



Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid

Module III - Transport
Versie oktober 2020

In het Bkl zijn voor sommige milieubelastende activiteiten, zoals transport, vaste afstanden opgenomen voor het plaatsgebonden risico en/of de aandachtsgebieden. Indien u met behulp van de rekenmodellen inzicht wilt verkrijgen in de te verwachten brand-, explosie- of gifwolkaandachtsgebieden adviseert het RIVM om gebruik te maken van de meest actuele inzichten, zoals de meest recente interventiewaarden, probitrelaties en rekenmodellen. De inzichten die u verkrijgt met de rekenmodellen kunt u bijvoorbeeld gebruiken voor het bepalen van de [gelijkwaardigheid](#) of het onderbouwen van een besluit over een [voorschriftengebied](#) of [beschermende maatregelen](#). De oude voorschriften die aansluiten bij het rekenpakket RBMII, zijn opgenomen in de Handleiding Risicoberekeningen Transport ([link](#)). Deze nieuwe Module III biedt u de actuele inzichten voor transport, op dit moment (1 oktober 2020) is Module III nog niet aangewezen in de Omgevingsregeling en is er dus ruimte het rekenvoorschrift in Module III te blijven actualiseren met nieuwe inzichten (zoals de methode voor spoor, probitrelaties, stofindeling en voorbeeldstoffen). Onderstaand treft u de huidige inhoud van Module III, deze zal in de komende maanden verder worden aangevuld

Colofon

© RIVM 2020

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

Contact:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)
Centrum Veiligheid
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

Helpdesk Omgevingsveiligheid
omgevingsveiligheid@rivm.nl
RBMII@rivm.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Leeswijzer	5
2	Modelparameters	6
2.1	Vervoerde stoffen	6
2.1.1	Stofcategorieën en voorbeeldstoffen	6
2.1.2	Overige gevaarlijke stoffen	7
2.2	Modelscenario's	7
2.3	Meteorologische parameters	9
3	Spoor	10
3.1	Vervoersgegevens	10
3.1.1	Inleiding	10
3.1.2	Gerelateerde parameters	10
3.2	Ongevalsefrequentie	10
4	Weg	11
4.1	Vervoersgegevens	11
4.1.1	Gerelateerde parameters	11
4.2	Ongevalsefrequentie	11
5	Vaarwegen met minder dan 10% zeevaart (binnenvaartroutes)	12
5.1	Vervoersgegevens	12
5.1.1	Inleiding	12
5.1.2	Gerelateerde parameters	12
5.2	Ongevalsefrequentie	13
5.2.1	Locatiespecifieke scheepsschadefrequentie	13
5.2.2	Default scheepsschadefrequentie	13
6	Vaarwegen met meer dan 10% zeevaart (zeevaartroutes)	14
Referenties		16



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

1 Inleiding

Deze module bevat basisrekenvoorschriften voor het uitvoeren van effect -en risicoberekeningen voor verschillende vervoersmodaliteiten. Het gaat hierbij om de modaliteiten spoor, weg en vaarwegen (zie Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) Bijlage VII, onderdeel C).

Voor de berekeningen wordt het rekenpakket RBMII gebruikt.

1.1 Leeswijzer

Deze module begint met modelparameters die voor alle modaliteiten gelden (hoofdstuk 2). Vervolgens worden de uitgangspunten die gehanteerd moeten worden bij het analyseren van de risico's en effecten verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen per modaliteit behandeld. Voor vervoer over het spoor, zie hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt vervoer over de weg behandeld, in hoofdstuk 5 vaarwegen met minder dan 10% zeevaart en in hoofdstuk 6 vaarwegen met meer dan 10% zeevaart.

In de toelichting op het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid is aanvullende informatie te vinden.

2 Modelparameters

Paragraaf 2.1 beschrijft welke gevaarlijke stoffen in de kwantitatieve risicoanalyses beschouwd moeten worden. Paragraaf 2.2 geeft een algemene beschrijving van de standaard modelscenario's per modaliteit. Paragraaf 2.3 geeft een overzicht van de meteorologische parameters die niet verschillen per modaliteit.

In hoofdstuk 3 voor het spoor, hoofdstuk 4 voor de weg en hoofdstuk 5 voor vaarwegen worden de modaliteitspecifieke parameters en een gedetailleerdere beschrijving van de standaard te beschouwen ontwikkelingen en effecten gegeven.

2.1 Vervoerde stoffen

2.1.1 Stofcategorieën en voorbeeldstoffen

Vanwege de verscheidenheid aan vervoerde stoffen over de transportroutes wordt gebruik gemaakt van voorbeeldstoffen.

Tabel 2-1 Voorbeeldstoffen per stofcategorie [1].

Stofcategorie	Voorbeeldstof
GF0	Informatie volgt
GF1	Ethyleenoxide
GF2	n-Butaan
GF3	Propaan
GT2	Informatie volgt
GT3	Informatie volgt
GT4/GT5	Informatie volgt
LF1	Heptaan (diesel)
LF2	Pentaaan (benzine)
LT1	Informatie volgt
LT2	Informatie volgt
LT3	Informatie volgt
LT4	Informatie volgt

Sommige stoffen zijn zowel giftig als brandbaar. Tijdens het uitvoeren van effect- en risicoberekeningen moet aandacht worden besteed aan beide aspecten. In principe moeten deze stoffen worden gemodelleerd op grond van hun giftige eigenschappen zolang de wolk nog niet ontstoken is en op grond van hun brandbare eigenschappen zodra de wolk ontsteekt. Bij het omwerken van de in stofcategorieën geregistreerde transporten naar de jaarintensiteiten worden deze combinatie categorieën (bijv. LF1/LT2) voor 100% meegeteld in de categorie

brandbaar¹ en voor (1-directe ontstekingskans) × 100% meegeteld in de categorie giftig [2].

2.1.2 Overige gevaarlijke stoffen

In de berekeningen worden standaard de transporten in bulk (tankwagens, ketelwagens, tankcontainers, vaste scheepstanks, etc.) van brandbare en/of giftige tot vloeistof verdichte gassen en brandbare en/of giftige vloeistoffen beschouwd. Vervoer van ontplofbare stoffen moet meegenomen worden als dit relevant is voor effecten en/of risico's. Radioactieve stoffen hoeven niet in de berekeningen te worden meegenomen.

2.2 Modelscenario's

Per modaliteit worden alle mogelijke uitstromingen gemodelleerd met ten minste twee standaard modelscenario's, een "groot" en "klein" modelscenario. Alleen bij spoor, wordt standaard nog een derde scenario meegenomen, de warme BLEVE, ook wel aangeduid als domino-BLEVE. De relevante modelscenario's bij het uitvoeren van de effect- en risicoberekeningen zijn daarom:

- Groot modelscenario: Instantaan vrijkomen (het in één keer vrijkomen van de gehele inhoud door het catastrofaal falen van de tank)² [3].
- Klein modelscenario: Continu vrijkomen van de inhoud van de tank door een gat in de tank. Hierbij is in principe een grote diversiteit van de gatgrootte en de hoeveelheid die uitstroomt mogelijk, welke voor de verschillende modaliteiten met representatieve gatgroottes, debieten of hoeveelheden gemodelleerd worden.
- Warme BLEVE. Het domino-scenario warme BLEVE is mogelijk bij gelijktijdige aanwezigheid van brandbare vloeistof en brandbaar of giftig gas in een trein (bonte trein). Ten gevolge van een incident waarbij de uitstroming en ontsteking van brandbare vloeistof optreedt, kan een ketelwagen met brandbaar of giftig gas worden aangestraald en vervolgens kan enige tijd na het initiële incident deze ketelwagen bij verhoogde temperatuur en druk falen, waarbij de gehele tankinhoud bij de verhoogde temperatuur en druk instantaan kan vrijkomen³.

¹ In de risicoanalyse zelf wordt de kans op ontsteking in rekening gebracht.

² Voor de modaliteit vaarwegen wordt instantaan falen van een ladingtank niet realistisch geacht. Bij vloeistoftankers (enkelwandig of dubbelwandig) leidt een aanvaring of schadevaring mogelijk tot uitstroming van een deel van de ladingtank in een bepaalde tijd, afhankelijk van de locatie van het gat (boven of onder de waterlijn). Een aanvaring of schadevaring van een gastanker leidt mogelijk tot een verplaatsing van de druktank, gevolgd door het afbreken van een leiding. De hierbij resulterende continue uitstroming is gemodelleerd als een twee-fasen uitstroming.

³ De kans op escalatie wordt aanmerkelijk kleiner geacht als de afstand tussen een tank met brandbaar gas en een tank met een zeer brandbare vloeistof groter is dan 18 m of als de tank met brandbaar gas is gescheiden van de tank met zeer brandbare vloeistof door twee 2-assige wagens of door een 4-assige wagen.

De per modaliteit onderscheiden modelscenario's zijn weergegeven in Tabel 2-2 (spoor), Tabel 2-3 (weg) en Tabel 2-4 (vaarweg).

Tabel 2-2 Modelscenario's spoor [4].

Type wagen	Stofcat.	Modelscenario	Omschrijving uitstroming	Plas (m ²), straal (m)
Vloeistof	LF2, LT1, LT3	groot	Vrijkomen van de gehele tankinhoud.	600, 14
Vloeistof	LF2, LT1, LT3	klein	Vrijkomen van een deel van tankinhoud.	300, 10
Gas	GF3, GT3, GT4, GT5	groot	Instantaan vrijkomen van de gehele tankinhoud.	-
Gas	GF3, GT3, GT4, GT5	klein	Continue uitstroming uit de vloeistoffase een gat met een effectieve diameter van 75 mm.	-
Gas	GF3, GT3	warme BLEVE	Instantaan vrijkomen van de gehele tankinhoud bij verhoogde temperatuur en druk.	-

Tabel 2-3 Modelscenario's weg [5].

Type wagen	Stofcat.	Model scenario	Omschrijving uitstroming	Straal plas (m)
Vloeistof	LF, LT	groot	Vrijkomen van de gehele tankinhoud.	23
Vloeistof	LF, LT	klein	Vrijkomen van een deel van de tankinhoud	10
Gas	GT, GF	groot	Instantaan vrijkomen van de gehele tankinhoud.	-
Gas	GT, GF	klein	Continue uitstroming uit de vloeistoffase uit een gat meteen effectieve diameter van 50 mm	-

Tabel 2-4 Modelscenario's vaarweg [6].

Type schip	Stofcat.	Modelscenario	Omschrijving uitstroming
vloeistof enkelwandig	LF	groot	Vrijkomen van 75 m ³ in 1800 seconden.
vloeistof enkelwandig	LF	klein	Vrijkomen van 30 m ³ in 1800 seconden.
vloeistof dubbelwandig	LF, LT	groot	Vrijkomen van 75 m ³ in 1800 seconden.
Vloeistof dubbelwandig	LF, LT	klein	Vrijkomen van 20 m ³ in 1800 seconden.
Gas	GT, GF	groot	Continue twee fasen uitstroming uit een gat van 150 ¹ mm (maximaal 1800 sec.).
Gas	GT, GF	klein	Continue twee fasen uitstroming uit een gat van 75 ¹ mm (maximaal 1800 sec.).

1. De uitstroming wordt gemodelleerd als tweefasen uitstroming. Bij binnenvaartschepen wordt dus géén instantane uitstroming meegenomen, alleen een grote en kleine continue uitstroming. Het modelscenario is breuk van een met de tank verbonden leiding [6]. Giftige gassen (ammoniak) kunnen onder druk bij omgevingstemperatuur worden vervoerd dan wel gekoeld. De vervoerstemperatuur wordt in het laatste geval via het uitstromingsmodel verwerkt in de bronsterkteberekening.

2.3 Meteorologische parameters

Het meteorologisch weerstation dat representatief is voor meteorologische situatie ter hoogte van de transportroute moet worden gekozen. Daarbij moet uitgegaan worden van het weerstation uit Tabel 2-5 dat het dichtst bij de transportroute gelegen is; bij zeer lange transportroutes kan het nodig zijn met meerdere weerstations te rekenen. Standaard zijn de meteorologische condities van elk weerstation gemodelleerd met zes weersklassen (een combinatie van Pasquill-klasse en windsnelheid) en twaalf windrichtingen. Het betreft bewerkte gegevens uit [7].

Tabel 2-5 Overzicht meteorologische weerstations.

Naam					
Beek	Eelde	Hoek van Holland	Rotterdam	Twente	Volkel
Deelen	Eindhoven	IJmuiden	Schiphol	Valkenburg	Woensdrecht
Den Helder	Gilze-Rijen	Leeuwarden	Soesterberg	Vlissingen	Ypenburg

3 Spoor

Dit hoofdstuk bevat de uitgangspunten die gehanteerd moeten worden bij het analyseren van de risico's en effecten (aandachtsgebieden) verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor. Het hoofdstuk is ingedeeld in twee paragrafen, te weten:

- § 3.1 Vervoersgegevens
- § 3.2 Ongevalsefrequentie

3.1 Vervoersgegevens

3.1.1 Inleiding

Gevaarlijke stoffen worden op verschillende wijzen vervoerd. Voor de berekeningen worden onderscheiden:

- gasketelwagens voor het vervoer van tot vloeistof verdichte gassen of voor sterk gekoelde vloeibaar gemaakte gassen;
- vloeistofketelwagens voor het vervoer van vloeistoffen of gesmolten stoffen;
- containerdraagwagens voor het vervoer van o.a. tankcontainers.

Bij het uitvoeren van effect- en risicoberekeningen moet uitgegaan worden van het transport met ketelwagens. Vervoerscijfers worden uitgedrukt in ketelwagen-equivalenten (kwe). Eén gas- en/of vloeistofketelwagen is gelijk aan één kwe en 2 tankcontainers brandbare stof of 3 tankcontainers giftige stof zijn gelijk gesteld aan één ketelwagenequivalent.

3.1.2 Gerelateerde parameters

Voor verdeling van de transporten over dag/nacht geldt de volgende standaardverhouding [8]:

$$\text{dag} : \text{nacht} = 1/3 : 2/3$$

Voor de dag/nachtverdeling wordt voor het spoorproces uitgegaan van de periodes 7:00-19:00 uur en 19:00-7:00 uur.

N.B. In de verdeling van de transporten dient te worden meegenomen of een bepaalde stof alleen 's nachts of overdag vervoerd wordt.

3.2 Ongevalsefrequentie

Informatie volgt.

4 Weg

Dit hoofdstuk bevat de uitgangspunten die gehanteerd moeten worden bij het analyseren van de risico's en effecten (aandachtsgebieden) verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen over de weg. Dit hoofdstuk is ingedeeld in twee paragrafen, te weten:

- § 4.1 Vervoersgegevens
- § 4.2 Ongevalsefrequentie

4.1 Vervoersgegevens

4.1.1 Gerelateerde parameters

Voor berekeningen aan het wegtransport geldt een standaard dag-nachtverdeling van 70% van de transporten overdag en 30% in de nachtperiode. Voor de meteorologische dag/nacht verdeling geldt dan 61%/39%.

4.2 Ongevalsefrequentie

De standaard uitstroomfrequenties worden getoond in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Uitstroomfrequenties per wegtype

Wegtype	Uitstroomfrequentie (/vtg/km)	
	Druk tankwagen	Atmosferische tankwagen
Autosnelweg	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$8,4 \cdot 10^{-9}$
Weg buiten de bebouwde kom	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Weg binnen de bebouwde kom	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$

5 Vaarwegen met minder dan 10% zeevaart (binnenvaartroutes)

Dit hoofdstuk is ingedeeld in twee paragrafen, te weten:

§ 5.1 Vervoersgegevens

§ 5.2 Ongevalsefrequentie

Dit hoofdstuk bevat de uitgangspunten die gehanteerd moeten worden bij het analyseren van de risico's verbonden aan het vervoer van gevaarlijke stoffen over de vaarwegen met minder dan 10% zeevaart. Het betreft alleen vervoer gevaarlijke stoffen met binnenvaartschepen.

5.1 Vervoersgegevens

5.1.1 Inleiding

Bij een risicoanalyse die betrekking heeft op het vervoer van gevaarlijke stoffen over water wordt alleen vervoer in tankschepen betrokken.

In aanvulling op Tabel 2-1 is in

Tabel 5-1 de categorie- en stofindeling van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de binnenwateren weergegeven met scheepstype.

Tabel 5-1 Stofcategorie indeling binnenwater [1, 9]

Categorie		Scheepstype
GF2	Brandbaar gas	Gastanker
GF3	Brandbaar gas	Gastanker
GT3	Giftig gas	Gastanker/semi-gekoeld ¹
LF1	Brandbare vloeistof	enkel/dubbelwandig
LF2	Brandbare vloeistof	enkel/dubbelwandig
LT1	Giftige vloeistof	Dubbelwandig
LT2	Giftige vloeistof	Dubbelwandig

1. De stofcategorie GT3 wordt zowel semi-gekoeld (5 °C) als onder druk (omgevingstemperatuur) vervoerd.

5.1.2 Gerelateerde parameters

Voor berekeningen aan het vaarwegtransport geldt standaard een uniforme verdeling van het transport over het etmaal, wat leidt tot een meteorologische dag/nacht verhouding van 0,44/0,56.

Bij vervoer van gevaarlijke stoffen over binnenwater kunnen verschillende soorten ongevallen optreden. De kans dat deze ongevallen zich voordoen en de daarbij horende effecten kunnen sterk variëren. De representatieve systeemgroottes zijn gegeven in Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Karakteristieke tankinhouden [10]

Stofcategorie	Inhoud	Eenheid
Enkelwandig	150	m ³
Dubbelwandig of gekoeld	150	m ³
Gastanker	180	m ³

5.2 Ongevalsefrequentie

5.2.1 Locatiespecifieke scheepsschadefrequentie

Voor een risicoberekening van een vaarweg moet gebruik worden gemaakt van de locatiespecifieke scheepsschadefrequentie. De scheepsschadefrequentie is opgenomen in de Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland [11]. Wanneer de vaarweg niet in de risicoatlas is opgenomen, moet advies worden gevraagd aan Rijkswaterstaat. Bij nautisch bijzondere situaties (o.a. sluizen, stuwen en havens) kan een meer gedetailleerde indeling van de vaarweg nodig zijn.

5.2.2 Default scheepsschadefrequentie

Wanneer de locatiespecifieke scheepsschadefrequentie onbekend is, moet deze bij voorkeur worden afgeleid op basis van de incident- en intensiteitregistratie (alle scheepvaart behalve recreatievaart).

Is dat niet mogelijk dan is het toegestaan om de generieke ongevals-kans van de bevaarbaarheidsklasse (CEMT-klasse) te hanteren.

De bevaarbaarheidsklasse is gebaseerd op het voor de vaarweg maatgevende schip (type, lengte, breedte, geladen diepgang en doorvaarthoogte). Transport van gevaarlijke stoffen vindt alleen op vaarwegen met een bevaarbaarheidsklasse IV, V en VI plaats in zulke hoeveelheden dat er mogelijk externe risico's kunnen optreden [12].

De generieke scheepsschadefrequentie voor scheepsschades met zeer zware schade (minimaal een gat in de romp) per bevaarbaarheidsklasse zijn gegeven in Tabel 5-3 [13].

Tabel 5-3 Default scheepsschadefrequentie per vaarwegtype [13]

Vaarwegtype (CEMT) ⁴	Default scheepsschadefrequentie (/vtgkm)
Bevaarbaarheidsklasse 4	$8,67 \cdot 10^{-8}$
Bevaarbaarheidsklasse 5	$1,32 \cdot 10^{-7}$
Bevaarbaarheidsklasse 6	$4,14 \cdot 10^{-7}$

⁴ Binnenvaart in Europa is opgedeeld in CEMT-klassen. Hiermee worden de afmetingen van vaarwegen in West-Europa op elkaar af gestemd. Per klasse zijn de maximale afmetingen van het schip vastgelegd. De indeling loopt van 0 t/m VII. Zie Default scheepsschadefrequentie RBM II voor meer informatie.

6 Vaarwegen met meer dan 10% zeevaart (zeevaartroutes)

Informatie volgt.

Referenties

1. AVIV, *Achtergronddocument RBM II, Versie 2.0*. November 2011: Enschede.
2. Kruiskamp, M.M., *Telmethodiek voor het vervoer van gevaarlijke stoffen op de weg*. 2005, Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer: Rotterdam.
3. Ministerie van Volkshuisvesting, R.O.e.M.V., *LPG integraal. Schadebepaling transport van LPG over de binnenwateren. Rapport 1225*. 1983: VROM.
4. SAVE, *Basisfaalfrequenties voor het transport van gevaarlijke stoffen per spoor (emplacements)*. Ingenieurs/adviesbureau SAVE, kenmerk 951599-775, Apeldoorn, september 1995.
5. AVIV, *Fundamenteel onderzoek naar kanscijfers voor risicoberekeningen bij wegtransport gevaarlijke stoffen: hoofdrapport*. 1994: Enschede.
6. SAVE, *Risico's van het bulkvervoer van brandbare en giftige stoffen over het water*. november 1988: Apeldoorn.
7. KNMI (Royal Dutch Meteorological Institute), *Climatological data of Netherlands stations. No. 8 Frequency tables of atmospheric stability*. 1972: De Bilt.
8. SAVE, *Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor*. 2006.
9. *Systematiek voor indeling van stoffen ten behoeve van risicoberekeningen bij het vervoer van gevaarlijke stoffen*, ed. AVIV Onderzoek- en Adviesgroep van Ingenieurs. 1999: AVIV.
10. S.M. Geervliet, *Handleiding risicobepalingsmethodiek en doorrekenen maatregelen*. 1995, AEA Technology Netherlands BV: Den Haag.
11. J. Heitink and L. Mentink, *Risicoatlas Hoofdvaarwegen Nederland*. 2003, AVIV: Enschede.
12. Rijkswaterstaat, *Scheepvaartinformatie hoofdvaarwegen*. 2008.
13. H.G. Bos, *Default scheepsschadefrequenties RBM II*. 19 juli 2006, AVIV: Enschede.