

Modellerings gascilinders uit Handleiding Risicoberekeningen BEVI concept versie 1.4

Datum: 18 januari 2008
Uitvoerder: Centrum Externe Veiligheid (cev@rivm.nl)

Gascilinders zijn verwijderd uit de nieuwe Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 3.0 omdat het een aparte categorie is geworden. Er zijn geen risicotechnische redenen geweest voor deze wijziging. Tot het moment van uitkomen van een nieuwe versie van de Handleiding kunt u de modellering zoals beschreven in conceptversie 1.4 van 2 juli 2007 gebruiken. Hoofdstuk 3.11: Gascilinder en de Toelichting uit de Handleiding Risicoberekeningen Bevi conceptversie 1.4 worden tot die tijd op deze wijze beschikbaar gesteld via het Milieuportaal van het RIVM.

3.11 Gascilinder

3.11.1 Definitie

Onder gascilinders worden naadloze verplaatsbare drukhouders verstaan met een waterinhoud van minder dan 150 liter. Gascontainers met een waterinhoud groter dan 150 liter worden beschouwd als drukvaten. Gaspatronen (UN 2037) en spuitbussen (UN 1950) vallen ook niet onder deze definitie.

3.11.2 Kenmerken

Gascilinders worden gebruikt voor opslag en transport van samengeperste gassen, vloeibaar gemaakte gassen en opgeloste gassen. Naast enkelvoudige gascilinders, worden ook cilinderpakketten toegepast. In cilinderpakketten staan de gascilinders door middel van leidingen in open verbinding met elkaar.

3.11.3 Scenario's

De scenario's en faalfrequenties voor een gascilinder gelden voor opslag- en opstelplaatsen voor gascilinders en cilinderpakketten – zowel uitpandige als inpandige opslag – inclusief de aan- en afvoer van de gascilinders en cilinderpakketten. Omdat het vullen van gascilinders – vanuit het oogpunt van externe veiligheid – geen extra risicobron vormt, zijn deze scenario's ook van toepasbaar voor gascilinders bij vulstations. De scenario's en faalfrequenties voor een gascilinder zijn gegeven in Tabel 1 en Tabel 2.

Tabel 1 Scenario's voor een gascilinder

	Frequentie (per jaar)
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de gascilinder	5×10^{-7}
2. Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 3,3 mm	5×10^{-7}
3. Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie tabel 2

Tabel 2 Scenario's voor brand in een opslag

Scenario's	Frequentie (per jaar)	%falen van cilinders in opslag	simultaan falen?
Buitenopslag PLASBRAND: Brandbare vloeistoffen aanwezig nabij de gascilinders (< 10 meter)	1×10^{-5}	50%	Ja
GEVELBRAND: gascilinders opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen	1×10^{-5}	10%	Nee
BRAND OVERIG: grote hoeveelheid brandbare materialen aanwezig nabij de gascilinders	1×10^{-5}	10%	Nee
in pandige opslag BRAND	1×10^{-5}	50%	Nee

Aandachtspunten:

1. De scenario's zijn bedoeld voor de (grootschalige) opslag van gascilinders en niet voor enkele losse gascilinders bij bedrijven
2. Voor een cilinderpakket met N gascilinders dient alleen het scenario 'instantaan falen' meegenomen te worden met een faalfrequentie gelijk aan $N \times 5 \times 10^{-7}$ per jaar. Bij het instantaan falen van één gascilinder zal de gehele inhoud van het cilinderpakket vrijkomen. De uitstroming kan worden beschouwd als het instantaan falen van de eerste cilinder, waarna de inhoud van de overige $N - 1$ cilinders door middel van een 5 mm gat uitstroomt. Het instantaan falen van het gehele cilinderpakket wordt niet aannemelijk geacht.
3. Tegenwoordig zijn er kunststof cilinders met propaan en butaan verkrijgbaar. Testen hebben aangetoond dat het scenario instantaan falen bij deze cilinders niet aannemelijk is. In geval van brand smelt de kunststof en komt de propaan of butaan min of meer gecontroleerd vrij (door de minuscule openingen tussen de koolstofvezels). In plaats van een BLEVE dient dit verschijnsel als een plasbrand van propaan of butaan te worden gemodelleerd.
In geval van brand in een opslag met kunststof cilinders zullen alle aanwezige cilinders 'uitbranden' (en dus niet instantaan falen), hetgeen kan worden gemodelleerd als een plasbrand van propaan of butaan ter grootte van de opslag met kunststof cilinders.
4. Het is niet aannemelijk dat langdurige brand uitbreekt in een opslag- en opstelplaats voor gascilinders ten gevolge van het falen van een cilinder met brandbaar gas. Daarvoor is de inhoud van een gascilinder namelijk te klein. Wel kan een brand uitbreken door de aanwezigheid van brandbare (vloeistof)stoffen in de directe nabijheid van de opslaglocatie, waardoor gascilinders worden aangestraald (of midden in een plasbrand komen te staan). Pas bij een langdurige brand zal een deel van de opgeslagen cilinders kunnen falen. Het meenemen van het brandscenario is dus afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden. In veel gevallen kan dit scenario worden uitgesloten.
 - a Wanneer er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in de nabijheid van een gascilindersopslag aanwezig zijn, worden de scenario "plasbrand" en "brand overig" niet aannemelijk geacht.
 - b Voor scenario "gevelbrand" geldt dat het betreffende gebouw volgens de PGS 15 richtlijn in ieder geval 60 minuten brandwerend dient te zijn uitgevoerd. Desondanks is een gevelbrand niet volledig uit te sluiten.

- c Scenario “brand in een inpandige opslag” tenslotte wordt niet aannemelijk geacht indien de constructie van de betreffende opslagruimte van onbrandbaar materiaal is vervaardigd en er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in zowel dezelfde ruimte als in aangrenzende ruimten zijn opgeslagen. De effecten van een inpandige opslag worden gemodelleerd als buiten zijnde.
- d Indien brandbare vloeistoffen in de nabijheid van gascilinders aanwezig zijn, kan een plasbrand ontstaan waarbij simultaan falen van meerdere gascilinders niet is uit te sluiten. Bij opslagen van cilinders met brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen resulteert dit in gecumuleerde warmtestraling, hetgeen tot grotere effectafstanden zal leiden. Bij de overige gassen heeft het simultaan falen geen extra effecten tot gevolg (zie ook aandachtspunt 4).

Indien brand niet kan worden uitgesloten, moet de kans op brand van 1×10^{-5} per jaar voor elke opslag afzonderlijk toegepast worden.

- 5. In geval van brand rond de gascilinders komt de cilinderinhoud instantaan vrij. Wanneer het een plasbrand betreft, is het simultaan falen van meerdere cilinders tegelijk niet uit te sluiten. Bij brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen leidt dit tot gecumuleerde warmtestraling en grotere effecten. Het simultaan falen van tot vloeistof verdichte brandbare gassen wordt gemodelleerd als een BLEVE waarvan de massa gelijk is aan die van 5% van de falende cilinders, met een maximum van 10 stuks. In overige gevallen wordt de BLEVE gemodelleerd als de BLEVE van de grootste gascilinder.
- 6. Het aantal falende cilinders in een buitenopslag is in het geval van een plasbrand 50% van het aantal cilinders in de opslag. Bij de overige brandscenario's kan 10% worden aangehouden. Dit geldt voor alle locaties waar cilinders zijn opgeslagen en langdurige brand kan optreden. Bij een brand in een binnenopslag bedraagt het aantal falende cilinders in alle gevallen 50% van het aantal cilinders in de opslag.

3.11.4 Voorbeeld berekening

Op een inrichting worden de volgende aantallen cilinders opgeslagen:

- 200 cilinders propaan à 112 liter (± 50 kg)
- 10 cilinders ammoniak à 79 liter (± 40 kg)
- 500 cilinders stikstof à 50 liter (± 12 kg, 200 bar),
- één cilinderpakket bestaande uit 16 cilinders stikstof (16×12 kg, 200 bar)

In Tabel 3 en Tabel 4 zijn de relevante ongevalsscenario's met bijbehorende faalkans en effectafstand weergegeven.

Tabel 3 Ongevalsescenario's m.b.t. 'losse' propaan, ammoniak en stikstof gascilinders (voorbeeld)

	Scenario	Frequentie (per jaar)	Effectafstand 1% letaliteit
Propaan			
Instantaan, directe ontsteking	BLEVE	$200 \times 20\% \times 5 \times 10^{-7}$	10 m
Instantaan, vertraagde ontsteking ^a	Flash fire	$200 \times 80\% \times 5 \times 10^{-7}$	10 – 30 m
Lekkage 3,3 mm gat	Fakkelt, 10 kW/m ²	$200 \times 5 \times 10^{-7}$	0 – 10 m
Instantaan – fysische explosie	Explosie	$200 \times 5 \times 10^{-7}$	n.v.t. ^b
Ammoniak			
Instantaan	Tox. wolk	$10 \times 5 \times 10^{-7}$	10 m
Lekkage 3,3 mm gat	Tox. wolk	$10 \times 5 \times 10^{-7}$	10 – 30 m
Instantaan – fysische explosie	Explosie	$10 \times 5 \times 10^{-7}$	n.v.t. ^b
Stikstof			
Instantaan – fysische explosie	Explosie	$500 \times 5 \times 10^{-7}$	n.v.t. ^b

Tabel 4 Ongevalsescenario's m.b.t. cilinderpakket (voorbeeld)

Cilinderpakket	Scenario	Frequentie (per jaar)	Effectafstand 1% letaliteit
Instantaan falen – fysische explosie 1 cilinder + uitstroming inhoud 15 cilinders	Explosie	$16 \times 5 \times 10^{-7}$	n.v.t. (b)

- a Bij de berekening van het plaatsgebonden risico dient er volgens het Paarse Boek van uit te worden gegaan dat iedere gaswolk ontsteekt ('vrije veld'-methode). De variatie in afstand wordt bepaald door de weerklasse.
- b De effecten van een fysische explosie zijn beperkt en worden niet meegenomen.

Indien het scenario 'gevelbrand' (zie table 2) bij een opslagplaats met propaancilinders mogelijk wordt geacht, dient het scenario eveneens te worden meegenomen (uitgaande van één opslaglocatie binnen de inrichting), zie Tabel 5.

Tabel 5 Ongevalsescenario's m.b.t. brand (voorbeeld)

Propaan ^c	Scenario	Frequentie (per jaar)	Effectafstand 1% letaliteit
Brand (10% van de gascilinders faalt)	BLEVE	1×10^{-5}	10 m

- c Ook 10% van de gascilinders met ammoniak en stikstof zullen instantaan falen

3.17 Verantwoording

Gascilinder

In het Paarse Boek (PGS 3) was geen methode beschreven voor het uitvoeren van een QRA voor een opslag met gascilinders (flessen). Er is daarom een richtlijn opgesteld voor opslag- en opstelplaatsen van gascilinders. Hiertoe zijn QRA's van verschillende adviesbureaus bestudeerd, heeft een bedrijfsbezoek plaatsgevonden en heeft afstemming plaatsgevonden met twee adviesbureaus en de PGS 15 werkgroep gascilinders, welke betrokken is bij de herziening van de PGS 15 richtlijn. In deze werkgroep zijn onder andere de branchevereniging voor industriële gassen (VFIG), de Vereniging Vloeibaar Gas en de FME vertegenwoordigd.

Uitgangspunten

De richtlijn heeft betrekking op opslag- en opstelplaatsen voor gascilinders - zowel buiten- als inpandige opslag - inclusief de aan- en afvoer van de cilinders. Omdat het vullen van gascilinders - vanuit het oogpunt van externe veiligheid - geen extra risicobron vormt^a, is de richtlijn ook voor gascilinders bij vulstations van toepassing.

De richtlijn geldt niet voor de opslag van spuitbussen. Deze vormen namelijk geen extern veiligheidsrisico. Ook voor gascontainers met een (water)inhoud groter dan 150 liter^b en activiteiten met betrekking tot de opslag, aan- en afvoer van gas in bulkhoeveelheden is de richtlijn niet van toepassing. Hiervoor kunnen de scenario's met betrekking tot druk/procesvaten uit het Paarse Boek worden gehanteerd.

Aan de richtlijn ligt geen wetenschappelijke studie ten grondslag. De richtlijn is het resultaat van een pragmatische aanpak om tot een uniformere werkwijze te komen bij het in kaart brengen van de risico's van opslagplaatsen van gascilinders.

Falen van een enkele gascilinder of een cilinderpakket

In het Paarse Boek wordt melding gemaakt van een faalkans van 1×10^{-6} per gascilinder per jaar. Er wordt geen nader onderscheid gemaakt naar deelactiviteiten zoals aanvoer, vullen, intern transport, opslag en afvoer. Omdat veel faaloorzaken tot zowel een explosie als lekkage kunnen leiden, wordt volgens een studie waarnaar AMINAL in het Handboek kanscijfers refereert aanbevolen de uitstroming in 50% van de gevallen als instantaan vrijkomen van de gehele inhoud van de gascilinder te modelleren en de andere 50% als uitstroming uit een 3,3 mm gat.

In cilinderpakketten staan de gascilinders door middel van leidingen in open verbinding met elkaar. Voor een cilinderpakket met N gascilinders dient een faalkans van $N \times 10^{-6}$ per jaar te worden gehanteerd. Bij het falen van één gascilinder zal de gehele inhoud van het cilinderpakket vrijkomen. Opnieuw zal ook hier zowel instantane als continue uitstroming van de cilinderinhoud van de eerste gascilinder kunnen plaats vinden. Gemakshalve wordt echter gekozen voor de volgende modellering: Instantaan falen van de eerste cilinder, waarna de inhoud van de overige $N - 1$ cilinders door middel van een 5 mm gat uitstroomt. Het instantaan falen van het gehele cilinderpakket wordt niet aannemelijk geacht.

^a Hoewel de risico's tijdens het vullen groter zijn dan bij de opslag (vanwege het eventueel ontsnappen van kleine hoeveelheden gas tijdens het vullen), wordt in het Paarse Boek geen onderscheid gemaakt in faalkansen voor gasflessen tijdens het vullen ervan en in opslagplaatsen. De aanvoerleidingen vanuit de reservoirs vormen vanwege de geringe afmeting nauwelijks een extra risico. Explosiegevaar bij brandbare gassen in slecht geventileerde ruimten veroorzaken nagenoeg geen effecten buiten de terreingrens.

^b In het besluit opslag propaan milieubeheer wordt voor gasflessen een grens van 150 liter aangehouden. Daarboven is het geen gasfles (cilinder), maar een gastank [PGS 15 - begrippenlijst].

In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de te modelleren effecten bij een ongeval met een gascilinder.

Tabel 6 Te modelleren effecten

Soort gas	Inert / oxiderend		Brandbaar		Toxisch	
	Instantaan falen	Lekkage	Instantaan falen	Lekkage	Instantaan falen	Lekkage
Faalkans	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$	$5 \times 10^{-7}/\text{jr}$
Fysische explosie	+	--	+	--	+	--
Fragmentatie	+	--	+	--	+	--
Fakkel	--	--	--	+	--	--
Flash fire (gaswolkexplosie)	--	--	+	--	--	--
BLEVE	--	--	+	--	--	--
Toxische wolk	--	--	--	--	+	+

Opmerkingen:

1. Voor brandbare gassen dienen de in het Paarse Boek genoemde effecten te worden meegenomen. Een flash fire (wolkbrand) kan worden gemodelleerd als de footprint van LFL contour (LFL: lower flammable limit). Binnen deze contour bedraagt de letaliteit 100%, daarbuiten overlijdt niemand. De effecten van een gaswolkexplosie worden niet meegenomen door de geringe inhoud van een gascilinder.
2. Fragmentatie begint pas een rol van betekenis te spelen bij buitenopslagen vanaf 1100 gascilinders, tenminste indien één van de verderop genoemde brandscenario's mogelijk is^c. Bij kleinere opslagen hoeft geen rekening te worden gehouden met fragmentatie.
3. Voor fysische explosies van gascilinders met (tot vloeistof verdichte) gassen wordt aangenomen dat geen letaal letsel optreedt.
4. Tegenwoordig zijn er kunststof cilinders met LPG verkrijgbaar. Testen hebben aangetoond dat het scenario instantaan falen bij deze cilinders niet aannemelijk is. In geval van brand smelt de kunststof en komt de LPG min of meer gecontroleerd vrij (door de minuscule openingen tussen de koolstofvezels). In plaats van een BLEVE dient dit verschijnsel als een LPG plasbrand worden gemodelleerd.

De kans op directe ontsteking bedraagt voor 'reactieve' gassen 20%. Voor minder reactieve gassen geldt een ontstekingskans van 2%.

Falen van meerdere gascilinders ten gevolge van brand

Het is niet aannemelijk dat langdurige brand uitbreekt in een opslag- en opstelplaats voor gascilinders ten gevolge van het falen van een cilinder met brandbaar gas. Daarvoor is de inhoud van een gascilinder namelijk te klein. Wel kan een brand uitbreken door de aanwezigheid van brandbare (vloeistof)stoffen in de directe nabijheid van de opslaglocatie, waardoor gascilinders worden aangestraald (of eventueel zelfs midden in een plasbrand komen te staan). Pas bij een langdurige brand zal een deel van de opgeslagen cilinders kunnen falen. Het meenemen van een dergelijk scenario in een QRA is dus afhankelijk van locatie specifieke omstandigheden. In veel gevallen kan dit brandscenario worden uitgesloten.

Hoewel achtergrondinformatie ontbreekt, wordt voor brand binnen een inrichting een frequentie van 1×10^{-3} per jaar gehanteerd, waarbij wordt aangenomen dat 1 op de 100 branden escaleert tot een grote langdurige brand: 1×10^{-5} per jaar per inrichting. In de rekenmethode wordt de faalkans van 1×10^{-5} per jaar verdeeld over de geïsoleerd liggende opslagen.

^c Hierbij is uitgegaan van een brandkans van $1 \times 10^{-5}/\text{jaar}$ en dat 50% van de gasflessen faalt.

In Tabel 7 is een overzicht gegeven van mogelijke brandscenario's voor buiten- en in pandige opslagen met (stalen) gascilinders:

Tabel 7 Scenario's voor brand in een opslag

Scenario's	Frequentie per jaar	% falen van cilinders in de opslag	simultaan falen?
Buitenopslag			
PLASBRAND: Brandbare vloeistoffen aanwezig nabij de gascilinders (< 10 meter) ^a	1×10^{-5}	50%	Ja ^d
GEVELBRAND: gascilinders opgesteld tegen een gebouw met brandbare stoffen ^b	1×10^{-5}	10%	nee
BRAND OVERIG: grote hoeveelheid brandbare materialen aanwezig nabij de gascilinders ^a	1×10^{-5}	10%	nee
in pandige opslag			
BRAND ^c	1×10^{-5}	50%	nee

Opmerkingen:

- a Wanneer er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in de nabijheid van een gascilindersopslag aanwezig zijn, worden de scenario "plasbrand" en "brand overig" niet aannemelijk geacht.
- b Voor scenario "gevelbrand" geldt dat het betreffende gebouw volgens de PGS 15 richtlijn in ieder geval 60 minuten brandwerend dient te zijn uitgevoerd. Desondanks is een gevelbrand niet volledig uit te sluiten.
- c Scenario "brand in een in pandige opslag" tenslotte wordt niet aannemelijk geacht indien de constructie van de betreffende opslagruimte van onbrandbaar materiaal is vervaardigd en er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in zowel dezelfde ruimte als in aangrenzende ruimten zijn opgeslagen. De effecten van een in pandige opslag worden gemodelleerd als buiten zijnde.
- d Indien brandbare vloeistoffen in de nabijheid van gascilinders aanwezig zijn, kan een plasbrand ontstaan waarbij simultaan falen van meerdere gascilinders niet is uit te sluiten. Bij opslagen van cilinders met brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen resulteert dit in gecumuleerde warmtestraling, hetgeen tot grotere effectafstanden zal leiden. Bij de overige gassen heeft het simultaan falen geen extra effecten tot gevolg.

In geval van brand komt de cilinderinhoud instantaan vrij. Wanneer het om een plasbrand gaat, is het simultaan falen van meerdere cilinders tegelijk niet uit te sluiten. Bij brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen leidt dit in gecumuleerde warmtestraling en grotere effecten. Het simultaan falen van tot vloeistof verdichte brandbare gassen wordt gemodelleerd als een BLEVE waarvan de massa gelijk is aan die van 5% van de falende cilinders, met een maximum van 10 stuks. Bij het gelijktijdig falen van meer dan 10 cilinders is het optellen van de afzonderlijke effecten - gezien de onderlinge afstand - namelijk niet meer realistisch. Wanneer simultaan falen niet optreedt (scenario's gevelbrand, brand overig en brand bij in pandige opslag) wordt de BLEVE gemodelleerd als de BLEVE van de grootste gascilinder.

In geval van brand in een opslag met kunststof LPG cilinders zullen alle aanwezige cilinders 'uitbranden' (en dus niet instantaan falen), hetgeen kan worden gemodelleerd als een LPG plasbrand ter grootte van de opslag met kunststof cilinders.

Bijdrage fragmentatie van gascilinders aan het plaatsgebonden risico

De bijdrage aan het risico van de fragmenterende cilinders wordt als volgt berekend:

1. Per falende cilinder ontstaat één groot (1 m^2) en één klein ($0,02 \text{ m}^2$) fragment;
2. 10% van alle cilinder fragmenten komt buiten de opslag terecht ('a');
3. De verspreiding is als volgt:
 - a. tussen 0 en 80 meter komt 100% van de grote en 60% van de kleine fragmenten terecht
 - b. tussen 80 en 350 meter komt 30% van de kleine fragmenten terecht
 - c. tussen 350 en 500 meter komt 10% van de kleine fragmenten terecht
4. indien een persoon door een groot of klein fragment wordt getroffen, leidt dit in 1 op de 10 gevallen tot letaal letsel ('b').
5. De verspreiding van de fragmenten is uniform en er van uitgaande dat een persoon een trefvlak heeft van 1 m^2 , geldt voor de trefkans:

a. tussen 0 en 80 meter	groot: $(1 + 2 \times 1) / (\pi \times 80^2)$	$= 1,49 \times 10^{-4}$
	klein: $(1 + 2 \times 0,02) / (\pi \times 80^2)$	$= 5,18 \times 10^{-5}$
b. tussen 80 en 350 meter	klein: $(1 + 2 \times 0,02) / (\pi \times 350^2 - \pi \times 80^2)$	$= 2,85 \times 10^{-6}$
c. tussen 350 en 500 meter	klein: $(1 + 2 \times 0,02) / (\pi \times 500^2 - \pi \times 350^2)$	$= 2,60 \times 10^{-6}$

Voor het plaatsgebonden risico per cilinder - gegeven een grote brand - geldt dus:

- 0 – 80 m : $0,1_{(a)} \times \{ 100\% \times 1,49 \times 10^{-4} \times 0,1_{(b)} + 60\% \times 5,18 \times 10^{-5} \times 0,1_{(b)} \} = 1,8 \times 10^{-6}$
- 80 – 350 m : $0,1_{(a)} \times \{ 30\% \times 2,85 \times 10^{-6} \times 0,1_{(b)} \} = 8,6 \times 10^{-9}$
- 350 – 500 m : $0,1_{(a)} \times \{ 10\% \times 2,60 \times 10^{-6} \times 0,1_{(b)} \} = 2,6 \times 10^{-9}$

Op een afstand van 0 tot 80 meter is het plaatsgebonden risico ongeveer gelijk aan het product van de kans op een brand van 1×10^{-5} per jaar, het aantal cilinders in de opslagplaats dat faalt en het PR per cilinder van $1,8 \times 10^{-6}$.

Voorbeeld:

- De PR 10^{-8} per jaar contour ligt op 80 meter bij een opslag van ongeveer 5.500 cilinders indien 10% van de cilinders in geval van een grote langdurige brand faalt $\rightarrow 1 \times 10^{-5}/\text{jaar} \times 1,8 \times 10^{-6} \times 10\%$ van 5.500 = $10^{-8}/\text{jaar}$.
- Wanneer 50% van de cilinders in geval van een grote brand faalt ligt de PR $10^{-8}/\text{jaar}$ contour bij een opslag van 1.100 cilinders op 80 meter $\rightarrow 1 \times 10^{-5}$ per jaar $\times 1,8 \times 10^{-6} \times 50\%$ van 1.100 = $10^{-8}/\text{jaar}$.
- Bij een opslag vanaf 110.000 tot 550.000 cilinders veroorzaken fragmenterende cilinders een PR 10^{-6} per jaar contour (van 80 meter). Ook een mogelijke overschrijding van de oriënterende waarde van het groepsrisico speelt pas voor opslagen met aanzienlijk meer dan 100.000 cilinders. Een dergelijke situatie komt in Nederland overigens niet voor.