



Adviesgroep AVIV BV  
Langestraat 11  
7511 HA Enschede

## **Consequentieonderzoek rekenvoorschrift stuwadoorsbedrijven**

Project : 071183  
Datum : 2 juni 2010  
Auteur : ir. G.A.M. Golbach

Opdrachtgever:  
Ministerie van VROM  
Directie Externe Veiligheid  
t.a.v. P. Pasveer  
Postbus 30945  
2500 GX Den Haag

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Wijzigingen rekenvoorschrift 2010 .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Beoordeling gevolgen van de wijzigingen .....</b>	<b>5</b>
3.1. Bronsterkte overslag tankcontainers toxische vloeistof .....	5
3.2. Bronsterkte overslag boxcontainers gas .....	5
3.3. Verblijf tankcontainers toxische vloeistof .....	6
<b>4. Uitgevoerde risicoanalyses .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Conclusie .....</b>	<b>9</b>
<b>Referenties .....</b>	<b>10</b>

## 1. Inleiding

Recent is het definitieve concept van het rekenvoorschrift voor stuwadoorsbedrijven voor opname in de Handleiding risicoberekeningen Bevi afgerond. Een stuwadoorsbedrijf is een bedrijf waar overslag van gevaarlijke stoffen in hoofdzakelijk (tank)containers plaatsvindt. De overslag van gevaarlijke stoffen vindt plaats als deel van de transportketen van het ene naar het andere transportmiddel (uitwisseling tussen zeevaart, binnenvaart, weg en spoor). Tijdens de overslag kan een (tank)container gedurende een beperkte tijdsperiode op het bedrijfsterrein worden neergelegd.

Het rekenvoorschrift betreft ongevalsscenario's voor de overslag van gevaarlijke stoffen in (tank)containers en tijdens het verblijf op de inrichting. Als uitgangspunt voor het geactualiseerde rekenvoorschrift is de stuwadoorsstudie opgesteld in 1994 gebruikt [1]. De huidige versie van de Handleiding risicoberekeningen Bevi verwijst voor stuwadoorsbedrijven in module C hoofdstuk 5 naar deze studie uit 1994.

In deze studie worden de consequenties van het geactualiseerde rekenvoorschrift beoordeeld voor het berekende risiconiveau. Als referentie wordt de berekening conform de stuwadoorsstudie 1994 gehanteerd.

In hoofdstuk 2 worden de wijzigingen in het rekenvoorschrift samengevat en wordt een kwalitatieve beoordeling gegeven van de invloed van de wijzigingen op het te berekenen extern veiligheidsrisico. In hoofdstuk 3 wordt op drie aspecten de invloed van de wijzigingen kwantitatief beoordeeld. In hoofdstuk 4 wordt beoordeeld op welke wijze in (recent) uitgevoerde risicoanalyses voor stuwadoorsbedrijven het rekenvoorschrift volgens de stuwadoorsstudie 1994 is toegepast. Hoofdstuk 5 bevat de conclusie.

## 2. Wijzigingen rekenvoorschrift 2010

Het geactualiseerde rekenvoorschrift 2010 is gebaseerd op de stuwadoorsstudie 1994. Op een aantal punten zijn de te hanteren ongevalsscenario's gewijzigd. Tabel 1 bevat een overzicht van de verschillen.

Scenario	Verschillen
Overslag tankcontainer gas	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 niet gewijzigd. In het rekenvoorschrift 2010 is verduidelijkt hoe de ongevalsfrequentie tijdens overslag (uitgedrukt per behandelde tankcontainer) afhangt van het aantal verticale handelingen.
Overslag tankcontainer vloeistof	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 licht gewijzigd. De ongevalsfrequentie is niet gewijzigd, maar wel de wijze waarop de bronsterkte wordt berekend voor een kleine en een grote uitstroming. Een kleine uitstroming is nu gedefinieerd als uitstroming uit een 20 mm gat in plaats van 1 liter gedurende 1800 s. Een grote uitstroming is nu gedefinieerd als uitstroming uit een 50 mm gat in plaats van 5 liter gedurende 1800 s.
Overslag boxcontainer gas	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 licht gewijzigd. De ongevalsfrequentie is niet gewijzigd, maar voor de bronsterkte wordt er geen nader onderscheid meer gemaakt naar de hoeveelheid en aard van de verpakking (bronsterkte is gebaseerd op een cilinderreservoir en niet op een cilinder). De gatgrootte is verkleind tot 10 mm (was 15 mm), maar de totaal uit te stromen hoeveelheid blijft onveranderd 1000 kg. De bronsterkte wordt nu berekend door uit te gaan van een uitstroming die binnen de container plaatsvindt met een ventilatievoud bepaald door de hoeveelheid uitstromend gas.
Overslag boxcontainer vloeistof	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 niet gewijzigd.
Verblijf tankcontainer gas	In het rekenvoorschrift 2010 is de ongevalsfrequentie voor het ongevalsscenario instantaan falen met een factor twee verkleind.
Verblijf tankcontainer vloeistof	In het rekenvoorschrift 2010 is het ongevalsscenario instantaan falen opgenomen. Dit scenario was niet voorgeschreven in de stuwadoorsstudie 1994.
BLEVE tankcontainer gas externe brand	Het model voor berekening van de frequentie op een BLEVE door externe brand is in principe ongewijzigd. Wel is een nadere toelichting opgenomen o.a. over de wijze waarop de trefkans kan worden berekend.
Intern transport weg	In het rekenvoorschrift 2010 zijn geen ongevalsscenario's opgenomen voor het intern transport over de weg.
Intern transport spoor	In het rekenvoorschrift 2010 zijn geen ongevalsscenario's opgenomen voor het intern transport over het spoor (uitgezonderd inrichtingen die beschikken over een emplacementsgedeelte waar het rangeren met treindelen voorkomt).

Tabel 1. Overzicht van de verschillen in de te hanteren ongevalsscenario's tussen de stuwadoorsstudie 1994 en het rekenvoorschrift 2010

In tabel 2 wordt de mogelijke invloed van de verschillen op het berekende risiconiveau kwalitatief beoordeeld. Uit dit overzicht wordt geconcludeerd dat toepassing van het rekenvoorschrift 2010 in plaats van de stuwadoorsstudie 1994 eerder zal leiden tot een afname dan tot een toename van het berekende risiconiveau.

Scenario	Beoordeling
Overslag tankcontainer gas	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 niet gewijzigd, zodat hierdoor geen verandering in het berekende risiconiveau optreedt. In het rekenvoorschrift 2010 is wel verduidelijkt hoe de ongevalsfrequentie tijdens overslag (uitgedrukt per behandelde tankcontainer) afhangt van het aantal verticale handelingen. In sommige studies uitgevoerd voor stuwadoorsbedrijven is deze frequentie niet gebruikt voor de totale afhandeling van een container, maar is de frequentie toegekend aan de in- en uitslag afzonderlijk. Voor deze bedrijven zal door de verduidelijking in het rekenvoorschrift 2010 het berekende risiconiveau afnemen.
Overslag tankcontainer vloeistof	Het verschil in definitie van de bronsterkte leidt tot een kleine afname van het berekende risiconiveau. Dit wordt kwantitatief onderbouwd in paragraaf 3.1.
Overslag boxcontainer gas	De ongevalsscenario's zijn in het rekenvoorschrift 2010 licht gewijzigd. Het verschil in definitie van de bronsterkte leidt tot een kleine afname van het berekende risiconiveau. Dit wordt kwantitatief onderbouwd in paragraaf 3.2.
Overslag boxcontainer vloeistof	Er is geen verandering te verwachten.
Verblijf tankcontainer gas	De lagere ongevalsfrequentie leidt in principe tot een afname van het berekende risiconiveau. Aangezien de scenario's tijdens overslag veelal het risiconiveau bepalen zal deze afname gering zijn.
Verblijf tankcontainer vloeistof	De hogere ongevalsfrequentie leidt in principe tot een toename van het berekende risiconiveau. Aangezien de scenario's tijdens overslag veelal het risiconiveau bepalen zal deze toename gering zijn. Dit wordt kwantitatief onderbouwd in paragraaf 3.3.
BLEVE tankcontainer gas externe brand	Er is geen verandering te verwachten.
Intern transport weg	Er zijn nu geen ongevalsscenario's voorgeschreven. Dit leidt in principe tot een afname van het berekende risiconiveau. De invloed van deze activiteit op het risiconiveau gemodelleerd volgens de stuwadoorsstudie 1994 was echter reeds gering, zodat de invloed op het berekende risiconiveau te verwaarlozen zal zijn.
Intern transport spoor	Er zijn nu geen ongevalsscenario's voorgeschreven. Dit leidt in principe tot een afname van het berekende risiconiveau.

Tabel 2. Beoordeling van de invloed van de verschillen in de te hanteren ongevalsscenario's tussen de stuwadoorsstudie 1994 en het rekenvoorschrift 2010

### 3. Beoordeling gevolgen van de wijzigingen

#### 3.1. Bronsterkte overslag tankcontainers toxische vloeistof

De berekening van de bronsterkte voor de ongevalsscenario's tijdens overslag van een vloeistof tankcontainer is gewijzigd. Deze wijziging is niet relevant voor de hoogte van het extern veiligheidsrisico veroorzaakt door brandbare vloeistof wegens de relatief kleine effectafstanden, maar is mogelijk wel relevant voor toxische vloeistoffen. Tabel 3 toont de bronsterkte voor het vrijkomen van de vloeistof en de effectafstand tot 1% kans op overlijden bij onbeschermd blootstelling voor weersklasse D-5.0 en F-1.5 voor de modellering conform de stuwadoorsstudie 1994 en het rekenvoorschrift 2010. De effectafstand berekend met het rekenvoorschrift 2010 is net wat kleiner dan berekend met de stuwadoorsstudie 1994. Deze wijziging leidt daarmee niet tot een toename van het extern veiligheidsrisico.

Stof	Scenario	Bronsterkte vloeistof [kg/s]		Effectafstand [m]			
		1994	2010	D-5.0		F-1.5	
				1994	2010	1994	2010
LT1 Acrylnitril	Klein	1.20	0.82	93	87	277	262
	Groot	7.51	4.09	174	160	524	471
LT2 Allylamine	Klein	0.97	0.77	135	125	411	404
	Groot	6.05	3.85	271	248	831	793
LT3 Acroleïne	Klein	1.15	0.85	546	511	2547	2407
	Groot	7.20	4.25	1195	1080	5684	5184

Tabel 3. Beoordeling effectafstand scenario's overslag tankcontainers met toxische vloeistof voor weersklasse D-5.0 en F-1.5

#### 3.2. Bronsterkte overslag boxcontainers gas

Een berekening is uitgevoerd voor de overslag van tien boxcontainers met stofcategorie GT5. Volgens de stuwadoorsstudie 1994 is de ongevalsfrequentie  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /overslag. De bronsterkte wordt berekend door uitstroming uit een gat met een diameter van 15 mm en in totaal stroomt er 1000 kg uit (3.88 kg/s gedurende 258 s). Volgens het rekenvoorschrift 2010 is de ongevalsfrequentie eveneens  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /overslag. De bronsterkte wordt berekend door uitstroming uit een gat met een diameter van 10 mm en in totaal stroomt er 1000 kg uit (1.72 kg/s gedurende 580 s). Uitstroming vindt plaats in de container van  $37.5 \text{ m}^3$  met een verondersteld ventilatievoud van 42 /uur. Tabel 4 toont de bronsterkte voor het vrijkomen van de vloeistof en de effectafstand tot 1% kans op overlijden bij onbeschermd blootstelling voor weersklasse D-5.0 en F-1.5 voor de modellering conform de stuwadoorsstudie 1994 en het rekenvoorschrift 2010. De effectafstand berekend met het rekenvoorschrift 2010 is net wat kleiner dan berekend met de stuwadoorsstudie 1994. Deze wijziging leidt daarmee niet tot een toename van het extern veiligheidsrisico.

Stof	Scenario	Bronsterkte [kg/s]		Effectafstand [m]			
				D-5.0		F-1.5	
		1994	2010	1994	2010	1994	2010
GT5 Chloor	Box	3.88	1.72	338	207	902	835

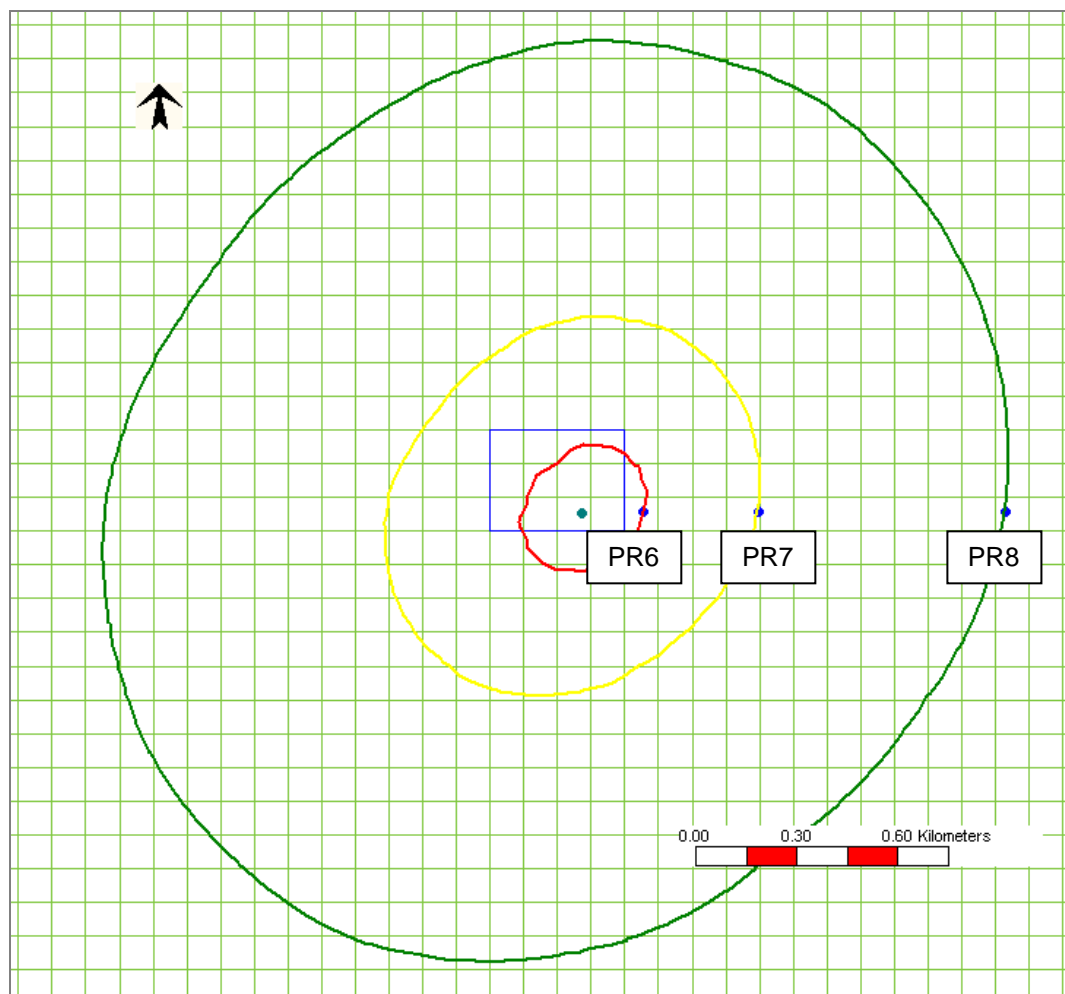
Tabel 4. Beoordeling effectafstand scenario's overslag tankcontainers met toxische vloeistof voor weersklasse D-5.0 en F-1.5

### 3.3. Verblijf tankcontainers toxische vloeistof

Voor het verblijf van een tankcontainer met toxische vloeistof wordt in het rekenvoorschrift 2010 voorgesteld om een scenario instantaan falen mee te nemen met een frequentie van  $5.0 \cdot 10^{-7}$  /jr (vrijkomen van  $28 \text{ m}^3$  met een maximaal plasoppervlak van  $1400 \text{ m}^2$ ). Deze wijziging heeft een geringe invloed op het risiconiveau. Het risiconiveau wordt hoofdzakelijk bepaald door de scenario's tijdens overslag. Ter verificatie van het bovenstaande is een berekening uitgevoerd voor het verblijf van gemiddeld één tankcontainer met LT3 acroleïne. Voor overslag is uitgegaan van een gemiddelde verblijfstijd van 14 dagen, zodat er 26 keer per jaar een container wordt behandeld. De frequentie op ongevalscenario's tijdens overslag is dan  $2.6 \cdot 10^{-5}$  /jr voor een kleine en  $2.6 \cdot 10^{-6}$  /jr voor een grote uitstroming.

Figuur 1 toont de berekende plaatsgebonden risicocontouren. De relatieve bijdrage van de scenario's op drie punten, aangeduid als PR6, PR7 en PR8, is opgenomen in tabel 5. De relatieve bijdrage van het scenario instantaan falen tijdens verblijf is 5.3% voor punt PR6 en 13.3% voor punt PR8. De invloed van dit scenario op de ligging van de contour voor de grenswaarde van  $1.0 \cdot 10^{-6}$  /jr is daarmee gering.

Een kortere verblijfstijd dan de veronderstelde 14 dagen leidt bij overigens dezelfde aannames tot een kleinere invloed van het scenario instantaan falen tijdens verblijf.



Figuur 1. Plaatsgebonden risicocontouren voor LT3

Stof	Scenario	PR6	PR7	PR8
LT3 Acroleïne	Overslag klein	65.1	55.0	45.8
	Overslag groot	29.6	36.8	40.9
	Verblijf	5.3	8.2	13.3

Tabel 5. Percentuele bijdrage van de ongevalsscenario's aan het plaatsgebonden risico



## 4. Uitgevoerde risicoanalyses

In de vorige hoofdstukken is beargumenteerd dat het rekenvoorschrift 2010 niet zal leiden tot een toename van het berekende risiconiveau. Deze bevinding is voor bestaande inrichtingen alleen juist als het risiconiveau is berekend conform de voorschriften opgenomen in de stuwadoorsstudie 1994. Om de toepassing van de stuwadoorsstudie 1994 te kunnen beoordelen zijn een achttiental risicoanalyses bestudeerd. Tabel 6 toont de bestudeerde risicoanalyses. De risicoanalyses zijn door verschillende adviesbureaus opgesteld.

Naam	Adres	Plaats	Jaar
Verbrugge Zeeland Terminals B.V.	Engelandweg 12	Vlissingen	2006
CdMR Vlissingen	Ritthemsestraat 497	Vlissingen	2007
Markiezaat Container Terminal	Vlieringweg	Bergen op Zoom	2008
South Sea Terminal		Nieuwdorp	2006
CdMR	Brittaniëhaven	Rotterdam	2009
Uniport Multipurpose Terminals B.V.	Ritthemsestraat 497	Rotterdam	2008
Rotterdam Short Sea Terminals	Reeweg 35	Rotterdam	2006
ECT Euromax Terminal	Europaweg	Rotterdam	2008
Venlo Trade Port B.V.	Tjalkkade 16	Venlo	2007
Combined Cargo Terminals B.V.	Graanweg 19	Moerdijk	2007
Kramer Container Repair B.V.		Rotterdam	2005
APM Terminals Rotterdam B.V.	Europaweg	Rotterdam	2005
ECT Hanno Terminal B.V.	Zaltbommelweg	Rotterdam	2006
Bertschi	Lithiumweg	Hoek	2005
ROC Waalwijk	Emminkhovensestraat 8	Waalwijk	2009
VLS-Group Pernis	Propaanweg 75	Rotterdam	2008
De Rijke	Middenweg 6	Moerdijk	2007
Frans de Wit	Middenweg	Moerdijk	2006

Tabel 6. Overzicht risicoanalyses

De risicoanalyses volgen grotendeels nauwkeurig het berekeningsvoorschrift opgenomen in de stuwadoorsstudie 1994. Er zijn geen verschillen met het rekenvoorschrift geconstateerd waardoor het risiconiveau als te laag wordt berekend. Wel zijn er een aantal afwijkingen waardoor het risiconiveau in principe als te hoog wordt berekend, bijvoorbeeld:

- In sommige studies is de ongevals-frequentie tijdens overslag niet gebruikt voor de totale afhandeling van een container, maar is de frequentie toegekend aan de in- en uitslag afzonderlijk. Voor deze bedrijven zal door de verduidelijking in het rekenvoorschrift 2010 van het toe te passen aantal verticale deelhandelingen het berekende risiconiveau afnemen.
- In sommige studies is een ongevalsscenario voor falen tijdens verblijf in de stack van een vloeistof tankcontainer meegenomen. Dit is niet voorgeschreven in de stuwadoorsstudie 1994 en leidt in principe tot een groter risiconiveau.

## 5. Conclusie

Recent is het definitieve concept van het rekenvoorschrift voor stuwadoorsbedrijven voor opname in de Handleiding risicoberekeningen Bevi afgerond. Het rekenvoorschrift betreft ongevalsscenario's voor de overslag van gevaarlijke stoffen in (tank)containers en tijdens het verblijf op de inrichting. In deze studie zijn de consequenties van het geactualiseerde rekenvoorschrift beoordeeld voor het berekende risiconiveau. Als referentie voor deze beoordeling wordt de berekening conform de stuwadoorsstudie 1994 gehanteerd, zoals thans voorgeschreven en toegepast. Er wordt geconcludeerd dat toepassing van het rekenvoorschrift 2010 in plaats van de stuwadoorsstudie 1994 eerder zal leiden tot een afname dan tot een toename van het berekende risiconiveau.

## Referenties

1. AVIV en Royal Haskoning 1994 Risico-analyse stuwadoorsbedrijven  
Rapport nr. 9331