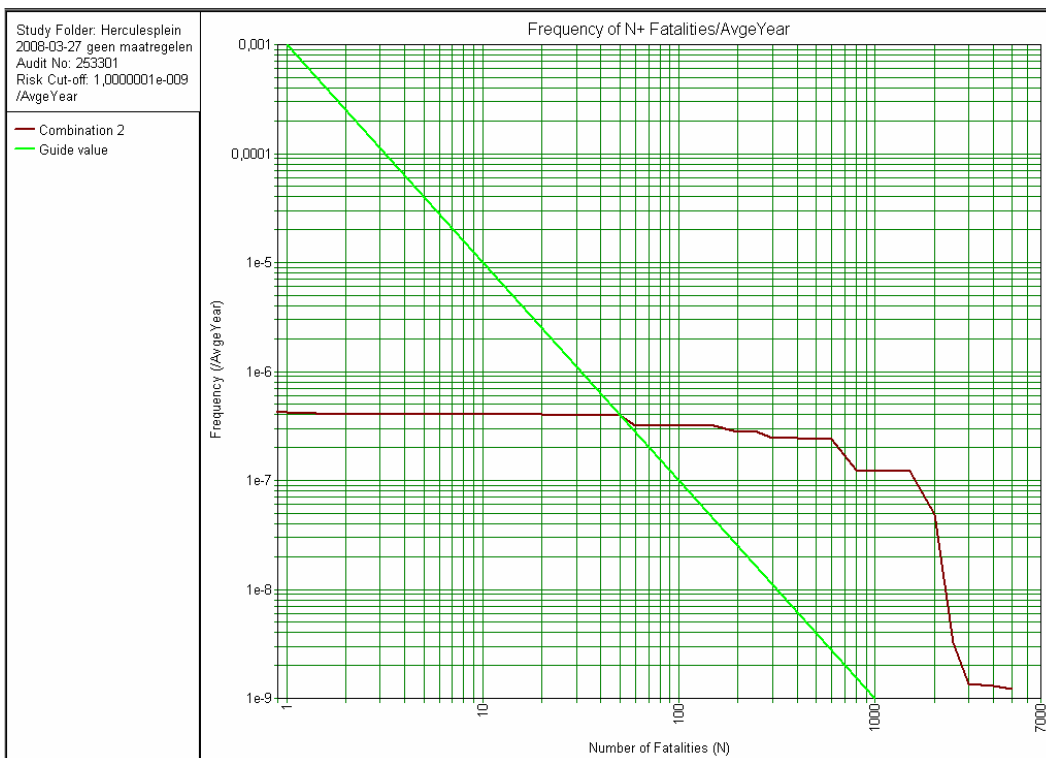
Figuur 9 GR van alleen de opslagtank



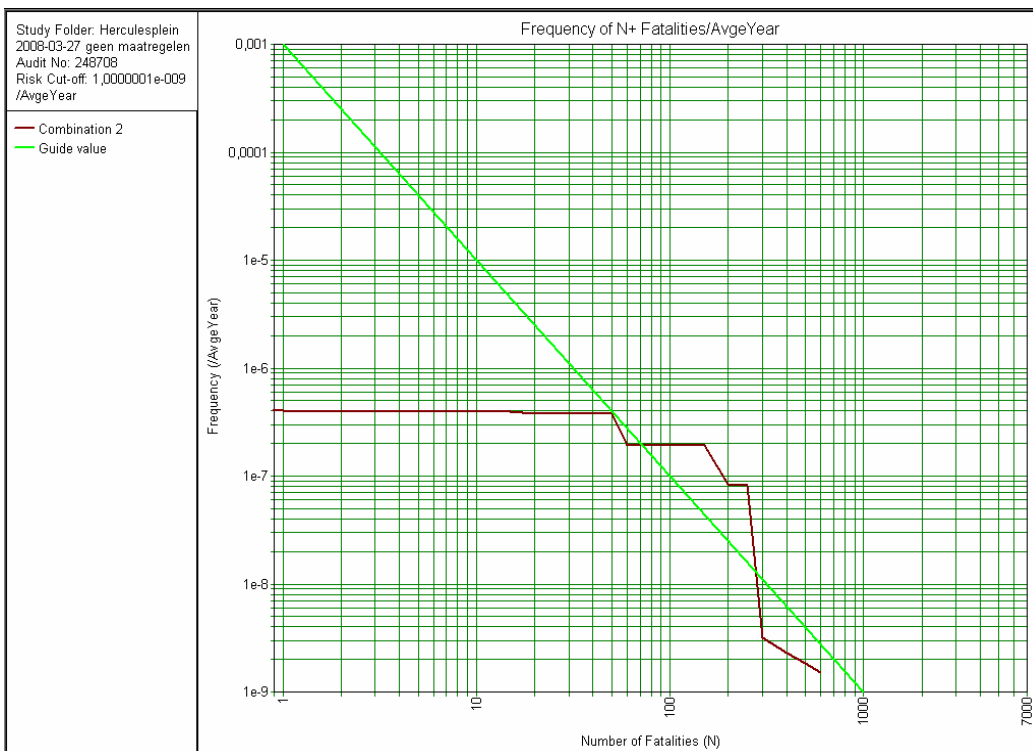
Figuur 10 GR met maatregelen van de branche, 20 m3 opslagtank



Figuur 11 GR met maatregelen van de branche geen lossingen tijdens kantooruren of evenementen, 20 m3 opslagtank



Figuur 12 GR zonder maatregelen van de branche, 20 m3 opslagtank



Figuur 13 GR zonder maatregelen van de branche geen lossingen tijdens kantooruren of evenementen, 20 m3 opslagtank

5 CONCLUSIES

5.1 Plaatsgebonden risico

De grenswaarde of richtwaarde voor (beperkt) kwetsbare objecten wordt niet overschreden.

5.2 Groepsrisico

De oriëntatiewaarden worden in alle situaties overschreden. Het GR wordt bepaald door zowel de LPG tankwagen, de LPG opslagtank en het aantal aanwezigen binnen het invloedsgebied (150 meter).

Het groepsrisico aan het Herculesplein wordt verlaagd door het instellen van venstertijden en door het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankwagen. De overschrijding van de oriënterende waarden blijft echter bestaan. Door het instellen van venstertijden en het verkleinen van de opslagtank tot 20 m³ wordt het GR nog kleiner. Na het nemen van de maatregelen van de branche is in dit geval de overschrijding van de oriënterende waarden verwaarloosbaar.

Voor de bestaande en geplande situaties moet het groepsrisico worden verantwoord. Gezien de specifieke situatie van kantoren, winkels en woningen in de nabijheid van het LPG station zijn aspecten als zelfredzaamheid en rampbestrijding enerzijds en logistiek van de bedrijfsvoering (tijdstippen laden en lossen) hierbij aandachtspunten.

6 REFERENTIES

- [1] Handleiding Risicoberekeningen BEVI, versie 3.0, 1 januari 2008.
- [2] SAFETI.NL, risicoberekeningsprogramma, januari 2008, RIVM.
- [3] PGS 1, Methoden voor het bepalen van mogelijke schade.
- [4] QRA berekening LPG-tankstation; RIVM; 20 december 2007.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Utrecht
Project	: QRA LPG station
Dossier	: B6522-01.001
Omvang rapport	: 18 pagina's
Auteur	: Fred Kemper
Projectleider	: Fred Kemper
Projectmanager	: Arian Valk
Datum	: 10 juni 2008
Naam/Paraaf	:

DHV B.V.

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

T (033) 468 20 00

F (033) 468 28 01

E info@dhv.nl

www.dhv.nl

BIJLAGE 1 Bevolkingsgegevens

Voor de kwantitatieve risicoanalyse is gebruik gemaakt van personendichtheden aangeleverd door de gemeente Utrecht. Voor woonhuizen is een digitaal bestand aangeleverd met co-ordinaten. Voor andere objecten is het aantal aanwezige personen en de aanwezigheidsuren per object door de gemeente aangegeven. Het gebruik van kentallen is daarom alleen noodzakelijk voor het aantal personen in de woonhuizen. Hiervoor is 2,4 personen per huis 's nachts gebruikt en 70% daarvan is ook overdag aanwezig. Alle objecten binnen 150 meter vanaf het vulpunt en vanaf de opslagtank zijn geïnventariseerd.

	Object	Aantal personen	Uren aanwezig
1.	C&E Bank, Herculesplein 5	450	10
2.	Kantoorgebouw Galgenwaard Noord	100	10
3.	Tribune stadion + diverse onderliggende ruimten	150 5500	10 17 x p/j
4.	Kantoorgebouw Galgenwaard West	75	10
5.	Oprit	--	--
6.	Tankstation Esso (geen LPG), A. van Ostadelaan 152	6	16
7.	Opleidingscentrum AZU/WKZ (staat nu leeg), Israëlslaan 118	300	10
8.	Kantoorpand (diverse bewoners), A. van Ostadelaan 140	75	10
9.	Nieuwbouw kantoorpanden	1360	10
10.	Nieuwbouw kantoorpanden	100	10

Binnen 150 meter vanaf vulpunt en/of opslagtank bevinden zich 107 woningen. Gemiddeld per etmaal zijn daarin 2 personen aanwezig. Totaal 214 personen.

Binnen kantoortijden zijn binnen 150 meter vanaf vulpunt en/of opslagtank 2616 personen aanwezig (niet in de woonhuizen). Tijdens evenementen zijn in stadion Galgenwaard en binnen 150 meter vanaf vulpunt en/of opslagtank 5500 personen aanwezig.

BIJLAGE 2 Toelichting modellering QRA

Algemeen

Bij een LPG tankstation kan op drie locaties als gevolg van een calamiteit LPG vrijkomen en leiden tot een extern risico:

- Bij het vulpunt (LPG tankwagens)
- Bij de opslagtank
- Bij de leidingen tussen het vulpunt, de opslagtank en het afleverpunt

Verschillende scenario's kunnen de uitstroming van LPG veroorzaken. Deze scenario's worden ook wel LOC's (LOC = Loss of Containment) genoemd. In de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [1] zijn overzichten van deze LOC's met de bijbehorende frequenties opgenomen. Tevens is gebruik gemaakt van het document "QRA berekening LPG-tankstation" [4].

De risico analyse is uitgevoerd met het programma SAFETI.NL [2]

LPG is gemodelleerd met de stofgegevens van Propan.

Scenario's in de QRA voor tankwagens

LOC's voor tankwagens in een inrichting

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van een LPG tankwagen weergegeven.

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continue uitstroming uit de grootste aansluiting (in de vloeistoffase)	5×10^{-7} / jaar
L.1	Volledige breuk van de losslang. (Tweezijdige uitstroming)	4×10^{-6} / uur
L.2	Lekkage van de losslang (10% van de effectieve diameter met maximum van 50 mm)	4×10^{-5} / uur
B.1	BLEVE door ontstoken lekkage van de tankwagen	$5,8 \times 10^{-10}$ / uur
B.2, 3, 4	BLEVE door externe brand	"stappenplan"
B.5, 6, 7	BLEVE door externe beschadiging	"stappenplan"

Aannamen en vervolgsenario's

- De tankwagen is mogelijk vol, 2/3 vol of 1/3 vol is als deze bij het tankstation arriveert (alleen gebruikt voor de BLEVE scenario's 2 t/m 7).
- Bij een doorzet van $1000 \text{ m}^3/\text{jaar}$ zijn er 70 afleveringen door de tankwagen.
- De tankwagen is per bezoek 30 minuten aanwezig
- De faaldruk bij een warme BLEVE (door externe brand) bedraagt 24,5 bara (23,5 barg)
- Bij externe beschadiging van de tankwagen wordt de BLEVE berekend als een koude BLEVE (barstdruk bij omgevingstemperatuur).

LOC: G.1

Aangenomen is dat de gehele tankwagen openscheurt. De gehele inhoud zal daarom vrijkomen.

LOC: L.1 en L.2

In de buurt van de aansluiting van de losslang zijn doorstroombegrenzers¹ aanwezig. Deze afsluiters zullen automatisch sluiten indien het debiet hoger is dan de ingestelde waarde. De kans op falen van dit systeem is gesteld op 12%. Indien het systeem wel werkt (88% kans) zal de uitstroming in 5 seconden worden gestopt. De klep sluit na 5 seconden. Bij scenario L2 zal de doorstroombegrenzer niet geactiveerd worden, omdat het debiet niet boven de grenswaarde komt.

LOC: B.2, 3, 4

Hier zijn de (warme) BLEVE scenario's gebruikt zoals weergegeven in het rapport "QRA berekening LPG-stations" [4].

LOC: B.5, 6, 7

Hier zijn de (koude) BLEVE scenario's gebruikt zoals weergegeven in "QRA berekening LPG-stations" [4].

Overige modelleringsaspecten

- De losslang heeft een diameter van 2". De grootste aansluiting op de tankwagen heeft een diameter van 3".
- De tankwagen heeft een volume van 62,5 m³ en is maximaal tot 85% gevuld.
- De doorzet van het station is gesteld op 1000 m³ LPG per jaar.
- De tankwagen komt gemiddeld 70 maal per jaar en per keer wordt 14,3 m³ gelost.
- Als meteogegevens zijn de gegevens uit de CPR 18 voor weerstation Soesterberg gehanteerd.
- Bij aankomst is de tankwagen soms vol, soms voor 2/3 gevuld en soms voor 1/3 gevuld. De BLEVE scenario's (2 t/m 7) zijn over deze vullingsgraden verdeeld.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's: (voor gedetailleerde uitleg van de gebruikte factoren in deze tabel wordt verwezen naar het document "QRA berekening LPG-stations" [4].

De kans voor het scenario's B.2, 3, 4 is als volgt tot stand gekomen:

- De afstand tot een LPG afleverzuil is groter dan 17,5 meter
- De afstand tot een benzine afleverzuil is groter dan 5 meter
- De afstand tot de opstelplaats van een benzine tankauto is groter dan 25 meter
- De afstand tot een gebouw zonder brandbescherming en hoger dan 5 meter is circa 10 meter.
- Hiermee wordt de kans op het scenario S1 bepaald op 1×10^{-6} /jaar

De kans op het scenario B.5, 6, 7 is als volgt tot stand gekomen:

- "Opstelplaats op een (wegrij)strook, toegestane snelheid 70 km/uur of minder."
- Hiermee wordt de kans op dit scenario bepaald op $4,8 \times 10^{-8}$ /jaar.

De berekeningen zijn uitgevoerd zowel met als zonder de maatregelen van de branche (hittewerende coating).

¹ Bij de scenario's beschreven onder G.1 en G.2 hebben de doorstroombegrenzers geen functie, omdat de calamiteit zich "bovenstrooms" van de afsluiters bevindt.

Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]	factor	Frequentie [/jaar]
1.	G.1 (100%)	5×10^{-7}	70 x 0,5 / 8760	2,00E-09
2.	G.2 (100%)	5×10^{-7}	70 x 0,5 / 8760	2,00E-09
Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/uur]	Bodemafsluiter	Frequentie [/jaar]
3.	L.1 breuk doorstroombegrenzer sluit	4×10^{-6}	$0,88 \times 0,1 \times 70 \times 0,5^1$	1,23E-05
4.	L.1 breuk doorstroombegrenzer sluit niet	4×10^{-6}	$0,12 \times 0,1 \times 70 \times 0,5^1$	1,68E-06
5.	L.2 lek loslang	4×10^{-5}	70 x 0,5	1,40E-03
Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]		Frequentie [/jaar] ²⁾
6.	B1 BLEVE (100%) door eigen lekkage	$5,8 \times 10^{-10}$	70 x 0,5 x 0,05	1,02E-09
7.	S1 BLEVE (100%) door brand	1×10^{-6}	$70/100 \times 0,33 \times 0,19 \times 0,05$	2,22E-09
8.	S1 BLEVE (67%) door brand	1×10^{-6}	$70/100 \times 0,33 \times 0,46 \times 0,05$	5,37E-09
9.	S1 BLEVE (33%) door brand	1×10^{-6}	$70/100 \times 0,33 \times 0,73 \times 0,05$	8,52E-09
10.	E1 BLEVE (100%) door beschadiging	$4,8 \times 10^{-8}$	$70/100 \times 0,33$	1,12E-08
11.	E1 BLEVE (67%) door beschadiging	$4,8 \times 10^{-8}$	$70/100 \times 0,33$	1,12E-08
12.	E1 BLEVE (33%) door beschadiging	$4,8 \times 10^{-8}$	$70/100 \times 0,33$	1,12E-08

¹⁾ De breukfrequenties voor de LPG losslangen is een factor 10 lager dan aangegeven in [1].

²⁾ De BLEVE frequenties zijn een factor 20 lager dan aangegeven in [1] in verband met het aanbrengen van een hiteschild voor 2010. (De berekeningen zijn ook uitgevoerd zonder deze maatregel)

Scenario's in de QRA voor de pomp op de tankwagen

LOC's voor pompen in een inrichting

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties voor de pomp op een LPG tankwagen weergegeven.

	Scenario	frequentie
G.1	Breuk van de pomp	1×10^{-4} / jaar
G.2	Lek van de pomp (10 van de grootste aangesloten leiding)	$4,4 \times 10^{-3}$ / jaar

Aannamen en vervolgsenario's

- Zie tankwagen.

LOC: G.1

In de buurt van de pomp is een doorstroombegrenzer aanwezig. Deze afsluiter zal automatisch sluiten indien het debiet hoger is dan de ingestelde waarde. De kans op falen van dit systeem is gesteld op 6%. Indien het systeem wel werkt (94% kans) zal de uitstroming in 5 seconden worden gestopt. De klep sluit na 5 seconden. Bij scenario G2 zal de doorstroombegrenzer niet geactiveerd worden, omdat het debiet niet boven de grenswaarde komt.

Overige modelleringsaspecten

- De grootste aangesloten leiding heeft een diameter van 3".
- Zie verder bij de tankwagen

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

Nr.	Scenario	Basisfrequentie [1/jaar]	factor	Frequentie [jaar]
1.	G.1 breuk doorstroombegrenzer sluit	1×10^{-4}	$0,94 \times 70 \times 0,5 / 8760$	3,76E-07
2.	G.1 breuk doorstroombegrenzer sluit niet	1×10^{-4}	$0,06 \times 70 \times 0,5 / 8760$	2,40E-08
3.	G.2 lek pomp	5×10^{-4}	$70 \times 0,5 / 8760$	1,76E-05

Scenario's in de QRA voor de ondergrondse opslagtank

LOC's voor (ondergrondse) tanks in een inrichting

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van een ingeterpte LPG tank weergegeven.

	Scenario	frequentie
G.1	Instantaan vrijkomen van de volledige inhoud	5×10^{-7} / jaar
G.2	Continue uitstroming van de gehele inhoud in 10 minuten.	5×10^{-7} / jaar
G.3	Continue uitstroming uit een gat ter grootte van de grootste aansluiting in de vloeistoffase.	1×10^{-5} / uur

Aannamen en vervolgsenario's

Bij scenario G1 zal geen vuurbal (BLEVE) optreden. Er kan immers geen brand onder de tank ontstaan. De tank heeft een volume van 40 m^3 en is maximaal 85% gevuld.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

Nr.	Scenario	Frequentie / jaar
1.	G.1 opslagtank	5×10^{-7}
2.	G.2 Opslagtank	5×10^{-7}
3.	G.3 Opslagtank	1×10^{-5}

Scenario's in de QRA voor de aan- en afvoerleiding naar de opslagtank

LOC's voor ondergrondse leidingen in een inrichting

In de onderstaande tabel zijn de beschouwde LOC's en de bijbehorende frequenties van ondergrondse leidingen weergegeven.

	Scenario	Frequentie
G.1	Breuk van de leiding	5×10^{-7} / m / jaar
G.2	Lek met een effectieve diameter van 10% van de diameter	$1,5 \times 10^{-6}$ / m / jaar

Aannamen en vervolgsenario's

De leidingen hebben een diameter van 1,25". De vloeistofleiding (vulpunt naar opslagtank) heeft een lengte van 50 meter. De afleverleiding (opslagtank naar afleverzuil) heeft een lengte van 40 meter.

Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de LOC-scenario's:

Nr.	Scenario	Frequentie / jaar
4.	G.1 Vloeistofleiding	2,50E-05
5.	G.2 Vloeistofleiding	7,50E-05
6.	G.1 Afleverleiding	2,00E-05
7.	G.2 Afleverleiding	6,00E-05