



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

## **Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid**

Module VI – Opslag ontplofbare stoffen  
Versie oktober 2020

## 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](mailto:omgevingsveiligheid@rivm.nl)

## Inhoudsopgave

### **Inleiding—4**

#### **1 Civiele explosieaandachtsgebieden—5**

- 1.1 Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.1—5
  - 1.1.1 Blasteffecten—5
  - 1.1.2 Scherfwerking—6
  - 1.1.3 Berekenen civiel explosieaandachtsgebied B—6
- 1.2 Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.3—6
  - 1.2.1 Berekenen civiel explosieaandachtsgebied B—6
- 1.3 Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.4—7
  - 1.3.1 Civiel explosieaandachtsgebied B—7

#### **2 Militaire explosieaandachtsgebieden—8**

- 2.1 Militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.1—8
  - 2.1.1 Berekenen militair explosieaandachtsgebied B—9
- 2.2 Militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.2—9
  - 2.2.1 Berekenen militair explosieaandachtsgebied B—9
- 2.3 Militair explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.3—9
  - 2.3.1 Berekenen militair explosieaandachtsgebied B—9

#### **3 Referenties—11**

## Inleiding

Deze module bevat basisrekenvoorschriften voor het bepalen van de civiele en militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van ADR-klasse 1, zoals beschreven in paragraaf 5.1.2.5 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).

In Hoofdstuk 1 wordt de rekenmethode gegeven voor het bepalen van de civiele explosieaandachtsgebieden voor de verschillende gevarensklassen. In Hoofdstuk 2 wordt de rekenmethode gegeven voor het bepalen van de militaire explosieaandachtsgebieden. In beide hoofdstukken staan de rekenmethode per gevarensklasse uitgewerkt.

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

## 1 Civiele explosieaandachtsgebieden

In dit hoofdstuk worden de formules beschreven waarmee de civiele explosieaandachtsgebieden worden berekend voor de opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van de gevarensklassen 1.1 of 1.3 of 1.4. Een opslag met ontplofbare stoffen en voorwerpen van de gevarensklasse 1.2 wordt in het civiele domein gelijkgesteld aan een opslag van gevarensklasse 1.1. Per gevarensklasse staan de desbetreffende formules voor de explosieaandachtsgebieden vermeld.

Voor de methode in deze module is uitgegaan van licht geconstrueerde, bovengrondse opslag die niet is gecompartmenteerd. Daarnaast is aangenomen dat is voldaan aan de samenladingsregels en interne veiligheidsafstanden uit de NATO-richtlijn AASTP-1 [1].

Alle formules die in dit hoofdstuk zijn opgenomen zijn voor de berekening van het civiel explosieaandachtsgebied B. Civiel explosieaandachtsgebieden A en C worden op de volgende manier berekend:

- Civiel explosieaandachtsgebied A:

$$\text{Civiel explosieaandachtsgebied A} = \frac{2}{3} \times \text{civiel explosieaandachtsgebied B}$$

- Civiel explosieaandachtsgebied C:

$$\text{Civiel explosieaandachtsgebied C} = 2 \times \text{civiel explosieaandachtsgebied B}$$

### 1.1 **Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.1**

Voor ontplofbare stoffen en voorwerpen van de gevarensklasse 1.1 moet zowel rekening gehouden worden met het optreden van blasteffecten (overdruk) als de uitworp van brokstukken (scherfwerking). Wanneer aan zowel het criterium voor overdruk als het criterium voor scherfwerking wordt voldaan, is de kans op overlijden van personen in de open lucht of in kwetsbare objecten kleiner dan 1%.

Bij opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van de gevarensklasse 1.1 dienen de civiele explosie aandachtsgebieden A, B en C te worden bepaald.

De formules voor het berekenen van de afstanden voor de civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.1, worden hieronder toegelicht.

#### 1.1.1 *Blasteffecten*

Voor de blasteffecten met stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.1, wordt een civiel explosieaandachtsgebied B begrensd door een

invallende piekoverdrukwaarde van 5 kPa als scherfwerking niet bepalend is voor het vaststellen van de grootte van dit civiel explosieaandachtsgebied. De formule om de bijbehorende afstand te berekenen komt uit referentie [1], pagina I-3-36. De formule geeft voor verschillende hoeveelheden uitgedrukt in netto explosieve massa (NEM) in kg TNT-equivalent de blastafstand die wordt begrensd door een invallende piekoverdrukwaarde van 5 kPa:

$$D_{\text{blast}} = 22,2 \cdot Q^{1/3}$$

Hierbij is  $D_{\text{blast}}$  de afstand in m en  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg TNT-equivalent.

### 1.1.2 Scherfwerking

Het criterium voor scherfwerking is een scherfdichtheid van 1 letale (dodelijke) scherf<sup>1</sup> per 56 m<sup>2</sup> grondoppervlak. Een letale (dodelijke) scherf heeft volgens de definitie van de richtlijn AASTP-1 een energiewaarde van minimaal 79 Joule. Voor de uitworp van brokstukken, ofwel scherfwerking, door ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.1 gelden de volgende formules uit referentie [2], Tabel V3.E3.T2.:

$$\begin{array}{ll} D_{\text{scherf}} = 61 \text{ meter} & Q \leq 14,1 \text{ kg} \\ D_{\text{scherf}} = -251,87 + [118,56 \times \ln(Q)] & 14,1 \text{ kg} < Q \leq 204,1 \text{ kg} \\ D_{\text{scherf}} = 381 \text{ meter} & Q > 204,1 \text{ kg} \end{array}$$

Hierbij is  $D_{\text{scherf}}$  de afstand in m en  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg TNT-equivalent.

### 1.1.3 Berekenen civiel explosieaandachtsgebied B

Voor het bepalen van het civiel explosieaandachtsgebied B worden zowel de blasteffecten (begrensd door 5 kPa) als de scherfwerking berekend. De grootste afstand van  $D_{\text{blast}}$  en  $D_{\text{scherf}}$  wordt genomen als de afstand voor het civiel explosieaandachtsgebied B.

## 1.2 Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.3

Het gevaar dat uitgaat van ontplofbare stoffen en voorwerpen die ingedeeld zijn in gevarensklasse 1.3 is massabrand met intense warmtestraling en waarbij een gering gevaar is voor overdruk of scherfwerking. Er is geen gevaar voor massaexplosie. Omdat de blasteffecten hier niet bepalend zijn voor het vaststellen van de civiel aandachtsgebieden, is geen civiel explosieaandachtsgebied C gedefinieerd, maar alleen civiel explosieaandachtsgebied A en B.

### 1.2.1 Berekenen civiel explosieaandachtsgebied B

Het civiel explosieaandachtsgebied B wordt berekend door de onderstaande formule voor warmtestraling waarbij kans op overlijden kleiner is dan 1% (10 kW/m<sup>2</sup> bij een blootstellingsduur van maximaal 20 seconden) [1].

<sup>1</sup> Een lethale scherf heeft volgens de definitie van de richtlijn AASTP-1 een energiewaarde van minimaal 79 Joule.

$$D = 6,4 \times Q^{1/3}$$

Hierbij is  $D$  de afstand in m en  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg TNT-equivalent.

De afstand  $D$  is de afstand voor het civiel explosieaandachtsgebied B.

### **1.3 Civiele explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.4**

Het gevaar dat uitgaat van ontplofbare stoffen en voorwerpen die ingedeeld zijn in gevarensubklasse 1.4 is brand met warmtestraling en waarbij slechts een gering explosiegevaar is en de gevolgen in hoofdzaak beperkt blijven tot het collo of de opslagplaats en zullen niet leiden tot scherfwerking van enige omvang of reikwijdte. Daarom is voor ontplofbare stoffen en voorwerpen uit de gevarensubklasse 1.4 uitsluitend het civiel aandachtsgebied B relevant en zijn geen civiele explosieaandachtsgebieden A en C gedefinieerd.

#### *1.3.1 Civiel explosieaandachtsgebied B*

De afstand voor is civiel explosieaandachtsgebied B voor gevarensubklasse 1.4 is 20 meter op basis van de warmtestralingseffecten en eventuele uitworp van brandende voorwerpen.

## 2 Militaire explosieaandachtsgebieden

In dit hoofdstuk worden de formules beschreven waarmee een indicatie van de militaire explosieaandachtsgebieden kan worden gegeven. Per gevarensubklasse staan de desbetreffende formules voor de explosieaandachtsgebieden vermeld. Ontpofbare stoffen of voorwerpen van gevarensubklasse 1.4 worden doorgaans samen opgeslagen met ontpofbare stoffen of voorwerpen van gevarensubklasse 1.1, 1.2 of 1.3. De zonering wordt dan bepaald door de opslag van de andere gevarensubklasse en niet door de stoffen of voorwerpen van gevarensubklasse 1.4

Afhankelijk van het type opslagsysteem kunnen de overdrukeffecten berekend worden zoals in de NATO richtlijn [1].

Alle formules die in dit hoofdstuk zijn opgenomen zijn voor de berekening van het militair explosieaandachtsgebied B. Op deze afstand is de kans op overlijden < 1% bij blootstelling aan de maatgevende effecten voor elke gevarensubklasse. Explosieaandachtsgebieden A en C worden op de volgende manier berekend:

- Militair explosieaandachtsgebied A:

$$\text{Militair explosieaandachtsgebied A} = \frac{2}{3} \times \text{militair explosieaandachtsgebied B}$$

- Militair explosieaandachtsgebied C:

$$\text{Militair explosieaandachtsgebied C} = 2 \times \text{militair explosieaandachtsgebied B}$$

Met de hieronder vermelde formules worden explosieaandachtsgebieden voor elke individuele bewaarplaats bepaald, waarbij de inwendige veiligheid tussen de bewaarplaatsen is geborgd dat er geen sympathische reacties kunnen optreden.

### 2.1 Militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontpofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.1

De formules voor het berekenen van afstanden voor de militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontpofbare stoffen en voorwerpen van gevarensubklasse 1.1, worden hieronder toegelicht. De formules zijn afkomstig uit de NATO-richtlijn AASTP-1 [1]. Bij opslag van ontpofbare stoffen en voorwerpen van de gevarensubklasse 1.1 dienen de militaire explosie aandachtsgebieden A, B en C worden bepaald.

Voor militaire objecten is doorgaans de belegging altijd meer is dan 6 ton netto explosieve massa (NEM). De effecten die optreden bij gevarensubklasse 1.1 worden daarom alleen bepaald door de blast. In het geval dat minder dan 6 ton is opgeslagen zal maatwerk moeten worden toegepast, omdat dan de scherfwerking mede bepalend is voor de omvang van de militaire explosieaandachtsgebieden.



### 2.1.1 *Berekenen militair explosieaandachtsgebied B*

Voor blasteffecten met stoffen van gevarensklasse 1.1, wordt het militair explosieaandachtsgebied B begrensd door een invallende piekoverdrukwaarde van 5 kPa. De formule geeft voor verschillende netto explosieve massa (NEM) in kg afstand voor het militair explosieaandachtsgebied B [1]):

$$D_{\text{blast}} = 22,2 \times Q^{1/3}$$

Hierbij is  $D_{\text{blast}}$  de afstand in m en  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg.

De afstand  $D$  is de afstand voor het militair explosieaandachtsgebied B.

## 2.2 **Militaire explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.2**

Bij ontploffing van stoffen van gevarensklasse 1.2 is geen gevaar voor massaexplosie. Het gevaar van ontploffing van stoffen of voorwerpen van gevarensklasse 1.2 is scherfwerking. Daarom zijn uitsluitend de militaire explosieaandachtsgebieden A en B relevant.

### 2.2.1 *Berekenen militair explosieaandachtsgebied B*

Het militair explosieaandachtsgebied B wordt berekend door de onderstaande formule [1]:

$$D_{\text{scherf}} = -167,648 + [70,345 \times \ln(Q)] - [1,303 \times (\ln(Q))^2] \quad Q > 10 \text{ kg}$$

De minimale afstand voor  $D_{\text{scherf}}$  is 60 meter.

Hierbij is  $D_{\text{scherf}}$  de afstand in m,  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg.

De afstand  $D$  is de afstand voor het militair explosieaandachtsgebied B.

## 2.3 **Militair explosieaandachtsgebieden voor opslag van ontplofbare stoffen en voorwerpen van gevarensklasse 1.3**

Het gevaar van gevarensklasse 1.3 is massabrand met intense warmtestraling. Omdat geen sprake is van blasteffecten, is geen militair explosieaandachtsgebied C gedefinieerd, maar alleen militair explosieaandachtsgebied A en B.

### 2.3.1 *Berekenen militair explosieaandachtsgebied B*

Het militair explosieaandachtsgebied B wordt berekend door de onderstaande formule voor warmtestraling [1]:

$$D = 6,4 \times Q^{1/3}$$

Hierbij is  $D$  de afstand in m en  $Q$  de netto explosieve massa (NEM) in kg. De afstand  $D$  is de afstand voor het militair explosieaandachtsgebied B.



### 3 Referenties

1. NATO, *NATO guidelines for the storage of military ammunition and explosives - Edition B Version 1*. 2015.
2. Defense, D.o., *DoD Ammunition and Explosives Safety Standards - Number 6055.09-M*. 2008.