



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

memo

Beschouwing risico's benzinestations voor om-
gevingsveiligheid

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

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Behandeld door

G.Stam MSc
Centrum Veiligheid
omgevingsveiligheid@rivm.nl

1 Inleiding

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

In het vigerende beleid geldt dat voor bemande benzinestations geen risicoafstanden zijn gedefinieerd. Voor onbemane tankstations is een vergunning nodig, wanneer er binnen de risicoafstand van 20 meter gedefinieerd vanaf de afleverzuil, bepaalde kwetsbare objecten aanwezig zijn. Er is geen risicoafstand vanaf het vulpunt gedefinieerd. De risicoafstand vanaf de afleverzuil is gebaseerd op een scenario (uitstroom van 80 liter) dat alleen kan optreden wanneer vandalisme in het spel is. Deze benadering roept vragen op, omdat in een standaard risicoberekening vandalisme niet wordt meegenomen en de verlading vaak de grootste risicobron is. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft RIVM daarom verzocht een methode voor het bepalen van de risico's op te stellen en toe te passen op een standaard benzinestation. Hierbij is ook een analyse uitgevoerd om mogelijke maatregelen als ingrijpen operator en de aanwezigheid van een tankput naar waarde te kunnen schatten. Met deze resultaten kan voor bemande en onbemane benzinestations een consistente risicobenadering gevolgd worden in lijn met andere risicovolle activiteiten met gevaarlijke stoffen.

Hiervoor zullen de volgende vier deelonderzoeken worden uitgevoerd:

1. Beknopt literatuur onderzoek naar de aanname uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi van een slaagkans van 0,9 bij het ingrijpen van de chauffeur.
2. Het vaststellen van realistische ongevalsscenario's voor de afleverzuil.
3. Het uitvoeren van een risicoberekening voor een standaard benzinestation (met de uitkomsten van 1. en 2. hierin verwerkt).
4. Effect op de risico's berekenen van; variërende lengte van de losslang, slaagkans en ingrijptijd chauffeur, de grootte van de tankput, aanwezigheid van een afslagvoorziening en faalfrequentie voor slangbreuk.

Beknopt literatuuronderzoek naar de aannames over het ingrijpen van de chauffeur

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Bij het verladen van een (brand)stof van een tankwagen naar een opslagtank kan de losslang falen. Als dit gebeurt kan de chauffeur of operator, die tijdens de verlading aanwezig is, op de noodstop drukken om de uitstroom te beperken.

De Handleiding Risicoberekeningen Bevi¹ (HRB) geeft een kans van 0,9 voor het succesvol ingrijpen van de chauffeur. Dit ingrijpen verkort de uitstroomduur van de standaard 30 minuten naar 120 seconden.

Jurisprudentie² geeft weer dat deze kans niet realistisch is voor het verladen van benzine bij (onbemande) tankstations. De brancheorganisaties VNPI en NOVE staan achter deze uitspraak. Aanvullend stellen zij dat de uitstroomduur beperkt blijft tot 5 seconden.

De beschikbare jurisprudentie, grijze literatuur en mogelijke incident data aangeleverd door de brancheverenigingen zijn bestudeerd.

In Tabel 7-1 van Bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de onderzochte (grijze) literatuur over faalkansen van operators en chauffeurs. In de tabel staat een overzicht van de verschillende bronnen en de daarin genoemde faalkansen (en uitstroomduren waar deze ook genoemd waren). In geen van de bronnen (behalve de HRB) wordt genoemd wat een goede waarde voor de uitstroomduur zou zijn.

Op dit moment wordt in de HRB¹ een kans van 0,1 gehanteerd dat ingrijpen van een chauffeur faalt. Dit is de waarde die in de LPG integraal 1113³ studie is vastgesteld voor foutief (of niet) ingrijpen van een chauffeur in stressvolle omstandigheden en ook in het paarse boek⁴ is opgenomen.

Deze waarde wordt niet alleen in Nederland gebruikt, maar ook in studies van grote gerenommeerde onafhankelijke buitenlandse organisaties zoals INERIS⁵. Ook de HSE⁶ gebruikt 0,1 als kans op een menselijke fout, en beschouwt dit als een conservatieve waarde. In de Britse norm BS EN 615113:2003⁷ wordt uitgegaan van een faalkans van 0,1 voor een actie van een operator die op een alarm reageert. De faalkans voor een persoon in een stressvolle situatie is volgens INERIS en de Britse norm zelfs nog hoger, namelijk tussen de 0,5 en 1,0.

In de veel gebruikte risico-identificatietechniek layer of protection analysis (LOPA)

¹ Handleiding Risicoberekeningen Bevi v.3.3.

<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:281744&type=org&disposition=inline>

² Uitspraak 201200032/3/A4, Afdeling Bestuursrechtspraak, 17 december 2014.

³ LPG integraal studie 1113 Kansschatting LPG.

⁴ PGS 3 – Paarse boek. <http://www.publicatiereeksgevaarlijkstoffennl/publicaties/PGS3.html>

⁵ INERIS Study report Program 181 - DRA 77 : Control of accidental risks by technological and organizational arrangements (DRA-77) Approach for evaluating human safety barriers - Ω 20.

<http://www.ineris.fr/centredoc/omega20-version-anglaise-fpr-2-1390901620.pdf>

⁶ HSE Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (28/06/2012)

<http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/failure-rates.pdf>

⁷ BS EN 615113:2003 (annex F) Functional safety — Safety instrumented systems for the process industry sector — Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels.

wordt voor een menselijke respons op een uitzonderlijke situatie een faalkans van 0,1 toegekend. Deze waarde is afgeleid met behulp van de THERP⁸ methode en gepubliceerd in het CCPS handboek voor LOPA⁹.

Datum
23 juni 2017

Ons kenmerk
20170089 VLH HAS/Sta/sij

In een aantal bronnen wordt voor specifieke situaties een lagere faalfrequentie dan 0,1 aangehouden. Lees¹⁰ geeft de volgende twee voorbeelden die het dichtst bij de situatie van de chauffeur liggen:

Voor een Crystallizer plant:

- *“Operator fails to observe level indicator or take action – probability 0,04”*
- *“Operator fails to observe level alarm or take action – probability 0,03”*

Voor een propane pipeline:

- *“Pump in single or double operation stopped manually without isolating pipeline – probability 0,01/shutdown”*

Gezien de specifieke situaties is het de vraag is of deze lagere waarden wel passend zijn voor de situatie van een chauffeur van een tankwagen die tijdens een verlading bij een benzinestation op de noodstop moet drukken.

StAB¹¹ heeft in 2012 een advies geschreven waarin staat dat de faalkans van ingrijpen van een chauffeur bij een benzinestation 0 is. Het argument dat hiervoor wordt aangedragen is dat de faalfrequentie in de HRB van toepassing is op een operator in een procesomgeving, en niet voor een chauffeur die toezicht houdt tijdens een verlading bij een benzinestation. Ondanks dat de situatie van de chauffeur anders is dan die van een operator in een procesomgeving, betekent dit niet dat de faalkans van een chauffeur die op een knop moet drukken 0 is. Er zijn reële scenario's denkbaar waarin de chauffeur er niet in zou slagen op de noodstop te drukken, bijvoorbeeld als de chauffeur onwel wordt, of als deze afgeleid is en de uitstroming niet (op tijd) opmerkt.

De faalkans van 0,1 in het HRB komt dus overeen met de internationaal geaccepteerde en gebruikte waarden. Argumentatie om deze waarde aan te passen ontbreekt. Door de faalkans van 0,1 uit de HRB toe te passen op het ingrijpen van een chauffeur bij een benzinestation, wordt een conservatieve benadering gebruikt.

⁸ THERP, Swain A.D., Guttman, H.E., Handbook of Human Reliability Analysis with emphasis on Nuclear Power Plant Applications. NUREG/CR-1278, Washington, D.C.: US Nuclear Regulatory Commission, 1983. THERP. <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0712/ML071210299.pdf>

⁹ CCPS Guidelines for Initiating Events and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis. <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470343850.html>

¹⁰ Lees, Loss prevention in the process industries, second edition, Wiley, 1996.

¹¹ StAB advies Milieuvergunning onbemand tankstation Formule 2 Tankstations / Nic. De Groot B.V. te Sassenheim, kenmerk StAB-39075, 28 juni 2012.

3 Het vaststellen van realistische scenario's voor de afleverzuil

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

In het verleden is gerekend met een maximale uitstroom van 80 liter bij de afleverzuil. De branche geeft aan¹² dat bij aanwezigheid van uitstroombeperkende maatregelen (afslagvoorziening/brekkoppeling) de maximale uitstroom de inhoud van de afleverslang is. Geschat is dat de lengte van de slang 4 m bedraagt en de diameter 3 cm, wat neerkomt op een inhoud van 2,8 liter.

Bij de aanwezigheid van de brekkoppeling is het realistische scenario dat er maximaal 2,8 liter benzine uitstroomt. Deze uitstroomhoeveelheid is zo beperkt dat de afleverzuil geen bijdrage levert aan het risico voor de omgeving. Een brekkoppeling op de afleverzuil is echter niet verplicht aanwezig. Om die reden wordt het falen van de afleverslang met 80 liter uitstroming wel meegenomen in de risicoberekening in Hoofdstuk 4, en wordt in Hoofdstuk 5 de aanwezigheid van een brekkoppeling doorgerekend als onderdeel van de analyse van maatregelen.

De basis faalfrequentie van de afleverslang is 10^{-4} per jaar¹³. Dit is in 1989 op basis van casuïstiek met aanvullende aannames bepaald. Wanneer we aannemen dat het falen van de afleverslang met maximale uitstroom (80 liter) alleen kan plaatsvinden wanneer de pomp is vrijgegeven, en dat dit gelijk is aan de tankduur per jaar, dan wordt de faalfrequentie bij een tanksnelheid van 40 liter per minuut; $9,51 \cdot 10^{-6}$ per jaar bij een doorzet van 2000 m³ per jaar en $1,43 \cdot 10^{-5}$ per jaar bij een doorzet van 3000 m³ per jaar.

¹² Overleg QRA-scenario's benzinestations tussen RIVM, VNPI en NOVE, d.d. 11 juli 2016.

¹³ IBEV. Creditcard benzinestations, minimum afstanden tot externe objecten veiligheidsaspect. 1989.

4 Risicoberekening standaard benzinestation

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

4.1 Inleiding

De gevaaraspecten van benzinestations worden gevormd door de mogelijkheid dat bij een incident een hoeveelheid brandbare vloeistof kan vrijkomen. De risico's met betrekking tot het verladen zijn doorgerekend. Het ondergrondse reservoir en de afleverzuil worden niet beschouwd. Vanuit een externe veiligheids-perspectief is er geen verschil tussen onbemande en bemande benzinestations. De uitkomsten van de risicoberekeningen gelden voor beide vormen.

4.2 Aannames risicoanalyse

- Verdeling van weertypen, windrichtingen en windsnelheden: Nederlands gemiddelde.
- Afstand tot de terreingrens: 10 meter vanaf het vulpunt, 1 meter¹⁴ vanaf de afleverzuil
- Ruwheidslengte van de omgeving: 0,3 meter
- Omgevingstemperatuur: 9 °C
- Risicoafstanden: de afstand van het middelpunt (de risicobron) tot de risicocontour, afgerond op één meter.
- De hoogte van de vloeistofkolom (tank head) is geschat op 1 meter voor de leidingen en de tankauto.

De tankauto's die de tankstations bevoorraden hebben een maximale tankinhoud van 52,5 m³ en bestaan veelal uit 4 tot 5 compartimenten. De maximale inhoud van een compartiment is 14,7 m³¹⁵. De benzine wordt met behulp van een 3-inch slang met een snelheid van 600 liter per minuut door middel van zwaartekrachtlossing in een ondergronds reservoir gebracht. De lengte van de losslang is 10 meter.

De scenario's in Tabel 4-1 worden voorzien voor een tankstation met een jaaromzet van 2000 m³/jaar¹⁶, bij overslag vanuit een tankauto. De scenario's in Tabel 4-1 worden voorzien voor een tankstation met een jaaromzet van 3000 m³/jaar, bij overslag vanuit een tankauto. De scenario's en faalfrequenties komen overeen met deze uit Handleiding Risicoberekeningen Bevi. De basisfaalfrequenties worden vermenigvuldigd met een omrekenfactor voor de aanwezigheidsduur om zo tot de uiteindelijke faalfrequenties te komen. De faalfrequentie voor het scenario waarin de tankauto faalt t.g.v. externe beschadiging is gebaseerd op de rekenmethodiek LNG tankstations¹⁷.

¹⁴ Gezien de aanwezigheid van auto's en personen rond de afleverzuil zelf, is een zeer beperkte terreingrens aangehouden voor de afleverzuil. Dit betekent dat buiten deze grens, de wolk altijd ontsteekt bij de maximale wolkomvang. Rond het vulpunt is een afstand van 10 meter aangehouden tot de terreingrens.

¹⁵ Risicobeoordeling Brandstof Bevoorrading Tankstations. Rapport van VNPI mede namens BOVAG/BETA/NOVE, versie 7, d.d. 14 juli 2014.

¹⁶ Uit gegevens over 2005 blijkt dat 32% van de tankstations in Nederland een doorzet heeft van 1001 tot 2000 m³ per jaar. Daarnaast heeft 33% een doorzet kleiner dan 1000 m³ per jaar. De resterende 35% van de tankstations heeft een doorzet van meer dan 2001 m³ per jaar, waarvan het merendeel tankstations betreft met een doorzet tot 3000 m³ per jaar (18%). Gegevens verkregen van BOVAG (2004-2005), Catalist Ltd (2005) en VNPI.

¹⁷ Rekenmethodiek LNG tankstations versie 1.0.1, d.d. 2 februari 2015.

Tabel 4-1 Overzicht scenario's en faalfrequenties bij een doorzet van 2000 m³ per jaar.

Scenario	Basisfaal-frequentie	Omreken-factor	Faal-frequentie doorzet 2000 m ³ (jaar ⁻¹)
T.1 Instantaan falen tankauto ¹⁸	1,0 x 10 ⁻⁵ /jaar	83/8766 uur	9,46 x 10 ⁻⁸
T.2 Continu gat grootste aansluiting tankauto	5,0 x 10 ⁻⁷ /jaar	83/8766 uur	4,73 x 10 ⁻⁹
L.1a Slangbreuk – ingrijpen chauffeur slaagt	4,0 x 10 ⁻⁶ /uur	56 uur Slaagkans chauffeur: 0,9	2,01 x 10 ⁻⁴
L.1b Slangbreuk – ingrijpen chauffeur faalt	4,0 x 10 ⁻⁶ /uur	56 uur Faalkans chauffeur: 0,1	2,24 x 10 ⁻⁵
L.2 Slanglek	4,0 x 10 ⁻⁵ /uur	56 uur	2,24 x 10 ⁻³
P.1 Instantaan vrijkomen gehele inhoud tijdens verlading, plasbrand	5,8 x 10 ⁻⁹ /uur	56 uur	3,24 x 10 ⁻⁷
B.1 Falen tankauto t.g.v. externe beschadiging (botsing)	2,3 x 10 ⁻⁷ /50 uur aanwezigheid	83 uur aanwezig	3,81 x 10 ⁻⁷
A.1 Falen aflever slang, geen breekkoppeling	1,0 x 10 ⁻⁴ per jaar	833 uur verladen / 8766	9,51 x 10 ⁻⁶

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 4-2 Overzicht scenario's en faalfrequenties bij een doorzet van 3000 m³ per jaar

Scenario	Basisfaal-frequentie	Omreken-factor	Faal-frequentie doorzet 3000 m ³ (jaar ⁻¹)
T.1 Instantaan falen tankauto ¹⁹	1,0 x 10 ⁻⁵ /jaar	125/8766 uur	1,43 x 10 ⁻⁷
T.2 Continu gat grootste aansluiting tankauto	5,0 x 10 ⁻⁷ /jaar	125/8766 uur	7,13 x 10 ⁻⁹

¹⁸ De totale verladingduur bij een lossnelheid van 600 liter per minuut is 56 uur per jaar. Er wordt uitgegaan van een verladingduur van 40 minuten per verlading, wat neerkomt op 83 verladingen per jaar. De totale aanwezigheidsduur van de tankauto is 1 uur per verlading x 83 verladingen is 83 uur.

¹⁹ De totale verladingduur bij een lossnelheid van 600 liter per minuut is 83 uur per jaar. Er wordt uitgegaan van een verladingduur van 40 minuten per verlading, wat neerkomt op 125 verladingen per jaar. De totale aanwezigheidsduur van de tankauto is 1 uur per verlading x 125 verladingen is 125 uur.

L.1a Slangbreuk – ingrijpen chauffeur slaagt	$4,0 \times 10^{-6}$ /uur	83 uur Slaagkans chauffeur: 0,9	$3,00 \times 10^{-4}$
L.1b Slangbreuk – ingrijpen chauffeur faalt	$4,0 \times 10^{-6}$ /uur	83 uur Faalkans chauffeur: 0,1	$3,32 \times 10^{-5}$
L.2 Slanglek	$4,0 \times 10^{-5}$ /uur	83 uur	$3,32 \times 10^{-3}$
P.1 Instantaan vrijkomen gehele inhoud tijdens verlading, plasbrand	$5,8 \times 10^{-9}$ /uur	83 uur	$4,81 \times 10^{-7}$
B.1 Falen tankauto t.g.v. externe beschadiging (botsing)	$2,3 \times 10^{-7}$ /50 uur aanwezigheid	125 uur aanwezig	$5,75 \times 10^{-7}$
A.1 Falen aflever slang, geen brekkoppeling	$1,0 \times 10^{-4}$ per jaar	1250 uur verladen / 8766	$1,43 \times 10^{-5}$

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Scenario's waarin de tankauto faalt (Bleve) door brand in de omgeving, zijn niet meegenomen. In tegenstelling tot tankauto's die tot vloeistof verdichte gassen leveren, wordt aangenomen dat de druk in atmosferische tankauto's niet dermate hoog wordt dat er een Bleve plaats kan vinden.

Bij het instantaan falen van de tankauto stroomt de gehele tankauto ($52,5 \text{ m}^3$) leeg. Bij de overige scenario's (T.2, L.1, L.2, B.1) stroomt er maximaal één compartiment leeg ($14,7 \text{ m}^3$).

Bij het vrijkomen van de inhoud van de tankauto is een maximale plasafmeting van 1600 m^2 gehanteerd. Deze afmeting is gebaseerd op de HART (versie 1.1, april 2015) en op de locatie-specifieke kenmerken van benzinestations. Er is gerekend met n-hexaan als voorbeeldstof.

De risicoberekening is uitgevoerd voor twee typen doorzet. Bij de analyse van maatregelen worden de volgende aspecten van deze standaard stations gevarieerd, vetgedrukt de gebruikte waarde in deze generieke risicoberekening;

- Lengte losslang; 4 meter, **10 meter**
- Slaagkans ingrijpen chauffeur; **0,9**, 1,0
- Uitstroomduur na succesvol ingrijpen; **120 s**, 5 s
- Maximale plasgrootte; ongelimiteerd, **1600 m²**, 600 m², 150 m²
- Faalfrequentie slangbreuk; **4,0E-06**, 4,0E-07, 4,0E-08
- Aanwezigheid van afslagvoorziening aflever slang; ja, **nee**

4.3 Resultaten

De volgende uitkomsten zijn bepaald:

- Afstand tot de PR 10^{-6} contour en de maatgevende scenario's voor dit risiconiveau met de bijbehorende effectafstanden.
- Het scenario met de grootste effectafstand. Dat is de afstand tot 1% letaliteit ofwel een warmtestraling van 10 kW/m^2 .

De uitkomsten in Tabel 4-3 en Tabel 4-4 geven het cumulatieve risico weer van zowel verlading als aflevering aan auto's. Hierbij draagt het falen van de aflever slang niet bij aan het risico op 24 meter (afstand tot PR 10^{-6}) van het gehele tankstation. Wanneer het falen van de aflever slang apart wordt doorgerekend, levert dit een PR 10^{-6} op van 10 meter met een effectafstand van 19 meter

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 4-3 Afstand tot de PR 10^{-6} contour en de maatgevende scenario's met bijbehorende effectafstanden voor een benzinestation met een doorzet van 2000 m³ per jaar en 3000 m³ per jaar.

Uitvoeringstype	Afstand tot PR 10^{-6}	Maatgevende scenario's	Effectafstand
Benzinestation met een doorzet van 2000 m ³ . Slaagkans chauffeur 0,9, uitstroomduur 120 s bij succesvol ingrijpen. Plasgrootte gemaximaliseerd op 1600 m ² .	24 meter	L.1a Slangbreuk - ingrijpen slaagt (56%)	28 meter
		P.1 Brand onder tankauto (27%)	40 meter
		B.1 Externe beschadiging (9%)	39 meter
		L.1b Slangbreuk - ingrijpen faalt (6%)	28 meter
Benzinestation met een doorzet van 3000 m ³ . Slaagkans chauffeur 0,9, uitstroomduur 120 s bij succesvol ingrijpen. Plasgrootte gemaximaliseerd op 1600 m ² .	25 meter	L.1a Slangbreuk - ingrijpen slaagt (54%)	28 meter
		P.1 Brand onder tankauto (27%)	40 meter
		B.1 Externe beschadiging (11%)	39 meter
		L.1b Slangbreuk - ingrijpen faalt (6%)	28 meter

Tabel 4-4 Die drie scenario's met de grootste effectafstanden

Uitvoeringstype	Scenario	Effectafstand
Benzinestation met een doorzet van 2000 m ³ . Slaagkans chauffeur 0,9, uitstroomduur 120 s bij succesvol ingrijpen. Plasgrootte gemaximaliseerd op 1600 m ² .	P.1 Brand onder tankauto	40 meter
	B.1 Externe beschadiging	39 meter
	T.1 Instantaan falen tankauto	39 meter
Benzinestation met een doorzet van 3000 m ³ . Slaagkans chauffeur 0,9, uitstroomduur 120 s bij succesvol ingrijpen. Plasgrootte gemaximaliseerd op 1600 m ² .	P.1 Brand onder tankauto	40 meter
	B.1 Externe beschadiging	39 meter
	T.1 Instantaan falen tankauto	39 meter

5 Analyse effecten van maatregelen

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Analyse

Inzicht in hoe verschillende maatregelen en variaties in tankstations doorwerken op de risico- en effectafstanden wordt verkregen door het doorrekenen van het effect van verschillende uitgangspunten, zoals ingrijptijd van de chauffeur en variaties in de grootte van de tankput.

5.1 Variaties

Grootte tankput

In de analyse worden de volgende variaties in grootte van de tankput meegenomen;

- Geen tankput
- 1600 m²
- 600 m²
- 150 m²

Lengte losslang

In de analyse wordt een lengte van de losslang van 4 en van 10 meter doorgerekend.

Ingrijpen chauffeur

In Hoofdstuk 2 is uiteengezet wat er in de literatuur bekend is over de slaagkans van het ingrijpen van een chauffeur en de uitstroomduur na succesvol ingrijpen. De conclusie van Hoofdstuk 2 is dat de kans en uitstroomduur uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi gepast is voor benzinetankstations. Voor volledigheid wordt het effect van een hogere slaagkans (100%) en lagere uitstroomduur (5 seconden) op de risicoafstand in beeld gebracht.

Faalfrequentie slangbreuk

In de Handleiding Risicoberekeningen Bevi wordt voor breuk van een losslang een faalfrequentie van 4,0E-06 /uur aangehouden. In de analyse is deze frequentie met een factor 10 en 100 verlaagd.

Brekkoppeling

Het effect van de aanwezigheid van een brekkoppeling die de uitstroom beperkt (tot 2,8 liter) bij het breken van de afleverslang.

5.2 Resultaten

Gezien de beperkte verschillen tussen een tankstation met een doorzet van 2000 m³ en 3000 m³ wordt de doorzet niet gevarieerd in de analyse. Er wordt uitgegaan van een tankstation met een doorzet van 2000 m³. Tabel 5-1 geeft de resultaten weer voor de effecten van de variaties bij verlading, bij verschillende grootte tankput.

Datum
23 juni 2017

Ons kenmerk
20170089 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 5-1 Afstand (m) tot PR 10^{-6} variatie verlading

	geen tankput	tankput 1600 m ²	tankput 600 m ²	tankput 150 m ²
Standaard 2000 m³ doorzet tankstation	25	24	24	24
Slaagkans ingrijpen chauffeur aangepast naar 1,0 met 5 seconden uitstroomduur	25	24	24	24
Lengte losslang verkort tot 4 meter	26	25	24	24
Factor 10 verlaagde frequentie slangbreuk toegepast	14	12	11	10
Factor 100 verlaagde frequentie slangbreuk toegepast	11	10	10	10
Brekkoppeling toegevoegd	25	24	24	24

Grootte tankput

Tabel 5-1 laat zien dat een tankput slechts beperkt invloed heeft op de afstand tot de PR 10^{-6} . Het scenario dat het sterkst bijdraagt aan het risico is het falen van de losslang. Hierbij ontstaat een plasbrand met een oppervlakte van nog geen 300 m². Bij een tankput van 150 m² wordt het oppervlak van de plas bij het scenario falen van de losslang gelimiteerd. Er is echter wel sprake van een hogere warmtestraling, wat het effect van de kleinere plasgrootte teniet doet.

Lengte losslang

Een kortere losslang zorgt voor een hogere uitstroomsnelheid en hoeveelheid en daarmee voor een wat grotere afstand tot de PR 10^{-6} .

Ingrijpen chauffeur

Tabel 5-1 laat ook zien dat de kans op het slagen van het ingrijpen van de chauffeur verhogen en de uitstroomduur verlagen, geen invloed heeft op de risicoafstanden. Het scenario "breken losslang, ingrijpen slaagt" draagt (zie Tabel 4-3) sterk bij aan het risico. Bij een gereduceerde uitstroomduur van 5 seconden ontstaat een plas met dezelfde diameter als bij de standaard uitgangspunten, maar is de plasbrand sneller beëindigd. In de modellering wordt echter uitgegaan van een blootstellingsduur van 20 seconden, waardoor de lagere uitstroomduur geen effect heeft.

Faalfrequentie slangbreuk

Het verlagen van de faalfrequentie van het scenario slangbreuk heeft het sterkste effect op de risicocontouren, aangezien dit ook het scenario is dat voor het standaard tankstation (Hoofdstuk 4) het sterkst bijdraagt aan het risico. Wanneer de faalfrequentie verlaagd wordt met een factor 10, draagt het scenario plasbrand door brand onder de tankauto sterker bij aan de PR 10^{-6} contour. Bij dit scenario is de grootte van de tankput van invloed, wat terug te zien is in de afnemende risicocontour.

Wanneer de faalfrequentie verlaagd wordt met een factor 100, is het scenario "lek van de losslang" nodig om tot een PR 10^{-6} te komen. Dit scenario heeft een effectafstand van ongeveer 10 meter en de grootte van de tankput heeft geen invloed hierop.

Brekkoppeling afleverslang

Wanneer er geen brekkoppeling aanwezig is, heeft dit geen invloed op de PR 10^{-6} van het totale benzinestation. Deze wordt namelijk bepaald door het vulpunt bij de verlading. Wanneer de afleverzuil afzonderlijk wordt doorgerekend is de afstand tot de PR 10^{-6} -contour 10 meter, wanneer de brekkoppeling wel aanwezig is, is er geen PR 10^{-6} -contour voor alleen de afleverzuil.

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

6 Samenvattende conclusie

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

De risicoberekening laat zien dat de risico's voor een benzinetankstation voornamelijk bepaald worden door het vulpunt van de verlading. Wanneer de risico's van de afleverzuil en het vulpunt gezamenlijk worden doorgerekend (cumulatief risico), wordt de afstand tot de PR 10^{-6} op 24 meter volledig bepaald door het vulpunt. Wanneer de risico's van de afleverzuil en het vulpunt afzonderlijk worden bepaald, levert dit een PR 10^{-6} van 10 meter op voor de afleverzuil en een PR 10^{-6} van 24 meter voor het vulpunt. Er zijn vanuit een omgevingsveiligheid perspectief geen verschillen tussen een onbemand of bemand benzinetankstation.

De analyse van de effecten van maatregelen laat zien dat de risicoafstand door de afleverzuil tot nul te reduceren is door een breekkoppeling te gebruiken. Maatregelen als het ingrijpen van de chauffeur of de aanwezigheid van een tankput leiden niet tot kleinere risicoafstanden vanaf het vulpunt. Een lagere faalfrequentie van het uitstroom scenario "slangbreuk", reduceert deze risicoafstanden wel. Op dit moment loopt een onderzoek naar het actualiseren van deze faalfrequenties.

Bijlage 1 Bronnen faalkansen ingrijpen chauffeur of operator

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

Tabel 7-1: Overzicht van bronnen met daarin vermeldde faalkansen voor diverse varianten van het ingrijpen van een chauffeur of operator.

Bron	Systeem	Faalkans per aanspraak	Uitstroom	Toelichting/hoofdstuk
HRB ¹	Ingrijpen chauffeur bij benzine-tankstation	1E-1	120 s	Module C §4.2.6 en H14 §4.2.6 Wordt verwezen naar LPG integraal 1113
HRB ¹	Automatisch in-bloksysteem (zonder operator)	1E-3	120 s	Module C §4.2.2.2 en H14 §4.2.2
StAB ¹¹	Ingrijpen chauffeur bij benzine-tankstation	0	120 s	p. 16 en p. 24 Niet letterlijk gezegd dat de faalkans 0 is, maar wel dat uitgegaan mag worden van een uitstroomduur van 120 s (impliceert faalkans van 0)
Paarse boek ⁴	Automatische detectie + handmatige afsluiting	1E-2	-	§ 4.4.1 (p. 4.5) Gecombineerde faalkans: kans dat chauffeur faalt is 0,1
Paarse boek ⁴	Automatische detectie + automatisch afsluiting	1E-3	-	§ 4.4.1 (p. 4.5)
LPG integraal 1113 ³	Tijdens overslag-procedures	1E-4 – 5E-3	-	§2.6.6 tabel 2.7 handelingsfout – controle/signaleringsfout
LPG integraal 1113 ³	Foutief/niet ingrijpen onder "high-stress" omstandigheden	5E-2 – 1E-1	-	§2.6.6 tabel 2.8 operator – chauffeur
LNE Handboek faalfre-	Ingrijpen chauffeur bij benzine-tankstation	1E-1	120 s	Zelfde faalkans, uitstroomduur en voorwaarden als in HRB

quen- ties ²⁰				
AMINAL ²¹	Eenvoudige handeling (zoals knop indrukken)	1E-	-	Tabel 4.14.b Bron: artikel Hunns - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0142694X81900247
AMINAL ²¹	Zeer complexe taak met beperkte tijd van uitvoering	1E-1	-	Tabel 4.14.b Bron: artikel Hunns
Lees ¹⁰	Crystallizer plant: Operator fails to observe level indicator or take action	4E-2	-	H 14 tabel 14.16 Referenties: Lees 1983, Lawley 1974, 1980
Lees ¹⁰	Crystallizer plant: Operator fails to observe level alarm or take action	3E-2	-	H 14 tabel 14.16 Referenties: Lees 1983, Lawley 1974, 1980
Lees ¹⁰	Propane pipeline: Pump in single or double operation stopped manually without isolating pipeline	1E-2	-	H 14 tabel 14.16 Referenties: Lees 1983, Lawley 1974, 1980
HSE ⁶	Human error potential	1E-1	-	197 en 198. 0,1 wordt beschouwd als conservatieve schatting. Als lagere waarden dan 0,1 worden aangenomen moet worden aangetoond waarom dit mag.
BS EN	Human	1E-2 – 1E-4	-	Annex F part 3, tabel F.3

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij

²⁰ Vlaamse Overheid, departement LNE, Handboek Faalfrequenties voor het opstellen van een veiligheidsrapport, 2009. <https://www.lne.be/sites/default/files/atoms/files/Handboek%20Faalfrequenties.pdf>

²¹ AMINAL Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid Cel Veiligheidsrapportering, Handboek kanscijfers voor het opstellen van een veiligheidsrapport. Gecoördineerde versie 2.0. 2004.

61511-3:2003 ⁷	performance (trained, no stress)			
BS EN 61511-3:2003 ⁷	Human performance (under stress)	5E-1 – 1	-	Annex F part 3, tabel F.3
BS EN 61511-3:2003 ⁷	Operator response to alarms	1E-1	-	Annex F part 3, tabel F.3 Operator is altijd aanwezig in de control room
INERIS SRP 181 - DRA 77 ⁵	Action of a trained and unstressed human	1E-2 – 1E-4	-	§2.2.3 nominal human failure probability of 1E-2
INERIS SRP 181 - DRA 77 ⁵	Response of an operator to an alarm	1E-1	-	§2.2.3
INERIS SRP 181 - DRA 77 ⁵	Action of a stressed human	5E-1 – 1	-	§2.2.3
CCPS ⁹	Human response to an abnormal condition	1E-1	-	Tabel 5.46 Gebaseerd op THERP ⁸ tabel 15-3 (kanttekening: waarden komen niet overeen met de tabel)

Datum

23 juni 2017

Ons kenmerk

20170089 VLH HAS/Sta/sij