



## **Rekenmethodiek voor inrichtingen waar meer dan 13 m<sup>3</sup> propaan of acetyleen in een insluitsysteem aanwezig is.**

Als bedoeld in artikel 2.1 onder d van het Bevi.

<i>Label</i>	Concept-rekenmethodiek versie 1.2 van 5 november 2014
<i>Status</i>	Geaccepteerd door inhoudelijke deskundigen)
<i>Verspreiding</i>	Website RIVM
<i>Disclaimer</i>	Dit document beschrijft de concept rekenmethodiek voor inrichtingen waar meer dan 13 m <sup>3</sup> propaan of meer dan 13 m <sup>3</sup> acetyleen in een insluitsysteem aanwezig is. Deze rekenmethodiek is tot stand gekomen na overleg met inhoudelijk deskundigen. Het Directeurenoverleg Externe Veiligheid (DoEV) dient nog een besluit te nemen over de invoering van dit voorstel. Daarom is het gebruik nog niet voorgeschreven. Wij bevelen aan bij het uitvoeren van een QRA rekening te houden met deze nieuwe inzichten.

## Colofon

© RIVM 2014

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Contact:  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu  
Centrum Veiligheid  
safeti-nl@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van de Rekenmethodiek Inrichtingen.

## Inhoudsopgave

<i>INLEIDING</i> .....	4
<i>1 SCENARIO'S EN FAALFREQUENTIES</i> .....	5
1.1 Tankauto .....	5
1.2 Verlading tankauto.....	6
1.3 Reservoir .....	8
1.4 Afleverleiding .....	9
<i>VERANTWOORDING</i> .....	10
<i>REFERENTIES</i> .....	12

## Inleiding

In dit document is de rekenmethodiek beschreven voor inrichtingen waar meer dan 13 m<sup>3</sup> propaan of meer dan 13 m<sup>3</sup> acetyleen in een insluitsysteem aanwezig is (Revi, art. 1b, onderdeel c). Uitgangspunt hierbij is dat berekeningen worden uitgevoerd met SAFETI-NL.

Insluitsystemen met meer dan 13 m<sup>3</sup> acetyleen zijn niet standaard en kunnen, voor zover bekend, alleen bij BRZO bedrijven voorkomen. In die situatie moet de Handleiding Risicoberekeningen Bevi gevolgd worden.

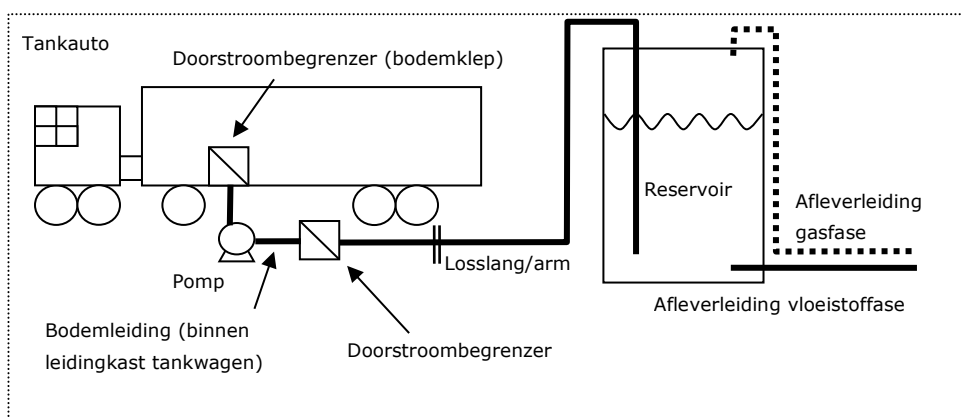
Voor insluitsystemen met meer dan 13 m<sup>3</sup> propaan beschrijft dit document de wijze waarop de externe veiligheidsrisico's bepaald moeten worden. Dit document is tekstueel verduidelijkt en inhoudelijk gewijzigd ten opzicht van de voorgaande versies van 29 maart 2010 en 20 oktober 2009.

## 1 Scenario's en faalfrequenties

De risico's voor inrichtingen met propaan worden bepaald door zowel de opslag als de verlading van propaan. De volgende activiteiten/installaties zijn beschreven:

- Tankauto
- Verlading tankauto (laden en lossen)
- Reservoir
- Afleverleiding

In Figuur 1 is het propaansysteem geschetst zoals dat in deze handleiding wordt beschouwd. Indien het systeem hier substantieel van afwijkt, dient onderzocht te worden of er installatieonderdelen moeten worden weggelaten of toegevoegd. De risico-analyse van andere activiteiten wordt in afzonderlijke hoofdstukken van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi beschreven.



Figuur 1 Systeem afbakening propaan.

### 1.1 Tankauto

De scenario's voor de tankauto zijn gegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk.

Scenario	Frequentie (per jaar)
T.1 Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$f_a \times 5,0 \times 10^{-7}$
T.2 Vrijkomen van de gehele inhoud uit de grootste aansluiting	$f_a \times 5,0 \times 10^{-7}$

Opmerkingen:

1. De basisfaalfrequenties voor de tankauto zijn gegeven per jaar. De scenario's worden gecorrigeerd voor de totale tijdsduur per jaar dat de tankauto op de locatie aanwezig is middels de tijdsfractie aanwezigheid  $f_a$ :

$$f_a = \frac{a \times t_v + t_s}{8766} \quad (1)$$

Met:

$a$  = het aantal verladingen per jaar;

$t_v$  = de tijdsduur van een verlading (verlading + extra tijd voor aan en afkoppelen), in uren per verlading;

$t_s$  = de tijdsduur van eventuele stalling van de tankwagen, in uren per jaar.  
In een jaar zitten 8766 uren;

2. Wanneer de exacte tankauto dimensies onbekend zijn, moet worden uitgegaan van een tankauto van 60m<sup>3</sup> (26.700kg).

## 1.2 Verlading tankauto

De scenario's voor de verlading zijn gegeven in Tabel 2. Bij deze scenario's is ervan uitgegaan dat een doorstroombeveiliging aanwezig is die bij breuk sluit. De scenario's kunnen worden verdeeld in pompscenario's en losslang / losarm scenario's.

*Tabel 2 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk.*

Scenario	Frequentie (per jaar)
<b>Pomp</b>	
P.1 Breuk pomp – doorstroombegrenzer sluit	$f_v \times (1-f_d) \times 1,0 \times 10^{-4}$
P.2 Breuk pomp – doorstroombegrenzer sluit niet	$f_v \times f_d \times 1,0 \times 10^{-4}$
P.3 Lekkage pomp	$f_v \times 4,4 \times 10^{-3}$
<b>Losslang</b>	
L.1 Breuk losslang – doorstroombegrenzer sluit	$a \times t_v \times (1-f_d) \times 3,0 \times 10^{-8}$
L.2 Breuk losslang – doorstroombegrenzer sluit niet	$a \times t_v \times f_d \times 3,0 \times 10^{-8}$
L.3 Lekkage losslang	$a \times t_v \times 3,0 \times 10^{-7}$
<b>Losarm</b>	
L.1 Breuk losarm – doorstroombegrenzer sluit	$a \times t_v \times (1-f_d) \times 4,0 \times 10^{-7}$
L.2 Breuk losarm – doorstroombegrenzer sluit niet	$a \times t_v \times f_d \times 4,0 \times 10^{-7}$
L.3 Lekkage losarm	$a \times t_v \times 4,0 \times 10^{-5}$

Opmerkingen:

1. De faalfrequentie van de pomp is gelijk aan die voor centrifugaal pompen met pakking;
2. Wanneer de doorstroombegrenzer in werking treedt, is de uitstroomduur 5 seconden;
3. Bij de scenario's is er van uitgegaan dat er een doorstroombegrenzer is aangebracht. De werking is afhankelijk van de verhouding tussen het berekende uitstroomdebiet en de instelwaarde van de doorstroombegrenzer. Hierbij gelden de faalkansen zoals weergegeven in Tabel 3.

*Tabel 3 Faalkansen doorstroombegrenzer ( $f_d$ ).*

Verhouding uitstroomdebiet en instelwaarde	Kans op niet sluiten ( $f_d$ )
uitstroomdebiet $\leq$ instelwaarde	1
instelwaarde $<$ uitstroomdebiet $\leq 1,2 \times$ instelwaarde	0,12
Uitstroomdebiet $> 1,2 \times$ instelwaarde	0,06

4. Aangenomen is dat de doorstroombegrenzer niet in werking treedt bij lekkage;

5. De basisfaalfrequenties voor de pomp zijn gegeven per jaar. Deze scenario's worden daarom gecorrigeerd voor de fractie van de tijd dat er wordt verladen middels de tijdsfractie verlading  $f_v$ :

$$f_v = \frac{a \times t_v}{8766} \quad (2)$$

Met:

$a$  = het aantal verladingen per jaar;

$t_v$  = de tijdsduur van een verlading, in uren per verlading. In een gemiddeld jaar zitten 8766 uren;

6. De basisfaalfrequenties voor de losslang / losarm zijn gegeven per uur. Deze scenario's worden daarom gecorrigeerd voor het aantal uren dat er per jaar wordt verladen middels:  $a \times t_v$ ;
7. Voor de scenario's L.1, L.2, P.1 en P.2 wordt een leidinglengte tot breuk van 5 meter aangehouden in de modellering;
8. De breukfrequentie voor losslangen is een factor 10 lager dan de standaard faalfrequentie voor Brzo-inrichtingen.

Bij verladingen met een tankauto met propaan is een BLEVE ten gevolge van een intern domino-effect mogelijk. Er worden drie verschillende oorzaken onderscheiden: brand tijdens verlading, brand in de omgeving en een externe beschadiging. De scenario's voor de domino-effecten zijn gegeven in Tabel 4.

*Tabel 4 Scenario's domino-effecten tankauto tijdens verlading.*

<i>BLEVE-scenario</i>	<i>Frequentie (per jaar)</i>
<u>Warme BLEVE door brand tijdens verlading</u>	
B.1 vulgraad 100%	$a \times t_v \times 5,8 \times 10^{-10}$
<u>Warme BLEVE door brand inde omgeving</u>	
B.2 vulgraad 100%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 0,19 \times 2,0 \times 10^{-8}$
B.3 vulgraad 67%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 0,46 \times 2,0 \times 10^{-8}$
B.4 vulgraad 33%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 0,73 \times 2,0 \times 10^{-8}$
<u>Koude BLEVE door externe beschadiging</u>	
B.5 vulgraad 100%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 2,3 \times 10^{-9}$
B.6 vulgraad 67%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 2,3 \times 10^{-9}$
B.7 vulgraad 33%	$2 \times a \times t_v \times 0,33 \times 2,3 \times 10^{-9}$

Opmerkingen:

- Scenario B.1: Tijdens verlading kan een langdurige lekkage ontstaan, wat na ontsteking uiteindelijk tot een BLEVE van de tankauto kan leiden. Voor de BLEVE wordt uitgegaan van de maximale vullingsgraad;
- De basisfaalfrequentie voor brand tijdens verlading is gegeven per uur. Het scenario B.1 wordt daarom gecorrigeerd voor het aantal uren dat er per jaar wordt verladen middels:  $a \times t_v$ .  
 $a$  = het aantal verladingen per jaar;  
 $t_v$  = de tijdsduur van een verlading (verlading + extra tijd voor aan en afkoppelen), in uren per verlading;

3. Voor de scenario's B.2 t/m B.7 kan rekening worden gehouden met variërende vulgraden van de tankauto (100%, 67% en 33%). De drie verschillende vulgraden worden evenredig verdeeld over de tijd dat de tankauto aanwezig is voor het verladen van LPG. (33% van de tijd is de tankauto 100% gevuld, etc.);
4. De basisfaalfrequentie voor de scenario's B.2 t/m B.7 zijn gegeven per verlading waarbij de aanwezigheid van de tankwagen hiervoor 0,5 uur is per bezoek. Deze scenario's worden daarom gecorrigeerd voor het aantal uren dat een tankwagen per jaar aanwezig is voor verlading middels:  $2 \times a \times t_v$ .  
 $a$  = het aantal verladingen per jaar;  
 $t_v$  = de tijdsduur van een verlading (verlading + extra tijd voor aan en afkoppelen), in uren per verlading;
5. De scenario's B.1 t/m B.4 betreffen een warme BLEVE. Voor deze scenario's is de barstdruk gelijk aan 23,5 barg;
6. De BLEVE-frequentie bij brand in de omgeving is afhankelijk van de vulgraad. Voor de scenario's B.2, B.3 en B.4 gelden respectievelijk vervolgekansen van 19% (vulgraad 100%), 46% (vulgraad 67%) en 73% (vulgraad 33%). Deze scenario's mogen buiten beschouwing worden gelaten wanneer het om een vergunningsplichtige inrichting gaat en de afstanden vanaf de opstelplaats van de tankauto tot brandbare objecten en gebouwen voldoen aan de afstanden uit de PGS 19 (ongeacht het aantal verladingen);
7. Scenario's B.5, B.6 en B.7 betreffen een koude BLEVE waarbij de barstdruk gelijk is aan de verzadigingsdruk bij omgevingstemperatuur. Deze scenario's mogen buiten beschouwing worden gelaten wanneer de tankauto op een geïsoleerde niet voor een ieder toegankelijke losplaats binnen een vergunningsplichtige inrichting staat opgesteld en er maatregelen zijn getroffen om externe beschadiging tegen te gaan;
8. Wanneer de verlading uitsluitend plaatsvindt met tankauto's die zijn voorzien van een hittewerende coating, kan voor scenario's B.1, B.2, B.3 en B.4, de BLEVE frequentie verlaagd worden met een factor 20.

### 1.3 Reservoir

De scenario's voor het reservoir zijn gegeven in Tabel 5.

*Tabel 5 Scenario's voor het propaanreservoir onder druk.*

Scenario	Frequentie (per jaar)
R.1 Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$5 \times 10^{-7}$
R.2 Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 minuten in een continue en constante stroom	$5 \times 10^{-7}$
R.3 Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	$1 \times 10^{-5}$

Opmerkingen:

1. Uitgangspunt is een reservoir met een maximaal toegestane vullingsgraad;
2. Voor scenario R.1 geldt dat bij een ondergrondse of ingeterpte reservoirs geen BLEVE kan optreden. Instantaan falen is wel mogelijk;



3. Voor scenario's R.2 en R.3 geldt dat bij ondergrondse reservoirs de uitstroming in verticale richting dient te worden gemodelleerd en bij ingeterpte of bovengrondse reservoirs horizontaal.

#### 1.4 Afleverleiding

Propaan kan vanuit de vloeistoffase aan het reservoir worden onttrokken of vanuit de dampfase. De scenario's zijn in essentie dezelfde, alleen de aggregatietoestand is verschillend. De scenario's zijn gegeven in Tabel 6.

*Tabel 6 Scenario's voor bovengrondse propaan afleverleiding (nominale diameter < 75mm).*

<i>Scenario</i>	<i>Frequentie (per meter per jaar)</i>
A.1 Breuk van de leiding	$1 \times 10^{-6}$
A.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	$5 \times 10^{-6}$

Opmerking:

1. Wanneer in de leiding nog pompen zijn opgenomen, moeten die apart worden beschouwd.
2. Mocht de afleverleiding anders uitgevoerd zijn dan de uitvoering die is gekozen voor Tabel 6, dan moeten deze scenario's daarop aangepast worden conform de Handleiding Risicoberekening Bevi [1].

## Verantwoording

De modellering van propaanreservoirs is gebaseerd op de Handleiding Risicoberekening Bevi [1]. Dit houdt in dat de gebruikte faalfrequenties, scenario's en de veiligheidsmaatregelen daaruit zijn overgenomen. Uitzondering hierop zijn de scenario's B.2 t/m B.7 uit Tabel 4: *Scenario's domino-effecten tankauto tijdens verlading* en de scenario's L.1 en L.2 uit Tabel 2: *Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk* (enkel voor scenario's met een losslang). Deze zijn gebaseerd op het document *QRA-berekening LPG-tankstations* [2] omdat deze activiteiten vergelijkbaar zijn en daarmee ook de risico's voor de externe veiligheid.

1. Een belangrijk onderscheid tussen de scenario's voor propaanreservoirs en LPG-tankstations wordt bepaald door het Convenant LPG-autogas van 22 juni 2005 [3]. Hierin is afgesproken dat LPG-leveranciers voor de levering aan LPG-tankstations gebruik maken van LPG-tankwagens die uitgevoerd zijn met extra technische maatregelen (hittewerende coating en verbeterende los-of vulslangen). Deze afspraken gelden niet voor andere leveranciers die zich ook niet hoeven te houden aan deze afspraken. Hierdoor kunnen de risico-reducties die deze maatregelen met zich meebrengen (factor 10 voor het toepassen van de verbeterde vulslang en een factor 20 bij bevoorrading door LPG-tankwagens die zijn voorzien van hittewerende coating [4,5]) niet worden verdisconteerd in de faalfrequenties voor propaanreservoirs. Echter, bij de verlading van propaan wordt dezelfde soort losslang gebruikt als bij de verlading van LPG uit een tankwagen. Nader onderzoek van TNO stelt dat het aannemelijk is dat de faalfrequenties van de (verbeterde) propaanlosslang vergelijkbaar is met de faalfrequentie van de verbeterde LPG-losslang [6,7]. Zodoende kan de faalfrequentie van de verbeterde propaanlosslangen met een factor 10 worden verlaagd ten opzichte van de huidige generieke waarden uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Voor het effect van de hittewerende coating blijft gelden dat alleen wanneer kan worden aangetoond dat voor de propaanreservoirs wordt voldaan aan de technische maatregelen uit het Convenant LPG-autogas, een verzoek tot toepassen van lagere faalfrequenties kan worden ingediend bij het bevoegd gezag in overeenstemming met artikel 8b van de Revi.
2. De faalkansen in Tabel 4 zijn afkomstig uit het TNO-rapport *Reductie BLEVE-frequentie van een LPG-tankauto op een autotankstation* [8]. Voor LPG-tankstations zijn de faalfrequenties voor de scenario's B.2 t/m B.4 afhankelijk van de afstand van het vulpunt tot enkele interne objecten. De faalfrequenties voor de scenario B.5 t/m B.7 zijn afhankelijk van de uitvoering van de opstelplaats van de LPG-tankauto. Voor de modellering van propaanreservoirs is er voor gekozen om per locatie te bepalen of deze scenario's uitgesloten kunnen worden. Als dat niet het geval is, wordt voor deze scenario's een conservatieve faalfrequentie gehanteerd. Voor de frequentie van een koude BLEVE van een tankauto ten gevolge van externe beschadiging, wordt dan de waarde gehanteerd die hoort bij 'Overige situaties'. Voor de frequentie van een brand nabij een tankauto, wordt dan de waarde gehanteerd die hoort bij de situatie dat het vulpunt binnen alle toetsingsafstanden ligt.
3. Het toepassen van verschillende vulgraden bij scenario's B.2 t/m B.7 komt overeen met de rekenmethodiek voor LPG-tankstation [11]. Het toepassen

van drie verschillende vulgraden is gebaseerd op het TNO-rapport *Kwantitatieve Risico-analyse generiek voor LPG-tankstations* [9], waarin een beschrijving van een referentie LPG-tankstation wordt gegeven voor het opstellen van een QRA.

4. Het voorliggende document vervangt de verouderde methodiek beschreven in *Afstandentabel propaanreservoir* [10] die is gebruikt voor het bepalen van afstanden voor propaanreservoirs die vallen binnen het Activiteitenbesluit (Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, 2007).

## Referenties

- [1] RIVM, *Handleiding Risicoberekening Bevi*, versie 3.2, d.d. 1 juli 2009.
- [2] RIVM, *QRA berekening LPG-tankstations*, versie 1.2, d.d. 16 augustus 2013.
- [3] VVG en VROM, *Convenant LPG-autogas*, d.d. 22 juni 2005.
- [4] RIVM, brief *Consequenties van LPG studies voor PR en GR*, kenmerk 210/06 CEV Mah/mva-10009, d.d. 26 juni 2006.
- [5] RIVM, brief *Onderbouwing van effectiviteit van hittewerende coating - Invloed coating op ligging van plaatsgebonden risicocontour*, kenmerk 452/06 CEV Mah/sij-1329, d.d. 20 dec 2006.
- [6] TNO, *Onderzoek naar de faalfrequentie van propaanlosslangen*, rapportnummer TNO-060-UT-2012-00594, d.d. 26 april 2012.
- [7] RIVM, brief *Reductie faalfrequenties propaanlosslangen en risicoafstanden*, kenmerk 20130046 VLH JK SM fvds, d.d. 20 februari 2013.
- [8] TNO, *Reductie BLEVE-frequentie van een LPG-tankauto op een autotankstation*, rapportnummer 85-01237, d.d. 28 februari 1985.
- [9] TNO, *Kwantitatieve Risico-analyse generiek voor LPG-tankstations (Hoofdrapport)*, rapportnummer R2001/435a, 2001.
- [10] RIVM, brief *Afstandentabel propaanreservoir*, kenmerk 263/06 CEV, d.d. 24 juli 2006.
- [11] RIVM, *Rekenmethodiek voor LPG-tankstations*, versie 1.2 d.d. 5 november 2014.