



# Kwantitatieve risicoanalyse

LPG-tankstation Strubbenweg Almere

projectnummer 409212  
revisie 0.1  
12 april '16

# Kwantitatieve risicoanalyse

## LPG-tankstation Strubbenweg Almere

projectnummer 409212 – OB50  
revisie 0.1  
12 april '16

### Adviesgroep SAVE

### Opdrachtgever

Gemeente Almere  
Postbus 200  
1300 AE Almere

### Tekstbijdragen

ing. J.L.M. (Jeroen) Eskens  
ir. J. (Jelte) Janzen

datum vrijgave	beschrijving revisie 0.0	goedkeuring	vrijgave
12 april-2016		GvdV	JE

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Besluit externe veiligheid inrichtingen</b>	<b>2</b>
2.1	Groepsrisico	2
2.2	Groepsrisiconorm	2
2.3	Invloedsgebied voor de berekening van het groepsrisico	2
2.4	Groepsrisico en convenant maatregelen	3
<b>3</b>	<b>Risicoanalyse</b>	<b>4</b>
3.1	Het LPG-tankstation	4
3.2	Uitgangspunten berekening	5
3.3	Aanwezigheidsgegevens	5
3.3.1	Aanwezigheidsgegevens bestaande situatie	6
3.3.2	Aanwezigheidsgegevens nieuwe situatie	7
<b>4</b>	<b>Berekende Groepsrisico</b>	<b>8</b>
4.1	Groepsrisico berekeningen scenario 1 en 2	8
4.2	Groepsrisico berekeningen scenario 3 en 4	9
<b>5</b>	<b>Conclusie</b>	<b>10</b>
	<b>Bijlage 1: Voorbeeld berekeningsmethodiek voor GR voor LPG-tankstations</b>	<b>11</b>
	<b>Bijlage 2: Berekening van de gebruikte faalfrequenties</b>	<b>15</b>

# 1 Inleiding

Gemeente Almere is voornemens om bestemmingsplannen te actualiseren en heeft gevraagd onderzoek te doen naar het LPG-tankstation aan de Strubbenweg 4. Een LPG-tankstation veroorzaakt een externeveiligheidsrisico in de omgeving. Tijdens het vaststellen van het bestemmingsplan moet de externeveiligheidssituatie van de nieuwe situatie inzichtelijk zijn en getoetst zijn aan wettelijke normen. Op deze wijze wordt gewaarborgd dat er geen saneringsituaties worden gecreëerd.

De gemeente Almere heeft Antea Group opdracht gegeven om het groepsrisico te berekenen van het genoemde LPG tankstation, voor de volgende scenario's;

- LPG-doorzet van 5.000 m<sup>3</sup>/jaar;
- wel en geen hittewerende bekleding aanwezig op de LPG-tankwaggen;
- huidige actuele en toekomstige persoonsdichtheden.

De opdrachtgever heeft de huidige actuele personendichtheden geïnventariseerd.

## **Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de relevante aspecten van het Bevi en bijbehorende regeling, hoofdstuk 3 beschrijft de risicoanalyse. In hoofdstuk 4 zijn resultaten van de groepsrisicoberekening getoond. De conclusies zijn verwoord in hoofdstuk 5.

## 2 Besluit externe veiligheid inrichtingen

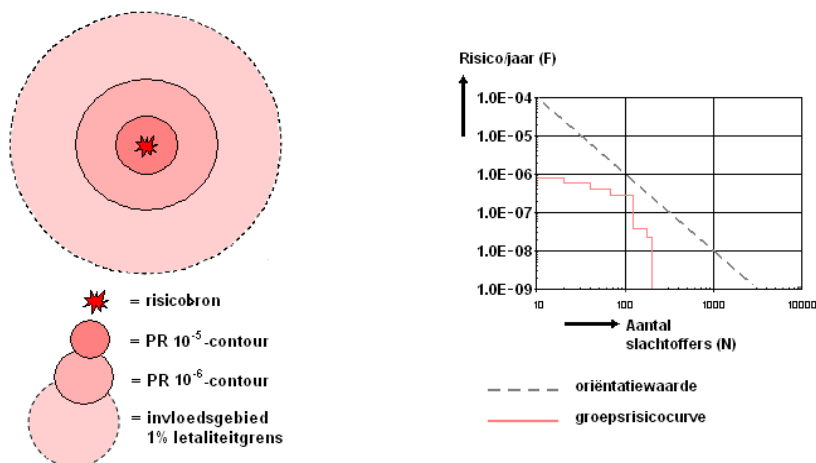
Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Voor inrichtingen is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) het relevante beleidskader. Binnen het beleidskader voor externe veiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt.

### Plaatsgebonden Risico (PR)

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

### Groepsrisico (GR)

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



**Figuur 2.1:** Weergave plaatsgebonden risicocontouren, invloedsgebied en groepsrisicografiek met oriëntatiewaarde voor transport

### Verantwoordingsplicht

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

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

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

## 2.1 Invloedsgebied bij een LPG-tankstation

Naarmate de afstand tot een LPG-tankstation toeneemt, neemt het overlidensrisico af. In de Revi is aangegeven tot op welke afstand (namelijk 150 meter) het overlidensrisico een bijdrage aan de grootte van het groepsrisico leveren kan. Dit gebied wordt in de Revi als invloedsgebied aangeduid. Dit houdt tevens in dat de inventarisatie van aanwezigen rondom een tankstation voor groepsrisicoberekeningen kan worden beperkt tot dit gebied.

Deze afstand van 150 meter dient bepaald te worden vanaf het vulpunt voor LPG en vanaf het bovengrondse deel van de ondergrondse opslagtank.

## 2.2 Groepsrisico en convenantmaatregelen

### Het inspelen op de veiligheidsmaatregelen van het LPG-convenant

Met de LPG-branche is een LPG-convenant afgesloten. Dit convenant bevat de volgende veiligheidsmaatregelen:

- Verbeterde vulslang
- Toepassen van hittewerende bekleding

#### *Verbeterde vulslang*

In de berekening van het externeveiligheidsrisico is gebruikgemaakt van een zogenaamde 'verbeterde vulslang'. Onderzoek naar de faalfrequenties van LPG-vulslangen leverde op dat de faalfrequenties van drukslangen zoals in gebruik bij het lossen van LPG een factor 10 lager liggen dan faalfrequenties van een gemiddelde slang (drukloos en druk). Het gebruik van deze lagere frequentie voor vulslangen voor LPG-tankstations is dan ook gebruikelijk, aangezien het geen fysiek andere slang betreft dan voorheen.

### *Hittewerende bekleding*

Een tankauto die voorzien is van een hittewerende bekleding is veel minder gevoelig voor opwarming door een externe warmtebron. Ten gevolge van deze opwarming kan de druk in de tank toenemen waarna deze, bij aanhoudende opwarming, bezwijkt en een BLEVE ontstaat. Zonder hittewerende bekleding kan een dergelijke explosie binnen 25 minuten plaatsvinden. Met hittewerende bekleding duurt dit tenminste 75 minuten, zodat hulpdiensten meer tijd hebben om in te grijpen. De aanwezigheid van een hittewerende voorziening leidt tot een faalkansreductie warme BLEVE met een factor 20.

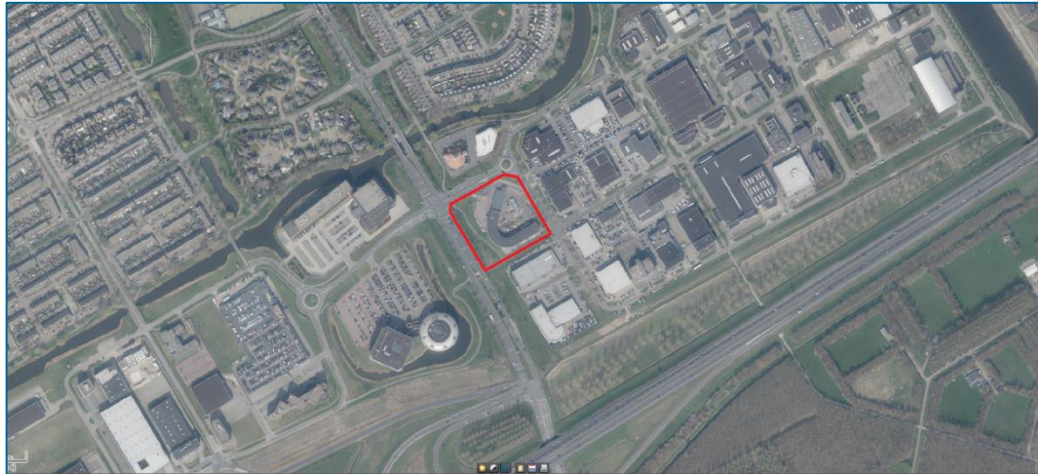
De hittewerende bekleding is een aanvullende voorziening die in de praktijk algemeen wordt toegepast, maar die formeel nog niet is verankerd als veiligheidsverhogende maatregel. Deze wettelijke verankering was voorzien in het Besluit LPG-tankstations. De staatssecretaris van I&M heeft het ontwerp van het besluit, dat reeds bij de Tweede Kamer lag, echter op 14 februari 2013 teruggetrokken in verband met strijdigheid met de Europese wetgeving. De staatssecretaris geeft aan dat zij op een andere wijze een oplossing zoekt, aansluitend bij de praktijk dat LPG-tankwagens reeds voorzien zijn van hittewerende bekleding. Deze situatie heeft tot gevolg dat de hittewerkende bekleding niet als voorziening mag worden aangehouden bij de beoordeling van het plaatsgebonden risico. Indien de gemeente voldoende kan motiveren dat uitsluitend wordt gelost vanuit LPG-tankauto's die voorzien zijn van een hittewerende bekleding, dan mag de gemeente bij de beoordeling van het groepsrisico uitgaan van de aanwezigheid van deze veiligheidsvoorziening.

In deze QRA wordt zowel gerekend met als zonder hittewerende voorzieningen.

## 3 Risicoanalyse

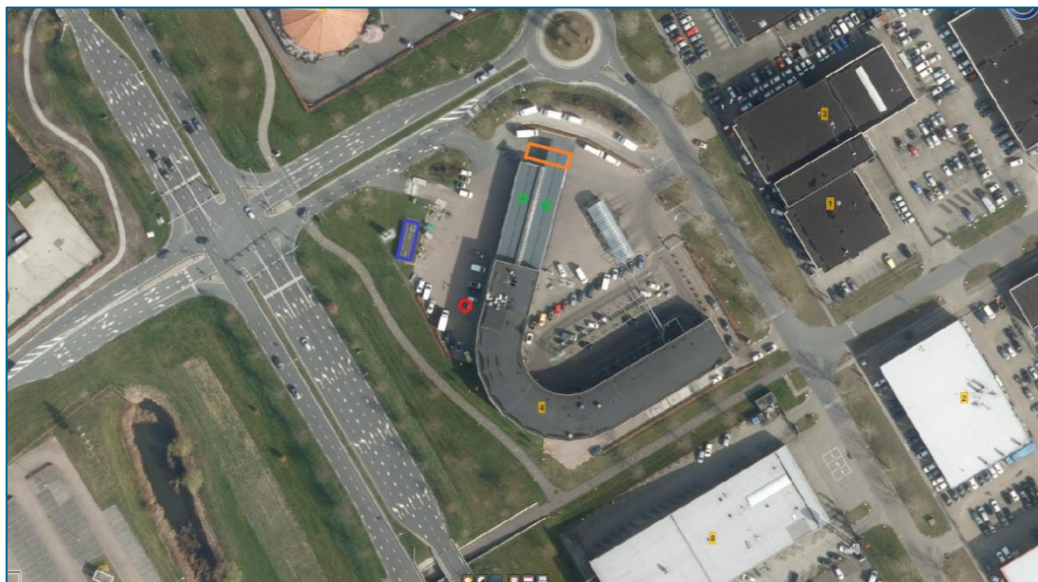
### 3.1 Het LPG-tankstation

Het LPG-tankstation Autoradam is gevestigd aan de Strubbenweg 4 in Almere. In figuur 3.1 is de locatie van het LPG-tankstation met rood aangegeven.



Figuur 3.1 Locatie LPG-tankstation (bron: Globespotter)

De plattegrond met daarop de verschillende onderdelen van het LPG-tankstation is in figuur 3.2 weergegeven.



Figuur 3.2 Tankstation met LPG-vulpunt (rood), ondergrondse tank (blauw), LPG-afgiftepunt (groen), opstelplaats benzine tankwagen (oranje) (bron: Globespotter)



## 3.2 Uitgangspunten berekening

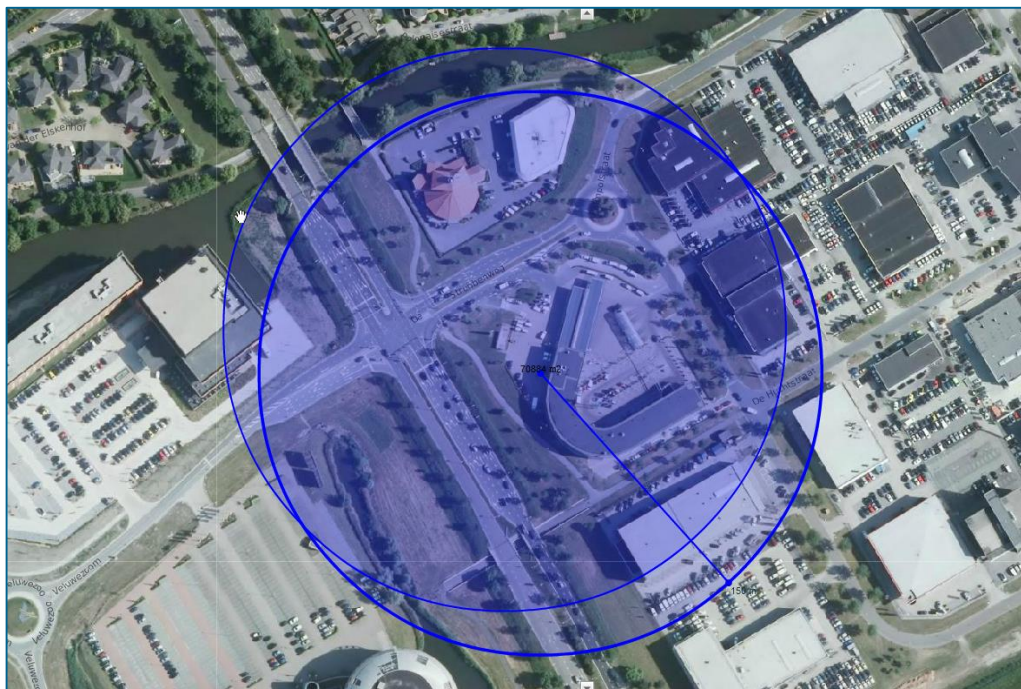
Voor uitvoeren van de risicoberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- LPG-doorzet van 5.000 m<sup>3</sup>/jaar.
- Venstertijd: ligt tussen 01:00 uur en 06:00 uur.
- De opslag vindt plaats in een ondergrondse opslagtank met een inhoud van 40 m<sup>3</sup>.
- De aflevering vindt plaats met een tankwagen met 51,76 m<sup>3</sup> inhoud.
- De LPG-tankauto die het LPG-tankstation bevoorraadt, rijdt het terrein op en lost daar. Dit betekent dat de opstelplaats wordt beoordeeld als een geïsoleerde opstelplaats: het is niet aanmerkelijk dat de LPG-tankwagen wordt aangereden door andere voertuigen. Ook is het niet aanmerkelijk dat de leidingkast zelf wordt aangereden.
- Afstand tussen LPG-afleverzuil en LPG-vulpunt is bijna 40 m: dit is meer dan 17,5 meter.
- Afstand tussen benzineafleverzuil en LPG-vulpunt is bijna 20 m: dit is meer dan 5 m.
- Afstand tussen benzinevulpunt en LPG-vulpunt is circa 56 m: dit is meer dan 25 meter.
- Het meest nabijgelegen gebouw ligt op meer dan 5 meter afstand van het LPG-vulpunt.

Bovenstaande informatie bevat uitgangspunten voor het risicoberekeningsmodel. Een toelichting van dit model is opgenomen in bijlage 1.

## 3.3 Aanwezigheidsgegevens

Voor een LPG-tankstation is het invloedsgebied in de Revi vastgelegd als een cirkel met een straal van 150 m rondom het vulpunt en het bovengrondse gedeelte van de opslagtank. Het invloedsgebied is gegeven in figuur 3.3.



Figuur 3.3 Blauwe cirkels: invloedsgebied van de tank en het vulpunt

De aanwezigheidsgegevens worden bepaald op basis van het aantal personen dat in de nabijheid van het LPG-tankstation werkt, woont en recreëert. Conform de Rekenmethodiek Bevi is voor het vaststellen van de bevolkingsdichtheden de "Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico" (VROM, versie 1 november 2007) en PGS 1 deel 6 (Aanwezigheidsgegevens) gehanteerd.

### 3.3.1 Aanwezigheidsgegevens bestaande situatie

In de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico staat dat de inventarisatie van de aanwezigheidsgegevens primair dient plaats te vinden aan de hand van het (vigerende) bestemmingsplan: vigerend is het volgende bestemmingsplan:

- Bestemmingsplan Veluwekant: onherroepelijk: 18-4-2000.

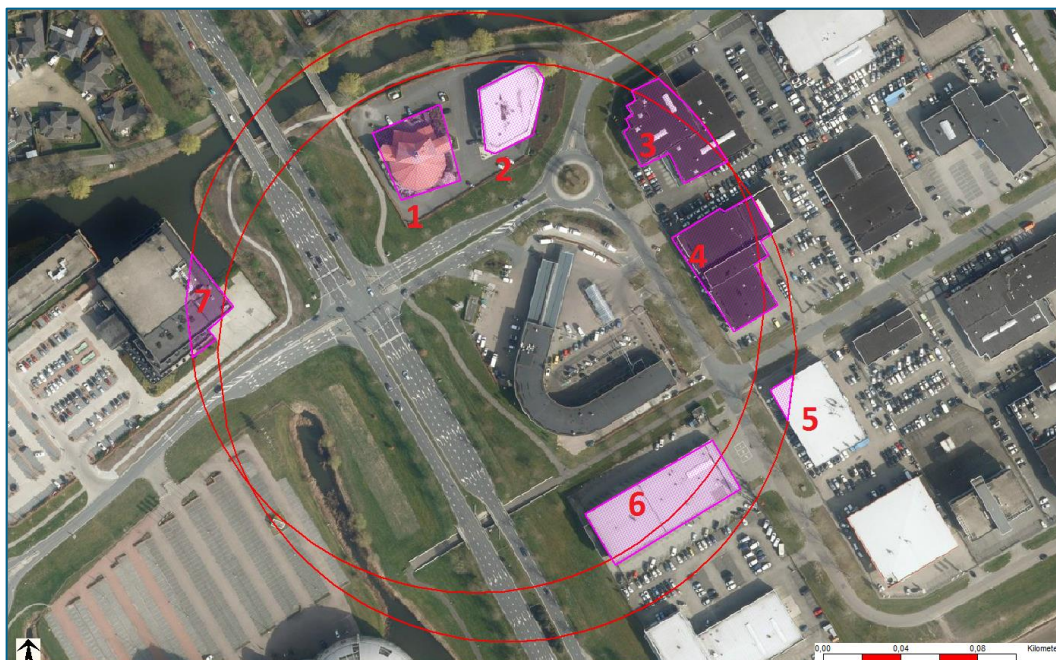
De nauwkeurigheid van de inventarisatie van de bevolking moet aansluiten bij de relatieve bijdrage aan het groepsrisico.

Binnen het invloedsgebied van het LPG-tankstation zijn de volgende bestemmingen aangetroffen:

- HB: horeca en bedrijfsdoelen
- MBH: maatschappelijke en bedrijfsdoelen

Ten behoeve van de berekening zijn door de gemeente Almere de personendichtheden aangeleverd. De volgende aannames zijn daarbij gedaan:

- Horeca: restaurant in dit geval: populatie kan gevonden worden door bruto vloer oppervlak x kental 30 m<sup>2</sup>/persoon x aanwezigheid dag of nacht (29% of 66%).
- Bedrijfsdoeleinden: bedrijfsgebouw: bruto vloeroppervlak x kental 100 m<sup>2</sup>/persoon x aanwezigheid (dag of nacht (100% of 20%)



Figuur 3.4 Bevolkingsvlakken

Tabel 3.4 Bevolking in bevolkingsvlakken

Nummer	Aantal personen dag	Aantal personen nacht	Toelichting
<u>1</u>	12	28	Restaurant, deels 2 lagen, ca. 1.250 m2 bvo. Kental 1 pers./30 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 29%/66%.
<u>2</u>	21	4	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 2.100 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20%.
<u>3</u>	25	5	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 2.500 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20%.
<u>4</u>	35	7	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 3.500 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20%.
<u>5</u>	3	0,5	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 250 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20%.
<u>6</u>	40	8	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 4.000 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20%.
<u>7</u>	19	43	Restaurant/congresshal, 3 lagen, ca. 1.950 m2 bvo. Kental 1 pers./30 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 29%/66%.
<b>Totaal</b>	<b>155</b>	<b>95,5</b>	

### 3.3.2 Aanwezigheidsgegevens nieuwe situatie

De gemeente heeft aangegeven dat actualisatie van het bestemmingsplan aanleiding zal geven tot verdergaande verdichting en 'verkantorisering'. Dit zal leiden (verwacht de gemeente) tot een toename van het aantal personen binnen het invloedsgedebied van het LPG-tankstation. De gemeente heeft aangegeven dat ze verwacht dat de bevolking met een factor 1,5 toeneemt. In onderstaande tabel is deze toename van de bevolking gerealiseerd door de afzonderlijke bevolkingsvlakken zoals in tabel 3.4 gespecificeerd met een factor 1,5 te vermenigvuldigen en de zo gevonden bevolkingsaantallen te verwerken in het rekenmodel.

Tabel 3.5 Bevolking in bevolkingsvlakken

Nummer	Aantal personen dag	Aantal personen nacht	Toelichting
<u>1</u>	18	42	Restaurant, deels 2 lagen, ca. 1.250 m2 bvo. Kental 1 pers./30 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 29%/66% x 1,5
<u>2</u>	31,5	6	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 2.100 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20% x 1,5
<u>3</u>	37,5	7,5	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 2.500 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20% x 1,5
<u>4</u>	52,5	10,5	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 3.500 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20% x 1,5
<u>5</u>	4,5	0,75	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 250 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20% 1,5
<u>6</u>	60	12	Bedrijfsgebouw, 2 lagen ca. 4.000 m2 bvo. Kental 1 pers./100 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 100%/20% 1,5
<u>7</u>	28,5	64,5	Restaurant/congresshal, 3 lagen, ca. 1.950 m2 bvo. Kental 1 pers./30 m2 bvo. Dag/nacht-aanwezigheid 29%/66% 1,5
<b>Totaal</b>	<b>232,5</b>	<b>143,25</b>	

## 4 Berekende Groepsrisico

Het groepsrisico is berekend met SAFETI-NL 6.54 patch 3. Als oppervlakteruwheid is de defaultwaarde 0,3 m gebruikt.

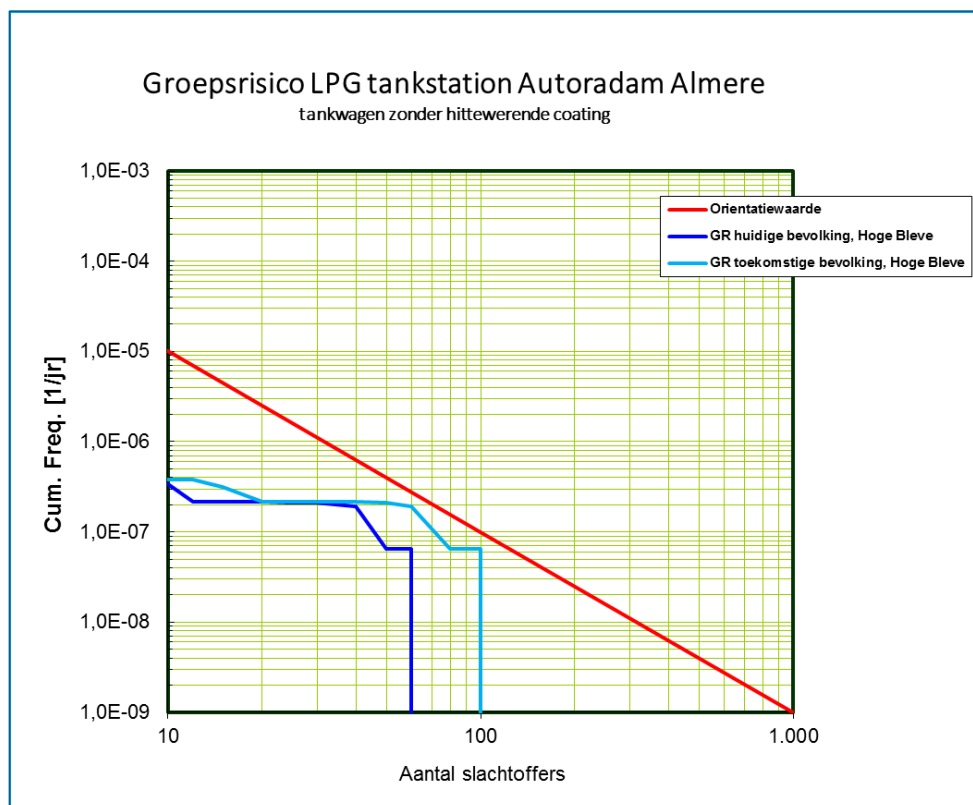
Het groepsrisico wordt berekend voor de volgende scenario's:

Tabel 4.1 Scenario's berekening groepsrisico

Scenario	LPG doorzet	Hittewerende bekleding	Personendichtheid
1	5.000 m <sup>3</sup> /jaar	Zonder	Huidig
2	5.000 m <sup>3</sup> /jaar	Zonder	Toekomst
3	5.000 m <sup>3</sup> /jaar	Met	Huidig
4	5.000 m <sup>3</sup> /jaar	Met	Toekomst

### 4.1 Groepsrisico berekeningen scenario 1 en 2

In onderstaande figuur zijn de groepsrisicocurven van zowel de huidige, als toekomstige personendichtheid (vigerend bestemmingsplan en toekomstig bestemmingsplan) weergegeven, voor tankwagens zonder hittewerende coating (hoge BLEVE-kansen).

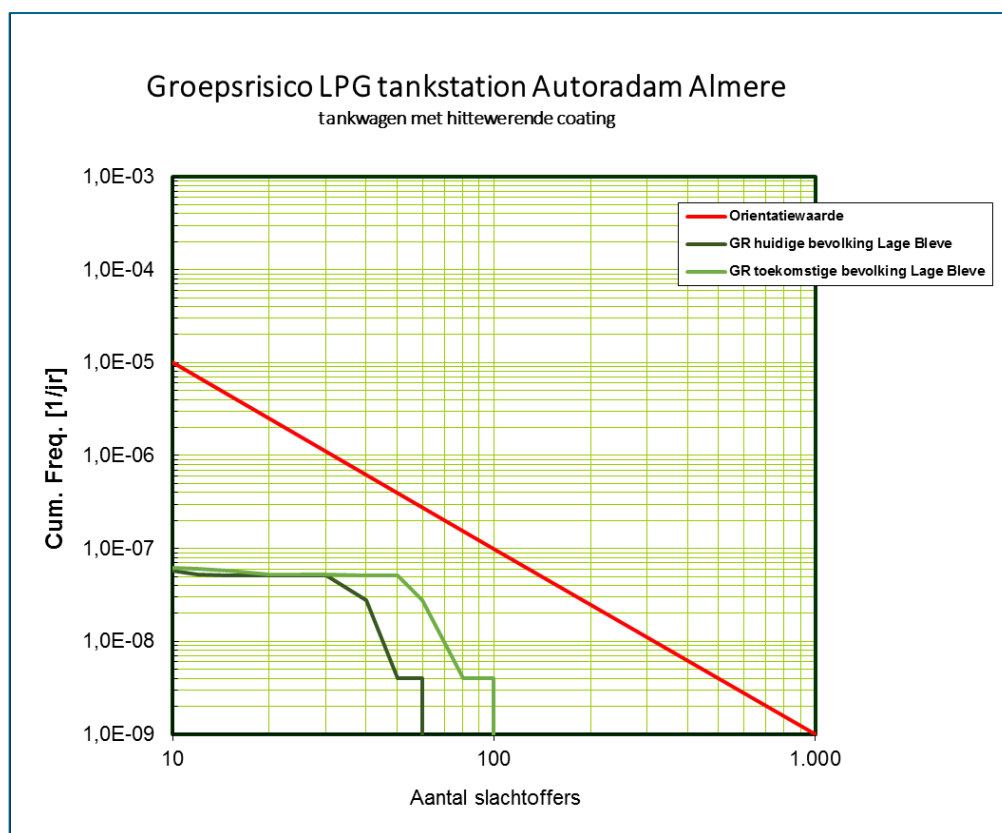


Figuur 4.1 Groepsrisico LPG-tankstation Autoradam tankwagens zonder hittewerende coating

De groepsrisicocurven van figuur 4.1 komen dicht bij de oriëntatiewaarde, maar overschrijden deze niet. De curve die de vigerende situatie beschrijft komt tot op 30% van de oriëntatiewaarde (40 personen): de curve die de toekomstige situatie beschrijft komt tot op 68% (bij 60 personen) van de oriëntatiewaarde.

## 4.2 Groepsrisico berekeningen scenario 3 en 4

In onderstaande figuur zijn de groepsrisicocurven van zowel de huidige, als toekomstige persoonsdichtheid (vigerend bestemmingsplan en toekomstig bestemmingsplan) weergegeven, voor tankwagens met hittewerende coating (lage BLEVE-kansen).



Figuur 4.2 Groepsrisico LPG-tankstation Autoradam tankwagens met hittewerende coating

De groepsrisicocurven van zoals getoond in figuur 4.2 overschrijden de oriëntatiewaarde niet, en houden een grotere afstand tot de oriëntatiewaarde, dan de curven van figuur 4.1. Dit is logisch, aangezien de BLEVE-frequenties een factor 20 lager zijn, en de BLEVE-frequenties een belangrijk aandeel in de totale risico's hebben.

Het groepsrisico blijft voor alle berekende varianten onder de oriëntatiewaarde. Door actualisatie van het bestemmingsplan neemt het groepsrisico toe.

Het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankwagens heeft een groepsrisico-reducerend effect. De curve die de vigerende situatie beschrijft komt tot op 0,046 % (bij 30 personen) van de oriëntatiewaarde: de curve die de toekomstige situatie beschrijft komt tot op 0,128 % (bij 50 personen) van de oriëntatiewaarde.

## 5 Conclusie

In opdracht van gemeente Almere heeft Antea Group groepsrisicoberekeningen uitgevoerd van het groepsrisico van LPG-tankstation Autoradam aan de Strubbenweg 4 te Almere. In deze berekeningen is gebruikgemaakt van bevolking volgens het vigerende bestemmingsplan en bevolking volgens toekomstig, geactualiseerd bestemmingsplan. Tevens is inzichtelijk gemaakt wat de invloed van wel of geen hittewerende coating op de tankwagens is. Het resultaat is als volgt:

- Het groepsrisico blijft voor alle berekende varianten onder de oriëntatiewaarde.
- Door actualisatie van het bestemmingsplan neemt de bestemmingsplancapaciteit en daarmee het groepsrisico toe.
- Het aanbrengen van een hittewerende coating op de tankwagens heeft een groepsrisico reducerend effect.

De verantwoordingsplicht is van toepassing.

## Bijlage 1: Voorbeeld berekeningsmethodiek voor GR voor LPG-tankstations

### Inleiding

In deze bijlage is **ter illustratie** een uitleg van de methode opgenomen die gebruikt is om voor het LPG deel van de inrichting tot een QRA te komen. **De getallen die hier genoemd zijn behoren bij een categoriale inrichting met een doorzet van 1.000 m<sup>3</sup>/jaar en zijn niet noodzakelijkerwijs de getallen die gebruikt zijn in de berekening.** Zie voor deze getallen bijlage 2.

### De methode

Het groepsrisico (GR) wordt berekend door het uitvoeren van een risicoanalyse. Dit is een analyse van de bedrijfsactiviteiten leidend tot de definitie van een groep representatieve ongeval scenario's. De wijze waarop in Nederland kwantitatieve risicoanalyses worden uitgevoerd is beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Bij een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) wordt uitgegaan van het plaatsvinden van ongewenste gebeurtenissen tijdens de normale bedrijfssituatie. Ongewenste gebeurtenissen zijn gebeurtenissen, die direct leiden tot het vrijkomen van gevaarlijke stoffen. De achterliggende gebeurtenissen zijn breuk en lekkage. Oorzaken daar weer van worden niet in beschouwing genomen.

Voor risicoberekeningen ten aanzien van LPG-tankstations is een aantal afspraken gemaakt over de wijze van berekenen. Deze berekeningsmethodiek met de PGS 3 als basis, heeft het RIVM vastgelegd in het document "QRA berekeningen LPG-tankstations", van 20 december 2007. De groepsrisicoberekeningen in dit onderzoek zijn hierop gebaseerd. De gehanteerde scenario's en frequenties worden toegelicht in de volgende paragrafen. In het voorbeeld is een doorzet limitering van <1.000 m<sup>3</sup>/jaar gehanteerd.

Nr.	Scenario	Frequentie (1/jr)
<i>Opslagvat onder druk</i>		
O.1	Instantaan falen	5,00.10 <sup>-7</sup>
O.2	10-minutenuitstroming	5,00.10 <sup>-7</sup>
O.3	Lekkage	1,00.10 <sup>-5</sup>
O.4	Vloeistofleiding – breuk (10 m)	5,00.10 <sup>-7</sup>
O.5	Vloeistofleiding – lek (10 m)	1,50.10 <sup>-6</sup>
O.6	Afleverleiding – breuk (75 m)	5,00.10 <sup>-7</sup>
O.7	Afleverleiding – lek (75 m)	1,50.10 <sup>-6</sup>
<i>Tankauto</i>		
T.1	Instantaan falen (vulgraad 100%)	5,0.10 <sup>-7</sup> x AF
T.2	Grootste aansluiting (vulgraad 100%)	5,0.10 <sup>-7</sup> x AF
<i>Overslag</i>		
L.1	Slangbreuk d.s.b sluit	0,88 x 0,1 <sup>*)</sup> x 70 x 0,5 x 4,0.10 <sup>-6</sup>
L.2	Slangbreuk d.s.b Sluit niet	0,12 x 0,1 x 70 x 0,5 x 4,0.10 <sup>-6</sup>
L.3	Slanglekkage	70 x 0,5 x 4,0.10 <sup>-5</sup>
<i>Pomp</i>		
P.1	breuk pomp d.s.b. sluit	0,94 x 70 x 0,5/8766 x 1,0.10 <sup>-4</sup>
P.2	breuk pomp d.s.b. sluit niet	0,06 x 70 x 0,5/8766 x 1,0.10 <sup>-4</sup>
P.3	lekkage pomp	70 x 0,5/8766 x 4,4.10 <sup>-3</sup>

AF = Aanwezigheidsfractie( het aantal uren aanwezigheid gedeeld door het aantal uren per jaar)

\*) = de breukfrequentie voor LPG-tankstation is een factor 10 lager dan de standaard faalfrequentie voor BRZO-inrichtingen

d.s.b = doorstroombegrenzer

### Berekening aanwezigheidsfractie

Een verlading van LPG duurt gemiddeld 0,5 uur. Bij een doorzet van <math><1.000\text{ m}^3</math> per jaar vinden er max. 70 verladingen plaats. Op basis hiervan is het aantal losuren en de aanwezigheidsfractie AF:

Doorzet ( $\text{m}^3/\text{jaar}$ )	Losuren/jaar	Aanwezigheidsfractie
<math><1.000</math>	35	0,00399

### BLEVE LPG-tankauto door brand ten gevolg van verlading

Het scenario BLEVE van de LPG-tankauto kan ontstaan door brand in de omgeving tijdens het verladen van LPG.

BLEVE door brand tijdens verlading	Basisfrequentie	Factor	Faalfrequentie ( $\text{jaar}^{-1}$ )
B.1: BLEVE tankauto 100% vulgraad	$5,8 \cdot 10^{-10}$	35 uur	$2,03 \cdot 10^{-8}$

### BLEVE LPG-tankauto ten gevolg van brand in de omgeving

Het scenario BLEVE van de LPG-tankauto kan ontstaan door brand in de omgeving tijdens het verladen van LPG. De frequentie voor dit scenario is afhankelijk van een aantal toetsingsafstanden. Voor omgevingsbranden zijn er 6 categorieën bepaald door de afstand tussen de opstelplaats van de LPG-tankauto (= vulpunt) tot de LPG-afleverzuil, de benzineafleverzuil, opstelplaats van de benzinetankauto en een tot de inrichting behorend gebouw. Hiervoor gelden toetsingsafstanden zoals weergegeven in de hierna volgende tabellen.

Object	Toetsingsafstand (m)
LPG-afleverzuil	17,5
Benzine afleverzuil	5
Opstelplaats benzinetankauto	25
Gebouw zonder brandbescherming	
hoogte < 5m	10
$m < \text{hoogte} < 10\text{ m}$	15
hoogte > 10 m	20
Gebouw met brandwerende voorzieningen (en maximaal 50% gevelopeningen)	
Hoogte < 5 m	5
5 m < hoogte < 10 m	10
Hoogte > 10 m	15



Afstand van vulpunt tot object is GROTER dan de toetsingsafstand voor dat object ?				Brandcategorie en frequentie	
LPG-aflieverzuil	Benzine-aflieverzuil	benzine-vulpunt	Gebouwen		
Ja of Nee	Nee	Ja of Nee	Nee	1	
Ja of Nee	Ja	Nee	Nee	2,0 . 10 <sup>-6</sup> jr <sup>-1</sup>	
Nee	Ja	Ja	Nee		
Nee	Nee	Nee	Ja	2	
Nee	Ja	Nee	Ja		1,0 . 10 <sup>-6</sup> jr <sup>-1</sup>
Ja	Ja	Ja	Nee		
Nee	Nee	Ja	Ja	3	
Ja	Nee	Nee	Ja		8,0 . 10 <sup>-7</sup> jr <sup>-1</sup>
Nee	Ja	Ja	Ja	4	
Ja	Ja	Nee	Ja		6,0 . 10 <sup>-7</sup> jr <sup>-1</sup>
Ja	Nee	Ja	Ja	5	
					4,0 . 10 <sup>-7</sup> jr <sup>-1</sup>
Ja	Ja	Ja	Ja	6	
					2,0 . 10 <sup>-7</sup> jr <sup>-1</sup>

Aldus volgt uit de bovenstaande tabel dat de brandcategorie die geldt voor dit tankstation, 2,0 .10<sup>-7</sup> jr<sup>-1</sup> is. De vermelde frequenties zijn op basis van 100 afleveringen vastgesteld.

In de Revi-benadering is tevens nog gehanteerd, dat de tankauto bij het plaatsvinden van dit scenario niet altijd vol is, onderstaande verdeling is verondersteld.

Vullingsgraad tankauto	Kans	Hoeveelheid in tankauto
100%	0,19	26.700 kg
67%	0,46	17.800 kg
33%	0,73	8.900 kg

Brand onder auto en omgevingsbrand	
B.2 BLEVE tankauto 100% vulgraad	0,33 x 0,19 x 70/100 x 1,00 .10 <sup>-6</sup>
B.3 BLEVE tankauto 67% vulgraad	0,33 x 0,46 x 70/100 x 1,00 .10 <sup>-6</sup>
B.4: BLEVE tankauto 33% vulgraad	0,33 x 0,73 x 70/100 x 1,00 .10 <sup>-6</sup>

### **BLEVE LPG-tankauto ten gevolg van externe beschadiging**

Voor de aanrijding worden drie mogelijkheden beschouwd. De frequenties hebben betrekking op 100 verladings per jaar.

Typering opstelplaats tankauto	Aanrijding categorie	Frequentie (1/jaar)
Geïsoleerde opstelplaats, waarbij een aanrijding van opzij tegen de leidingkast niet aannemelijk is, ook niet met lage snelheid	1	$2,5 \cdot 10^{-9}$
Opstelplaats op een wegrijstrook naast een weg, waar de toegestane snelheid 70 km/uur of minder is	2	$4,8 \cdot 10^{-8}$
Alle overige situaties	3	$2,3 \cdot 10^{-7}$

Voor de berekening van deze frequentie is rekening gehouden met de vulgraad van de tankauto. In alle varianten is gerekend met aanrijdingscategorie 2, omdat de opstelplaats geïsoleerd op eigen terrein ligt en aanrijding van de vrachtwagen met aanzienlijke snelheid niet aannemelijk is.

Brand onder auto door externe beschadiging	
BLEVE tankauto 100% vulgraad	$0,33 \times 70/100 \times 2,50 \cdot 10^{-9}$
BLEVE tankauto 67% vulgraad	$0,33 \times 70/100 \times 2,50 \cdot 10^{-9}$
BLEVE tankauto 33% vulgraad	$0,33 \times 70/100 \times 2,50 \cdot 10^{-9}$

## **Bijlage 2: Berekening van de gebruikte faal- frequenties**

Deel 1: invoergegevens

Deel 2: uitvoergegevens

LPG doorzet 5000 m<sup>3</sup>/jaar: geen hittewerende coating

INVOERBLAD Frequenties LPG installaties Revisie 2-4-2008	
1 Scenario aanduiding	Scenario bestaande situatie zonder hittewerende coating
2 Naam tankstation	Autoradam Almere
3 Adres tankstation	Strubbenweg 4
4 Vergunde doorzet LPG per jaar in m3	5.000
5 Berekende verladingsfactor	3,50
6 Duur van een verlading	0,50 uur (standaard 0,5 uur)
7 Afstand tussen opslagvat en LPG vulpunt	33 meter (standaard 10 meter)
8 Afstand tussen opslagvat en LPG afleverpunt	39 meter (standaard 75 meter)
9 Inhoud opslagvat	40 m3 (standaard is 20 m3)
10 Inhoud tankauto	51,76 m3 (standaard is 51,76 m3)
11 Afstand LPG afleverzuil - LPG vulpunt is kleiner dan 17,5 meter	Afleverzuil <input checked="" type="radio"/> Afstand groter dan 17,5 meter <input type="radio"/> Afstand kleiner dan 17,5 meter
12 Afstand Benzine afleverzuil - LPG vulpunt is kleiner dan 5 meter	Benzine afleverplaats <input checked="" type="radio"/> Afstand groter dan 5 meter <input type="radio"/> Afstand kleiner dan 5 meter
13 Afstand benzine tankauto - LPG vulpunt is kleiner dan 25 meter	Benzine tankauto <input checked="" type="radio"/> Afstand groter dan 25 meter <input type="radio"/> Afstand kleiner dan 25 meter
14 Wat is de gebouw hoogte	Gebouw hoogte <input type="radio"/> Gebouwhoogte tot 5 meter <input checked="" type="radio"/> Gebouwhoogte tussen 5 en 10 meter <input type="radio"/> Gebouwhoogte meer dan 10 meter
15 Is het een gebouw zonder brandbescherming (30 minuten brandwerend) of met brandwerende voorzieningen (en maximaal 50% gevelopeningen)	Brandbescherming van het gebouw <input checked="" type="radio"/> Geen brandbescherming of meer dan 50% gevelopeningen <input type="radio"/> Wel brandbescherming en maximaal 50% gevelopeningen
16 Is de afstand tussen LPG vulpunt en gebouw kleiner dan 15 m	Afstand tussen gebouw en LPG vulpunt <input type="radio"/> Afstand is groter <input checked="" type="radio"/> Afstand is kleiner
17 Geselecteerde frequentie brand nabij een LPG tankauto (100 verladingen)	1,00E-06
18 Frequentie langdurige brand als gevolg van lekkage tijdens verlading	5,80E-08
20 Kies de uitspraak die hier van toepassing is	Opstelplaats tankauto <input checked="" type="radio"/> Geïsoleerde opstelplaats, aanrijding van optzij tegen leiding kast is niet aanmerkelijk <input type="radio"/> Opstelplaats op een (wegrij)strook, toegestane snelheid 70 km/h of minder <input type="radio"/> Overige situaties
21 Berekende aanrijdingskans	2,50E-09
22 Verlaagde BLEVE kansen als gevolg van verbeterde coating gebruiken ?	Verlaagde Bleve kansen <input checked="" type="radio"/> Verlaagde frequenties niet gebruiken <input type="radio"/> Verlaagde frequenties wel gebruiken
23 Verlaagde kansen als gevolg van verbeterde vulslang gebruiken ?	Verlaagde vulslang kansen <input type="radio"/> Verlaagde frequenties niet gebruiken <input checked="" type="radio"/> Verlaagde frequenties wel gebruiken
24 Coördinaten van het opslagvat	X,Y # 146.015 485.703
25 Coördinaten van het vulpunt	X,Y 146.032 485.678

Frequenties en andere grootheden tbv Safeti-NL berekening									
LPG station: Autoradam Almere		Scenario bestaande situatie zonder hittewerende coating							
Scenario's	Ondergrondsvoorraadvat	basis frequentie	Totale frequentie	Totale frequentie	X-coord.	Y-coord.	Ingre fireball risks	Mass [kg]	
O.1	Opslagvat-Instantaan falen	5,00E-07	5,00E-07	5,0000E-07	146.015	485.703	Yes	18.401	
O.2	Opslagvat -10 minuten	5,00E-07	5,00E-07	5,0000E-07	146.015	485.703	Yes	18.401	
O.3	Opslagvat - 10 mm gat	1,00E-05	1,00E-05	1,0000E-05	146.015	485.703	Yes	18.401	
O.4	Vloeistofleiding (vulleiding) Breuk	5,00E-07 /m	33 m	1,65E-05	1,6500E-05	146.015	485.703	No	18.401
O.5	Vloeistofleiding (vulleiding) Lek	1,50E-06 /m	33 m	4,95E-05	4,9500E-05	146.015	485.703	No	18.401
O.6	Afleverleiding-Breuk	5,00E-07 /m	39 m	1,95E-05	1,9500E-05	146.015	485.703	No	18.401
O.7	Afleverleiding-Lek	1,50E-06 /m	39 m	5,85E-05	5,8500E-05	146.015	485.703	No	18.401
<b>Scenario's Intrinsiek falen tankauto</b>									
T.1	Tankauto-Instantaan falen, vulgraag 100% (incl warme bleve)	5,00E-07	9,98E-09	9,9817E-09	146.032	485.678	No	26.700	
T.2	Grootste aansluiting vulgraad 100% Incl. warme bleve)	5,00E-07	9,98E-09	9,9817E-09	146.032	485.678	No	26.700	
<b>hoge/standaard Bleva kansen</b>									
B.1	Bleva Tankauto (brand tijdens verlading) vulgraad 100%	5,80E-10 /uur	1,02E-07	1,0150E-07	-	146.032	485.678	No	26.700
B.2	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 100%	1,00E-06	2,19E-07	2,1945E-07	-	146.032	485.678	No	26.700
B.3	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 67%	1,00E-06	5,31E-07	5,3130E-07	-	146.032	485.678	No	17.889
B.4	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 33%	1,00E-06	8,43E-07	8,4315E-07	-	146.032	485.678	No	8.811
<b>Scenario's tankauto ten gevolge van externe beschadiging</b>									
B.5	Bleva tankauto - vulgraad 100%	2,50E-09	2,89E-09	2,8875E-09	146.032	485.678	No	26.700	
B.6	Bleva tankauto - vulgraad 67%	2,50E-09	2,89E-09	2,8875E-09	146.032	485.678	No	17.889	
B.7	Bleva tankauto - vulgraad 33%	2,50E-09	2,89E-09	2,8875E-09	146.032	485.678	No	8.811	
<b>Scenario's falen pomp (pomp op tankwagen)</b>									
P.1	Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit	1,00E-04 /jaar	1,88E-06	1,8766E-06	146.032	485.678	No	104	
P.2	Breuk pomp, doorstroombegrenzer sluit niet	1,00E-04 /jaar	1,20E-07	1,1978E-07	146.032	485.678	No	26.700	
P.3	Lek pomp	4,40E-03 /jaar	8,78E-05	8,7839E-05	146.032	485.678	No	26.700	
<b>Scenario's falen losslang (losslang van tankwagen)</b>									
L.1	Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit	4,00E-06	6,16E-05	6,1600E-05	Verlaagd!	146.032	485.678	No	65
L.2	Breuk losslang, doorstroombegrenzer sluit niet	4,00E-06	8,40E-06	8,4000E-06	Verlaagd!	146.032	485.678	No	26.700
L.3	Lek losslang	4,00E-05	7,00E-03	7,0000E-03	146.032	485.678	No	26.700	
<b>Verlaagde Bleva, ter vergelijking</b>									
B.1	Bleva Tankauto (brand tijdens verlading) vulgraad 100%	5,80E-10 /uur	5,10E-09	-	146.032	485.678	No	26.700	
B.2	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 100%	1,00E-06 /jaar	1,10E-08	-	146.032	485.678	No	26.700	
B.3	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 67%	1,00E-06 /jaar	2,66E-08	-	146.032	485.678	No	17.889	
B.4	Bleva tankauto (omgevingsbrand) vulgraad 33%	1,00E-06 /jaar	4,22E-08	-	146.032	485.678	No	8.811	

---

## Over Antea Group

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

---

## Contactgegevens

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN  
T. (0570) 663 993  
E. [save@anteagroup.com](mailto:save@anteagroup.com)

**[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)**