

Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl  
KvK Utrecht 30276683  
T 030 274 91 11  
F 030 274 29 71  
info@rivm.nl

memo

Risico- en effectafstanden waterstoftankstations

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

**Behandeld door**

G. Stam MSc.  
Centrum Veiligheid

T 030 274 3817  
gea.stam@rivm.nl

# 1 Inleiding

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

Het gebruik van waterstof als motorbrandstof brengt, net als andere brandstoffen, risico's voor de omgeving met zich mee. Deze risico's kunnen in kaart gebracht worden door middel van een kwantitatieve risicoanalyse. In dit kader heeft het RIVM in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) de risico- en effectafstanden van waterstoftankstations in beeld gebracht.

Aan de hand van enkele berekeningen van representatieve scenario's zijn risicoafstanden voor de omgevingsveiligheid en maximale effectafstanden bepaald voor drie varianten van waterstoftankstations. Op basis van deze indicatieve afstanden kan het ministerie van IenM besluiten tot ofwel het hanteren van generieke vaste afstanden, ofwel het laten ontwikkelen van een rekenmethode waarmee specifieke afstanden kunnen worden bepaald door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA).

Voor de beschrijving van de installaties voor de modellering is gebruik gemaakt van een begeleidingscommissie bestaande uit leden van de werkgroep PGS35.

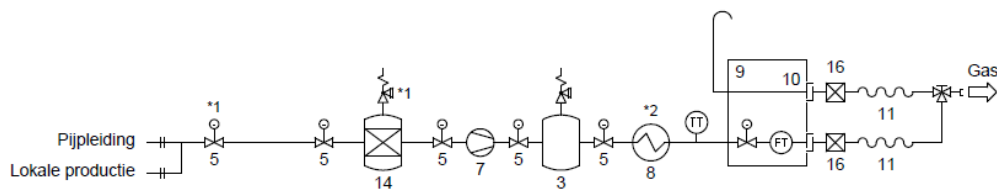
## 2 Methode

Datum  
3 oktober 2016

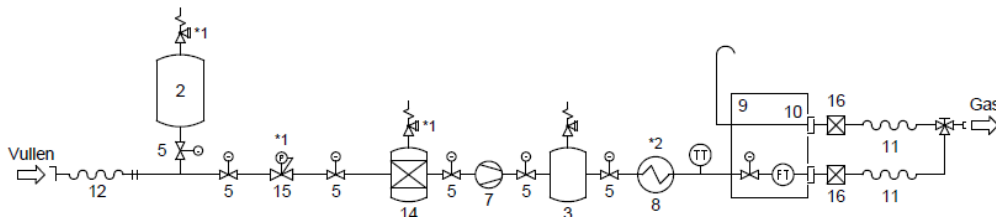
Ons kenmerk  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

### 2.1 Uitvoeringstypen

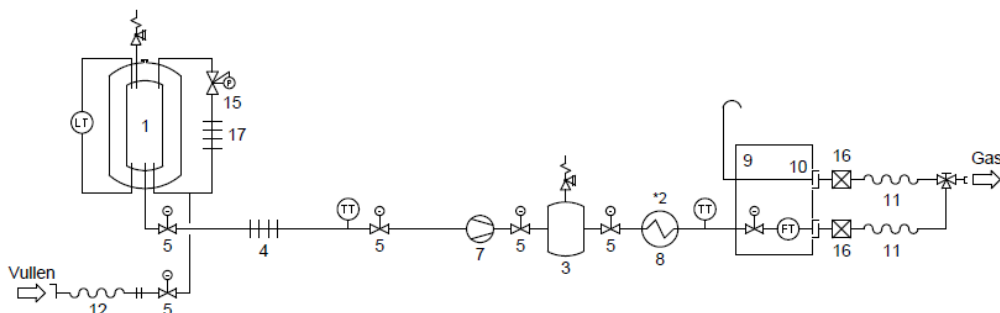
In PGS35 worden drie types van aanlevering van waterstof aan een waterstofafleverinstallatie beschreven, namelijk (1) aanlevering van gasvormig waterstof via pijpleiding of via lokale productie, (2) aanlevering van gasvormig waterstof via een tube- of cilindertrailer en (3) aanlevering van vloeibaar waterstof per tankwagen. Voor alle drie de types worden de risico- en effectberekeningen uitgevoerd. Schematische weergaven van de drie types staan in Figuur 1, Figuur 2 en Figuur 3. Hoewel de manier van aanlevering verschilt, bevat elk uitvoeringstype dezelfde technische installatie en afleverzuil (de installaties zijn na de compressor identiek).



Figuur 1 Schema van een waterstofafleverinstallatie met aanlevering van gasvormig waterstof via pijpleiding of lokale productie (legenda aan ommezijde)



Figuur 2 Gasvormig waterstof: aanlevering via tube- of cilindertrailer (legenda aan ommezijde)



Figuur 3 Vloeibaar waterstof: aanlevering via tankwagen (legenda aan ommezijde)

## Legenda

1 waterstofopslag (vloeibaar)	8 koeler	15 drukregelaar
2 waterstofopslag (gas)	9 afleverzuil	16 breekkoppeling (break away)
3 tussenopslag	10 veiligheidsventiel	17 drukopbouwverdamper
4 verdamper	11 afleverslang	LT niveaumeting
5 noodafsluiter (esd-afsluiter)	12 losslang	FT stromingsmeting
6 pomp	13 / ⇒ vullen	TT temperatuurmeting
7 compressor	14 purifier (zuiveraar)	

## Datum

3 oktober 2016

## Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

\*1. Optioneel

\*2. Toepassing afhankelijk van afleverdruk en eisen (vulsnelheid)

## 2.2 Aannames risicoanalyse

Voor de uitgangspunten van de berekeningen is aangesloten bij de bestaande rekenmethoden uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi en de rekenmethoden voor LPG en LNG. Afwijkingen ten opzichte van de rekenmethoden zijn het gebruik van een nieuwe versie van het rekenmodel, een verhoogde kans op directe ontsteking en beperkte aanpassingen aan de modelleer parameters. De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL 6.7. De vigerende versie (6.54) van het rekenpakket is niet geschikt voor berekeningen voor cryogeen waterstof (-253 °C). Voor elk type waterstoftankstation gelden er specifieke aannames en uitgangspunten. De volgende punten zijn van toepassing op alle berekeningen:

- Alle installatieonderdelen zijn op één (dezelfde) locatie gemodelleerd
- Verdeling van weertypen, windrichtingen en windsnelheden: Nederlands gemiddelde.
- Ruwheidslengte van de omgeving: 0,3 meter
- Een terreingrens in de vorm van een vierkant van 10 bij 10 meter is gehanteerd, waarbij de scenario's in het midden van het terrein zijn gelegen.
- Kans op directe ontsteking gasvormig waterstof: 1,0
- Kans op directe ontsteking vloeibaar waterstof: 0,9
- Omgevingstemperatuur: 9 °C
- Risicoafstanden: de grootste afstand van het middelpunt tot de risicocontour<sup>1</sup>
- De risico- en effectafstanden zijn naar boven op 5 meter afgerond
- De instellingen van SAFETI-NL 6.7 zijn op de volgende punten aangepast:
  - De 'relative tolerance for dispersion calculations' is aangepast van 0,001 naar 0,01. Deze aanpassing was nodig om foutmeldingen in de numerieke modellering te omzeilen.
  - De 'atmospheric expansion method' is aangepast van 'Closest to Initial Conditions' naar 'Conservation of energy'. Deze instelling is volgens de ontwikkelaar van SAFETI-NL (DNVGL) meer geschikt voor waterstof.
  - De 'maximum release velocity' is verhoogd van 500 m/s naar 1500 m/s. Deze instelling is volgens de ontwikkelaar van SAFETI-NL (DNVGL) meer geschikt voor waterstof.

<sup>1</sup> De coördinaten van het verste punt van de risicocontour zijn genoteerd, vervolgens is de directe (rechte) lijn vanuit het middelpunt uitgerekend. Een risico transect geeft iets kleinere afstanden dan de contour. Dit komt waarschijnlijk door afwijkingen in de interpolatiemethode van de contour vergeleken met het transect. In verband met het aanhouden van de bovengrens van de risicoafstand is er gewerkt met de risicocontour in plaats van het risico transect.

## 2.3

### Aannames installaties

- Voor het falen van de noodafsluiters (ESD's) wordt in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 3.3 als richtwaarde een kans van 0,001 gehanteerd, in combinatie met een reactietijd van 120 seconden. Door de begeleidingscommissie is een hogere faalkans (0,01) voorgesteld in combinatie met een kortere reactietijd (5 s). Ter vergelijking zijn in de berekeningen beide varianten beschouwd. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat SAFETI-NL 6.7 voor de fakkelbrand uitgaat van een blootstellingsduur van 20 s, ongeacht de daadwerkelijke uitstroomduur. Een gevolg hiervan is dat het verkorten van de uitstroomduur slechts beperkte invloed heeft op de uitkomsten van de berekeningen.
- In lijn met de rekenmethode voor LNG is voor de verlading uitgegaan van composietlangens met dezelfde faalfrequentie als verbeterde losslangen voor LPG. Dit betreft een factor 10 verlaging in de faalkans voor de breuk scenario's ten opzichte van de standaard kansen uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi 3.3.
- De berekeningen zijn gebaseerd op een verwachte doorzet van 1000 kg waterstof per dag, waarvan 500 kg geleverd wordt aan auto's en 500 kg aan bussen. Voor auto's wordt per tankbeurt 5 kg geleverd in 3 minuten. Voor bussen wordt per tankbeurt 20 kg geleverd in 11 minuten.
- Aangenomen wordt dat de compressor 10 uur per dag in bedrijf is.
- Aangenomen wordt dat er op zowel 350 bar als 750 bar getankt kan worden bij de afleverzuil.
- Aangenomen wordt dat er twee bufferopslagen aanwezig zijn, een van 440 bar en een van 950 bar.

## 2.4

### Scenario's en faalfrequenties

Voor de drie uitvoeringstypes geldt dat er verschillen zijn in de aanlevering van waterstof. Het tankstation zelf is verder gelijk. Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 en Tabel 7 in bijlage 1 geven een overzicht van de gemodelleerde scenario's en hoe de faalfrequenties zijn bepaald, bij een slaagkans van de ESD van 0,99. Een vergelijkbare tabel met een slaagkans van de ESDs van 0,999 is opgenomen in bijlage 1. De complete invoer voor de modellering en de rekenbestanden zijn opvraagbaar via de helpdesk [safeti-nl@rivm.nl](mailto:safeti-nl@rivm.nl).

#### Datum

3 oktober 2016

#### Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

Voor alle uitvoeringstypes zijn de volgende uitkomsten bepaald:

- Afstand tot de PR  $10^{-6}$  contour en de maatgevende scenario's voor dit risiconiveau met de bijbehorende effectafstanden
- Afstand tot de PR  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$  en  $10^{-9}$  contouren
- De drie scenario's met de grootste effectafstanden. Dat is de afstand tot 1% letaliteit door een warmtestraling van 10 kW/m<sup>2</sup> of overdrukeffecten van 0,3 bar.
- Een grafiek met de hoogte van het risico als functie van afstand

De resultaten zijn voor zowel de 5 s ESD als 120 s ESD bepaald en waren gelijk. Dit komt mede doordat SAFETI-NL voor een fakkel een blootstellingsduur van 20 seconden veronderstelt, ongeacht de daadwerkelijke uitstroomduur.

Tabel 1 Afstand tot de PR  $10^{-6}$  contour met de effectafstanden voor de maatgevende scenario's

Uitvoeringstype	Afstand tot PR $10^{-6}$	Maatgevende scenario's	Effectafstand
1. Waterstofafleverinstallatie met aanlevering van gasvormig waterstof via pijpleiding of lokale productie.	30 meter	Tussenopslag 950 bar – lek (83%)	35 meter (Weertype D1,5)
		Tussenopslag 440 bar – instantaan falen (17%)	30 meter (Onafhankelijk van het weertype)
2. Gasvormig waterstof: aanlevering via tube- of cilindertrailer	35 meter	Vuurbal tube-trailer – brand in de omgeving (96%)	35 meter (Onafhankelijk van het weertype)
3. Vloeibaar waterstof: aanlevering via tankwagens	30 meter	Tankwagen – externe beschadiging (33%)	1200 meter (Weertype F1,5)
		Losslang breuk – ESD slaagt (17%)	90 meter (Weertype D9)
		Tussenopslag 950 bar lek (17%)	35 meter (Weertype D9)
		Bleve tankwagen – brand in de omgeving (13%)	130 meter (Onafhankelijk van het weertype)

Tabel 2 Die drie scenario's die de grootste effectafstanden hebben

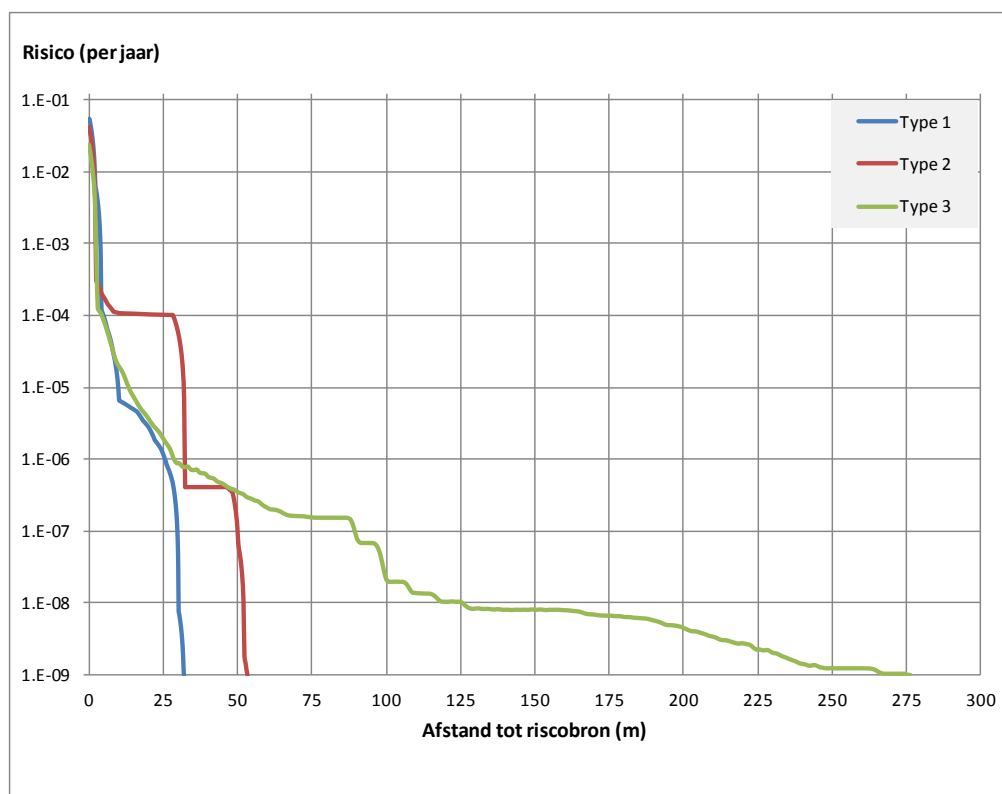
Uitvoeringstype	Scenario	Effectafstand
Type 1: Aanvoer gasvormig waterstof via pijpleiding of via lokale productie	Tussenopslag 950 bar – lek (Onafhankelijk van het weertype)	35 meter
	Tussenopslag 440 bar – instantaan falen (Onafhankelijk van het weertype)	30 meter
	Tussenopslag 440 bar – lek (Onafhankelijk van het weertype)	25 meter
Type 2: Aanvoer gasvormig waterstof via tube- of cilinder-trailer	Opslag 80 bar - instantaan (Onafhankelijk van het weertype)	55 meter
	Vuurbal tubetrailer (Onafhankelijk van het weertype)	35 meter
	Instantaan falen tubetrailer (Onafhankelijk van het weertype)	35 meter
Type 3: Aanvoer vloeibaar waterstof via tankwagen	Tankwagen – instantaan falen (Weertype F1,5)	1200 meter
	Tankwagen – instantaan falen (Weertype D1,5)	490 meter
	Tankwagen – instantaan falen (Weertype E5)	370 meter

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij



Figuur 4 Hoogte van het risico als functie van afstand (risk transect)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Een dwarsdoorsnede van het risico (risk transect) geeft iets kleinere afstanden dan de contour. Dit komt door verschillen in de interpolatiemethode van de contour vergeleken met de transect.

Figuur 4 laat zien dat voor gasvormig waterstof, levering via pijpleiding of tube trailer, het risico na ongeveer 50 meter  $10^{-9}$  is. Bij levering van vloeibaar waterstof met een tankauto, wordt een risico van  $10^{-9}$  bij 270 meter bereikt. De afstanden waarop de contouren worden bereikt staan in tabel 7.

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

*Tabel 3 Afstand tot de PR  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per uitvoeringstype*

Uitvoeringstype	Afstand tot PR $10^{-6}$ (m)	Afstand tot PR $10^{-7}$ (m)	Afstand tot PR $10^{-8}$ (m)
Aanvoer gasvormig waterstof via pijpleiding	30	35	35
Aanvoer gasvormig waterstof via tube-trailer	35	55	55
Aanvoer vloeibaar waterstof via tankwagen	30	95	130

### Ontstekingskans

Waterstof heeft een hoge ontstekingskans vanwege de lage ontstekingsenergie. In de literatuur is veel informatie te vinden over de ontstekingskansen van waterstof, waarbij de conclusie is dat er geen eenduidigheid bestaat als het gaat om de kans op ontsteking en om de verhouding directe en vertraagde ontsteking<sup>3</sup>. Voor gasvormig waterstof wordt een kans op directe ontsteking van 1,0 gehanteerd. Er is aangenomen dat de uitstroom dusdanig turbulent zal zijn dat dit voldoende is om waterstof te doen ontsteken en dat dit plaatsvindt in de eerste 20 seconden na het vrijkomen van het gas.

Voor vloeibaar waterstof wordt een kans van 0,9 op directe ontsteking gebruikt. Omdat waterstof gekoeld wordt bewaard en niet onder druk, zal de snelheid en de bijbehorende energie waarmee waterstof uitstroomt lager zijn en kan niet uitgesloten worden dat vertraagde ontsteking plaatsvindt.

In de berekening van de effectafstanden wordt geen rekening gehouden met de kans van optreden. De grootste effectafstanden worden gevonden bij het scenario 'Tankwagen - instantaan falen' met vertraagde ontsteking. Gezien de hoge ontstekingskans van waterstof is de kans klein dat de wolk zich over grote afstand kan verspreiden voordat deze ontsteekt. Wanneer vertraagde ontsteking voor 'Type 3: Aanvoer vloeibaar waterstof via tankwagen' bij de instantaan falen scenario's niet wordt beschouwd, is de grootste effectafstand 135 meter, bij het scenario 'opslag vloeibaar waterstof – tien minuten uitstroom'. De effectafstand voor het instantaan falen van de tankwagen, met alleen directe ontsteking beschouwd, is 80 meter.

<sup>3</sup> Het Energy Institute for UKOOA (*United Kingdom Offshore Operators Association*) geeft aan dat de ontstekingskans een factor 2 (tot een maximum van 1,0) hoger kan zijn, vergeleken met andere ontvlambare stoffen). Ignition probability review, model development and look-up correlations, IP research Report, London (2006).



## Bijlage 1 – scenario's en faalfrequenties

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

*Tabel 4 Scenario's en faalfrequenties - 1. Waterstofafleverinstallatie met aanlevering van gasvormig waterstof via pijpleiding. ESD 5 seconden met slaagkans 0,99.*

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Aanvoerleiding breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m <sup>4</sup>	0,99	9,90E-06	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Aanvoerleiding breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m	0,01	1,00E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Aanvoerleiding lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m		5,00E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1,50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,99	4,13E-05	HRB zuiger-compressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor breuk toevoerleiding	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,01	4,17E-07	HRB zuiger-compressor of centrifugaal

<sup>4</sup> Het falen van verbindingen zoals flenzen en lassen wordt verondersteld te zijn opgenomen in de faalfrequenties van de leidingen. Daarom moet altijd met een minimum lengte van 10 meter gerekend worden.

- ESD faalt					met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoer- leiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuiger- compressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 5 Scenario's en faalfrequenties – 2. Gasvormig waterstof: aanlevering via tube- of cilindertrailer. ESD 5 seconden met slaagkans 0,99.

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tubetrailer instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	2435 uur per jaar <sup>5</sup>		1,39E-07	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Tubetrailer grootste aansluiting	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	2435 uur per jaar		1,39E-07	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Losslang breuk – ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar	0,99	7,23E-04	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang breuk – ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar	0,01	7,30E-06	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang lek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		7,30E-02	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Vuurbal tubetrailer brand tijdens verlading	5,80E-10 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		1,06E-06	HRB 3.3 Aanvullende scenario's voor de verlading van ontvlambare stoffen voor tankauto's en ketelwagens - tabel 51
Vuurbal tubetrailer brand in omgeving	4,00E-08 uur <sup>-1</sup>	2435		9,74E-05	QRA berekening LPG-tankstations - tabel 6
Vuurbal	9,60E-10 uur <sup>-1</sup> <sup>6</sup>	2435		2,34E-06	QRA bereke-

<sup>5</sup> Een tubetrailer doet 1,5 uur over het verladen van 300 kg en is 2,0 uur aanwezig. Bij een doorzet van 1000 kg per dag:  $1000/300 \times 2 \times 365.25 = 2435$  uur per jaar aanwezig waarvan  $(1000/300 \times 1.5 \times 365.25 =)$  1825 uur verladen.

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

tubetrailer externe beschadiging					ning LPG-tankstations – tabel 7
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1.50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Opslag 80 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag 80 bar 10 minuten	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag 80 bar instantaan	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-05	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,99	4,13E-05	HRB zuiger-compressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor breuk toe-	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,01	4,17E-07	HRB zuiger-compressor of

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>6</sup> Het meenemen van dit scenario, ook in het geval van maatregelen tegen externe impact, is conform de LPG- en LNG- rekenmethodiek en conservatief in vergelijking met de HRB waar gesteld wordt dat in geval van maatregelen dit scenario niet meegenomen hoeft te worden. Er is aangenomen dat de opstelplaats op een (wegrij)strook een toegestane maximale snelheid heeft van 70 kg/uur.

voerleiding – ESD faalt					centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoer- leiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuiger- compressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 6 Scenario's en faalfrequenties – 3. Vloeibaar waterstof: aanlevering via tankwagen. ESD 5 seconden met slaagkans 0,99.

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tankwagen instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	365 uur per jaar <sup>7</sup>		2,08E-08	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Tankwagen grootste aansluiting	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	365 uur per jaar		2,08E-08	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
BLEVE tankwagen brand tijdens verlading	5,80E-10 uur <sup>-1</sup> * 0,05 <sup>8</sup>	219 uur per jaar		6,35E-09	Concept rekenmethodiek LNG-tankstations – tabel 2
BLEVE tankwagen brand in omgeving	4,00E-08 uur <sup>-1</sup> * 0,05 * 0,19 <sup>9</sup>	365 uur per jaar		1,39E-07	Concept rekenmethodiek LNG-tankstations – tabel 5
Tankwagen instantaan falen externe beschadiging <sup>10</sup>	9,60E-10 uur <sup>-1</sup> <sup>1</sup> <sup>11</sup>	365 uur per jaar		3,50E-07	Concept rekenmethodiek LNG-tankstations – tabel 7
Losslang breuk – ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar	0,99	8,67E-05	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang breuk – ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar	0,01	8,76E-07	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang lek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar		8,76E-03	HRB 3.3 Scenario's voor verla-

<sup>7</sup> Een tankwagen verlaadt 1000 kg per keer in 40 minuten en is een uur per keer aanwezig. Met een doorzet van 1000 kg per dag, komt dit op 219 uur per jaar verladen en 365 uur per jaar aanwezig.

<sup>8</sup> Een dubbelwandige H<sub>2</sub> tankauto waar voor de scenario's falen ten gevolge van brand is aangesloten bij de kans van een gecoate LPG tankauto (reductiefactor 0,05), gelijk aan de LNG rekenmethodiek.

<sup>9</sup> Een dubbelwandige H<sub>2</sub> tankauto waar voor de scenario's falen ten gevolge van brand is aangesloten bij de kans van een gecoate LPG tankauto (reductiefactor 0,05), gelijk aan de LNG rekenmethodiek. Ook is de reductiefactor van 0,19 uit de LPG- en LNG rekenmethodiek overgenomen, die voortkomt uit het feit dat in 90% van de gevallen de aangestraalde wand gekoeld wordt door de vloeistof in de tank.

<sup>10</sup> Er is aangenomen dat bij externe beschadiging geen BLEVE optreedt, maar dat de tankwagen instantaan faalt.

<sup>11</sup> Het meenemen van dit scenario, ook in het geval van maatregelen tegen externe impact is conform de LPG- en LNG- rekenmethodiek en conservatief in vergelijking met de HRB waar gesteld wordt dat in geval van maatregelen dit scenario niet meegenomen hoeft te worden. Er is aangenomen dat de opstelplaats op een (wegrij)strook een toegestane maximale snelheid heeft van 70 kg/uur.

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

					ding van de tank-auto onder druk - tabel 108
Opslag vloeibaar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13 <sup>12</sup>
Opslag vloeibaar 10 minuten	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag vloeibaar 10 mm	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Leidingwerk vloeibaar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk vloeibaar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1,50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk vloeibaar – lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1,50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,99	4,13E-05	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>12</sup> Aangezien tankauto's met tot vloeistof gekoelde gassen als opslagtank onder druk worden beschouwd, worden deze faalkansen ook hier aangehouden.

Compressor breuk toevoerleiding – ESD faalt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,01	4,17E-07	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoerleiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij



Tabel 7 Gemeenschappelijke onderdelen tankstation voor alle uitvoeringstypes.  
ESD 5 seconden met slaagkans 0,99.

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tussenopslag 440 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 440 bar 10 min	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 440 bar lek	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar 10 min	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar lek	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Leidingwerk 440 bar breuk met ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 440 bar breuk zonder ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1,50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 440 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar breuk met ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,99	1,49E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar breuk zonder ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,01	1,50E-07	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

					- tabel 27
Afleverzuil 440 bar slangbreuk - ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1691 <sup>13</sup>	0,99	6,70E-04	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet <sup>14</sup>
Afleverzuil 440 bar slangbreuk - ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1691	0,01	6,76E-06	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 440 bar slanglek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1691		6,76E-02	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slangbreuk - ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1826 <sup>15</sup>	0,99	7,23E-04	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slangbreuk - ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1826	0,01	7,31E-06	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slanglek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1826		7,31E-02	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>13</sup> Er is aangenomen dat van de doorzet van 1000 kg per dag er 500 kg naar bussen gaat. Met 20 kg per bus en 11 minuten per tankbeurt, maakt het gebruik van de afleverzuil 4,63 uur per dag.

<sup>14</sup> Er is aangenomen dat de losslang voor waterstof vergelijkbaar is (wat betreft faalkansen) aan de LNG composiet losslang.

<sup>15</sup> Er is aangenomen dat van de doorzet van 1000 kg per dag er 500 kg naar auto's gaat. Met 5 kg per auto en 3 minuten per tankbeurt, maakt het gebruik van de afleverzuil 5 uur per dag.

Tabel 8 Scenario's en faalfrequenties – 1. Waterstofafleverinstallatie met aanlevering van gasvormig waterstof via pijpleiding of lokale productie. ESD 120 seconden met slaagkans 0,999.

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Aanvoerleiding breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m	0,999	9,99E-06	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Aanvoerleiding breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m	0,001	1,00E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Aanvoerleiding lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	10 m		5,00E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1,50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,999	4,16E-05	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor breuk toevoerleiding – ESD faalt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,001	4,17E-08	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoerleiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij

*Tabel 9 Scenario's en faalfrequenties – 2. Gasvormig waterstof: aanlevering via tube- of cilindertrailer. ESD 120 seconden met slaagkans 0,999.*

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tubetrailer instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	2435 uur per jaar <sup>16</sup>		1,39E-07	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Tubetrailer grootste aansluiting	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	2435 uur per jaar		1,39E-07	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Losslang breuk – ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		7,29E-04	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang breuk – ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		7,30E-07	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang lek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		7,30E-02	HRB 3.3 Scenario's voor verlading van de tankauto onder druk - tabel 108
Vuurbal tubetrailer brand tijdens verlading	5,80E-10 uur <sup>-1</sup>	1825 uur per jaar		1,06E-06	HRB 3.3 Aanvullende scenario's voor de verlading van ontvlambare stoffen voor tankauto's en ketelwagens - tabel 51
Vuurbal tubetrailer brand in omgeving	4,00E-08 uur <sup>-1</sup>	2435		9,74E-05	ORA berekening LPG-tankstations - tabel 6
Vuurbal tubetrailer externe	9,60E-10 uur <sup>-1</sup>	2435		2,34E-05	ORA berekening LPG-tankstations

<sup>16</sup> Een tubetrailer doet 1,5 uur over het verladen van 300 kg en is 2,0 uur aanwezig. Bij een doorzet van 1000 kg per dag:  $1000/300 \times 2 \times 365.25 = 2435$  uur per jaar aanwezig (waarvan  $(1000/300 \times 1.5 \times 365.25) = 1825$  uur verladen).

beschadiging <sup>17</sup>					– tabel 7
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1.50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1.50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7.50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Opslag 80 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag 80 bar 10 minuten	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag 80 bar instantaan	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-05	HRB 3.3 opslagtank onder druk bovengronds - tabel 13
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,999	4,16E-05	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor breuk toevoerleiding – ESD faalt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,001	4,17E-08	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoerleiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>17</sup> Het meenemen van dit scenario, ook in het geval van maatregelen tegen externe impact is conform de LPG- en LNG- rekenmethodiek en conservatief in vergelijking met de HRB waar gesteld wordt dat in geval van maatregelen dit scenario niet meegenomen hoeft te worden. Er is aangenomen dat de opstelplaats op een (wegrij)strook een toegestane maximale snelheid heeft van 70 kg/uur.

Tabel 10 Scenario's en faalfrequenties – 3. Vloeibaar waterstof: aanlevering via tankwag en. ESD 120 seconden met slaagkans 0,999.

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tankwag en instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	365 uur per jaar <sup>18</sup>		2,08E-08	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
Tankwag en grootste aansluiting	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>	365 uur per jaar		2,08E-08	HRB 3.3 Scenario's voor de tankauto met reservoir onder druk - tabel 43
BLEVE tankwag en brand tijdens verladen	5,80E-10 uur <sup>-1</sup> * 0,05 <sup>19</sup>	219 uur per jaar		6,35E-09	Concept rekenmethodiek LNG-tankstations – tabel 2
BLEVE tankwag en brand in omgeving	4,00E-08 uur <sup>-1</sup> * 0,05 * 0,19 <sup>20</sup>	365 uur per jaar		1,39E-07	Concept rekenmethodiek LNG-tankstations – tabel 5
Tankwag en instantaan falen externe beschadiging <sup>21</sup>	9,60E-10 uur <sup>-1</sup> <sup>1 22</sup>	365 uur per jaar		3,50E-07	ORA berekening LPG-tankstations - tabel 7
Losslang breuk – ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar	0,999	8,75E-05	HRB 3.3 Scenario's voor verladen van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang breuk – ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar	0,001	8,76E-08	HRB 3.3 Scenario's voor verladen van de tankauto onder druk - tabel 108
Losslang lek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	219 uur per jaar		8,76E-03	HRB 3.3 Scenario's voor verla-

<sup>18</sup> Een tankwag en verlaadt 1000 kg per keer in 40 minuten en is een uur per keer aanwezig. Met een doorzet van 1000 kg per dag, komt dit op 219 uur per jaar verladen en 365 uur per jaar aanwezig.

<sup>19</sup> Een dubbelwandige H<sub>2</sub> tankauto waar voor de scenario's falen ten gevolge van brand is aangesloten bij de kans van een gecoate LPG tankauto (reductiefactor 0,05), gelijk aan de LNG rekenmethodiek.

<sup>20</sup> Een dubbelwandige H<sub>2</sub> tankauto waar voor de scenario's falen ten gevolge van brand is aangesloten bij de kans van een gecoate LPG tankauto (reductiefactor 0,05), gelijk aan de LNG rekenmethodiek. Ook is de reductiefactor van 0,19 uit de LPG- en LNG rekenmethodiek overgenomen, die voortkomt uit het feit dat in 90% van de gevallen de aangestraalde wand gekoeld wordt door de vloeistof in de tank.

<sup>21</sup> Er is aangenomen dat bij externe beschadiging geen BLEVE optreedt, maar dat de tankwag en instantaan faalt.

<sup>22</sup> Het meenemen van dit scenario, ook in het geval van maatregelen tegen externe impact is conform de LPG- en LNG- rekenmethodiek en conservatief in vergelijking met de HRB waar gesteld wordt dat in geval van maatregelen dit scenario niet meegenomen hoeft te worden. Er is aangenomen dat de opstelplaats op een (wegrij)strook een toegestane maximale snelheid heeft van 70 kg/uur.

					ding van de tankauto onder druk - tabel 108
Opslag vloeibaar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13 <sup>23</sup>
Opslag vloeibaar 10 minuten	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Opslag vloeibaar 10 mm	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Leidingwerk vloeibaar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk vloeibaar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1,50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk vloeibaar – lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD slaagt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar breuk – ESD faalt	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1,50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 80 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Purifier instantaan	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 minuten	5,00E-06 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-06	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Purifier 10 mm	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-04	HRB 3.3 procesvat - tabel 31
Compressor breuk toevoerleiding – ESD slaagt	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag	0,999	4,16E-05	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor	1,00E-04 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per	0,001	4,17E-08	HRB zuigercom-

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>23</sup> Aangezien tankauto's met tot vloeistof gekoelde gassen ook als opslagtank onder druk worden beschouwd, worden deze faalkansen ook hier aangehouden.

breuk toevoerleiding – ESD faalt		dag			pressor of centrifugaal met pakking - tabel 35
Compressor lek toevoerleiding	4,40E-03 jaar <sup>-1</sup>	10 uur per dag		1,83E-03	HRB zuigercompressor of centrifugaal met pakking - tabel 35

**Datum**  
3 oktober 2016

**Ons kenmerk**  
20160149 VLH HAS/Sta/sij



Tabel 11 Gemeenschappelijke onderdelen tankstation voor alle uitvoeringstypes.  
ESD 120 seconden met slaagkans 0,999.

Scenario	Basis faalfrequentie		ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tussenopslag 440 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 440 bar 10 min	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 440 bar lek	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar instantaan	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar 10 min	5,00E-07 jaar <sup>-1</sup>			5,00E-07	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Tussenopslag 950 bar lek	1,00E-05 jaar <sup>-1</sup>			1,00E-05	HRB 3.3 opslag-tank onder druk bovengronds - tabel 13
Leidingwerk 440 bar breuk met ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 440 bar breuk zonder ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1,50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 440 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar breuk met ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,999	1,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar breuk zonder ingrijpen	1,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m	0,001	1,50E-08	HRB 3.3 bovengrondse leidingen - tabel 27
Leidingwerk 950 bar lek	5,00E-06 m <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>	15 m		7,50E-05	HRB 3.3 bovengrondse leidingen

Datum

3 oktober 2016

Ons kenmerk

20160149 VLH HAS/Sta/sij

					- tabel 27
Afleverzuil 440 bar slangbreuk - ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1691 <sup>24</sup>	0,999	6,76E-04	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet <sup>25</sup>
Afleverzuil 440 bar slangbreuk - ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1691	0,001	6,76E-07	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 440 bar slanglek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1691		6,76E-02	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slangbreuk - ESD slaagt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1826 <sup>26</sup>	0,999	7,30E-04	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slangbreuk - ESD faalt	4,00E-07 uur <sup>-1</sup>	1826	0,001	7,31E-07	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet
Afleverzuil 950 bar slanglek	4,00E-05 uur <sup>-1</sup>	1826		7,31E-02	Concept reken- methodiek LNG- tankstations - tabel 20 compo- siet

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij

<sup>24</sup> Er is aangenomen dat van de doorzet van 1000 kg per dag er 500 kg naar bussen gaat. Met 20 kg per bus en 11 minuten per tankbeurt, maakt het gebruik van de afleverzuil 4,63 uur per dag.

<sup>25</sup> Er is aangenomen dat de losslang voor waterstof vergelijkbaar is (wat betreft faalkansen) aan de LNG composiet losslang.

<sup>26</sup> Er is aangenomen dat van de doorzet van 1000 kg per dag er 500 kg naar auto's gaat. Met 5 kg per auto en 3 minuten per tankbeurt, maakt het gebruik van de afleverzuil 5 uur per dag.

*Revisie 1 – 11 juli 2017*

*In de beschrijving van de scenario's voor een tubetrailer is "bleve tubetrailer" vervangen door "vuurbal tubetrailer". Dit heeft geen gevolgen voor de risico- en effectafstanden.*

**Datum**

3 oktober 2016

**Ons kenmerk**

20160149 VLH HAS/Sta/sij