



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

> Retouradres Postbus 1 3720 BA Bilthoven

Ministerie van Infrastructuur & Milieu
Directie Veiligheid & Risico's
T.a.v. de heer drs. T. van de Ven
Postbus 30945
2500 GX DEN HAAG

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

Ons kenmerk

20130145 VLH JK/SM/rb

Datum 7 mei 2013
Betreft Effectiviteit effectbeperkende maatregelen voor opslag
van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik

Behandeld door

ir. S. Mahesh
Centrum Veiligheid

T 030 274 4585

F 030 274 4442

soedesh.mahesh@rivm.nl

Kopie aan

de heer ing. R. Duba

Bijlage(n)

1

Geachte heer Van de Ven,

Op verzoek¹ van het Ministerie van Infrastructuur & Milieu heeft het Centrum Veiligheid van het RIVM een onderzoek verricht naar mogelijke effectbeperkende maatregelen voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.1 t/m 1.6 voor gebruik in het civiele domein. Het resultaat van dit onderzoek is opgenomen in de bij deze brief gevoegde bijlage.

Uit het onderzoek blijkt dat er verschillende effectbeperkende maatregelen kunnen worden getroffen bij de opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik. Deze effectbeperkende maatregelen betreffen het compartimenteren van de ontplofbare stoffen in een bovengrondse bewaarplaats, de opslag in meerdere bovengrondse bewaarplaatsen met of zonder een volledige afscherming, de opslag in meerdere ondergrondse bewaarplaatsen met een volledige afscherming en het gebruik van een aarden wal of brandmuur. De effectiviteit van deze effectbeperkende maatregelen bedraagt in orde van grootte circa 50% voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.2 en 1.4, loopt op tot bijna 90% voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.3 en 1.6 en kan oplopen tot bijna 95% voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.1 en 1.5.

Voor een uitgebreide beschrijving van de beschouwde opslagtypen, de verschillende effectbeperkende maatregelen en de effectiviteit van deze maatregelen verwijs ik u kortheidshalve naar de bijlage die bij deze brief is gevoegd.

In navolging van de afspraak met de heer R. Duba van uw departement zullen wij de resultaten van dit onderzoek beschikbaar stellen aan de PGS Beheerorganisatie en het PGS 32-team, dat momenteel bezig is een nationale richtlijn op te stellen voor de opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik.

¹ Resultaatformulier Rekenmethode Inrichtingen – Beleidsondersteuning Vuurwerk.
Projectnummer M/620550/10/RI.



Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen kunt u contact opnemen met de heer S. Mahesh, telefoonnummer 030 274 4585.

Datum
7 mei 2013

Ons kenmerk
20130145 VLH JK/SM/rb

Met vriendelijke groet,


Ir. J.J.G. Kliest
Hoofd Centrum Veiligheid



De heer ing. R. Duba
Ministerie van Infrastructuur & Milieu
Directie Veiligheid en Risico's

A. van Leeuwenhoeklaan 9
Bilthoven
3721 MA Bilthoven
www.rivm.nl
T 030 274 91 11
F 030 274 29 71

Datum
18 januari 2014

Behandeld door
ir. S. Mahesh
Centrum Veiligheid

T 030 274 4585
F 030 274 4442
soedesh.mahesh@rivm.nl

memo

Reactie RIVM op de opmerkingen van Ministerie I&M op
briefrapport 2013145 VLH JK/SM/rb

Geachte heer Duba, beste Rob,

In deze memo gaan wij in op de opmerkingen die gemaakt zijn op het voornoemde briefrapport van 7 mei 2013. De bijlage van het briefrapport geeft een beschrijving van de effectiviteit van mogelijke effectbeperkende maatregelen voor de opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik. De rapportage geeft het resultaat van een globale verkenning naar de effectiviteit van mogelijke effectbeperkende maatregelen. Het was niet de bedoeling om in de voorgenoemde rapportage de effectbeperkende maatregelen in technisch opzicht verder uit te werken.

De directe aanleiding voor dit onderzoek en de rapportage is het - op verzoek van het Ministerie van I&M - terugtreden van RIVM uit de werkgroep PGS 32. Deze werkgroep stelt een richtlijn op voor de opslag en het gebruik van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik. RIVM zorgde voor specifieke input van kennis in deze werkgroep. In die rol had RIVM al specifieke kennis ingebracht, maar door het onverhoopte terugtreden uit de werkgroep waren de toegezegde werkzaamheden nog niet afgerond. In overleg met het Ministerie van I&M is gezocht naar een modus om deze werkzaamheden toch af te ronden. Dat heeft geresulteerd in deze briefrapportage. Om de focus van deze rapportage breed toepasbaar te maken voor de werkgroep en de mogelijke implementatie van de informatie uit deze briefrapportage in de PGS 32 richtlijn, hebben wij op verzoek van de werkgroep behalve de externe veiligheidsaspecten ook de aspecten in het kader van brandveiligheid en arbeidsveiligheid in beschouwing genomen. Zodoende bevat de briefrapportage soms passages die zijn opgenomen op verzoek van Brandweer Nederland of uit het oogpunt van veilig werken met ontplofbare stoffen (Arbeidsveiligheid).

De briefrapportage is gebaseerd op informatie en kennisdocumenten die in het bezig zijn van het RIVM en op in het verleden uitgebrachte briefrapportages van het RIVM.

Wij bespreken hierna de opmerkingen van het Ministerie van I&M.

1. Pagina 2: Aan de beide criteria moet worden voldaan. Dan is de kans op overlijden van personen in de open lucht of in kwetsbare objecten kleiner dan 1%.

Opmerking I&M: "toevoegen dat deze maat gelijk is aan de B-zone zoals die in de circulaire opslag civiele plof is omschreven."

Datum
18 januari 2014

Reactie RIVM: op pagina 3 is deze informatie vermeld, namelijk "De B-zone is de grootste effectafstand die bepaald wordt op basis van de blast- en scherf dichtheids criteria".

2. Pagina 3: De effectafstand (D_{scherf} in meter) op basis van het scherf-criterium wordt als volgt bepaald (bron: Richtlijn DOD 6055.9-STD):
 - $D_{\text{scherf}} = 61$ meter als $NEM \leq 14,1$ kg;
 - $D_{\text{scherf}} = -251,87 + [118,56 \times \ln(NEM)]$ voor $14,1 \text{ kg} < NEM \leq 204,1$ kg;
 - $D_{\text{scherf}} = 381$ meter als $NEM > 204,1$ kg.

Opmerking I&M: "Deze formule komt uit een DoD publicatie, niet uit de AASTP. In principe baseren wij ons op de AASTP, tenzij die voor een specifiek onderdeel niet voorhanden is of geen uitsluitel geeft. Nergens wordt duidelijk waarom hier naar de DoD is gegrepen en niet gewoon AASTP is gevolgd."

Reactie RIVM: De richtlijn AASTP-1 voorziet niet in opslagen tot 500 kg. Daarom is voor opslagen tot 500 kg gebruik gemaakt van andere kennisdocumenten, zoals de DoD-richtlijn. Deze informatie is in het verleden ook al voorgelegd aan het Ministerie van I&M in het kader op het opstellen van de Circulaire opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik (brief met ons kenmerk 235/CEV Mah/mva-978).

3. Pagina 3: Voor de beoordeling van de eventueel aanwezige compartimentering in een bewaarplaats is gebruik gemaakt van een tweetal Amerikaanse handleidingen (bron: DOD 6055.9-STD en DOD 4145.26-M).

Opmerking I&M: "Ik neem aan dat deze documenten openbaar zijn. Is er een website of is de titel voldoende selectief als zoekopdracht?"

Reactie RIVM: deze documenten zijn openbare documenten. De titel is voldoende selectief als zoekopdracht.

4. Pagina 5: (Bron: Experimenten met zwart buskruit. J.H.C. Zwaneveld. PML 1988-79. November 1988).

Opmerking I&M: "TNO rapporten zijn niet zonder meer openbaar. Is gecontroleerd dat het zonder verder vragen mogelijk is om dit rapport te verspreiden of op de website van het RIVM te plaatsen. Zo niet, dan mag het rapport niet genoemd worden."

Reactie RIVM: RIVM vermeldt hier de bron(nen) waaruit de relevante informatie is gehaald. Alle rapporten die in deze rapportage worden genoemd, kunnen zonodig worden ingezien bij het RIVM.

5. Pagina 6: In de tabellen 4 en 5 zijn ook de minimaal aan te houden afstanden (IM) vermeld voor het geval er wel een of geen aarden wal is geplaatst tussen de bewaarplaatsen.

Opmerking I&M: " is dit de afkorting van Inter Magazine? Misschien de eerste keer vermelden, dan blijft de afkorting beter hangen."

Reactie RIVM: het betreft een Inter Magazine afstand. In de rapportage is er voor gekozen om niet dit Engelstalig begrip te hanteren maar een omschrijving ervan in het Nederlands, namelijk minimaal aan te houden afstand.

6. Pagina 7: De opslag van ontplofbare stoffen vindt plaats in een volledig onder het maaiveld gelegen bewaarplaats én alle zijden van de bewaarplaats worden voorzien van een aarden wal. Het dak fungeert als deur.

Opmerking I&M: "Wat voor aarden wal is dit. Ligt die om het toegankelijk? Hoe hoog is die dan? Of is de ondergrondse opslag rondom vrij en is de ligging alleen onder maaiveld. De aanhef van de alinea geeft het beeld dat jullie dit zelf 'verzonnen' hebben. Dan is tekening of betere toelichting verstandig."

Reactie RIVM: In de rapportage is er voor gekozen om dit opslagtype globaal te beschrijven. Met een tekening zou het beeld kunnen ontstaan dat alleen dat specifieke opslagtype van de tekening geldt. Daarom is hier een globale beschrijving gegeven en niet een technische uitwerking van het opslagtype. Overigens betreft het een opslagtype dat in Nederland wel wordt toegepast (bepaalde locatie van NAM).

7. Pagina 8: Een nadeel van deze maatregel is het benodigde ruimtebeslag. Daarnaast is dit opslagtype niet echt wenselijk uit oogpunt van arbeidsveiligheid.

Opmerking I&M: "In een notitie over externe veiligheid is het aspect arbo niet van belang. Bovendien is de stelling totaal niet onderbouwd. Geldt de stelling alleen indien in de opslagplaats moet worden gewerkt of ook als alleen wordt opgeslagen. Zin mijns inziens schrappen."

Reactie RIVM: Zoals eerder is aangegeven, gaat deze rapportage ook in op de aspecten brandveiligheid en Arbeidsveiligheid. Daarom is deze passage hierin opgenomen. Het gaat hier alleen om de opslag en geen bewerking. Vandaar dat verdere onderbouwing achterwege is gelaten.

8. Pagina 9: Met een afgeschermd bovengrondse bewaarplaats wordt bedoeld: het volledig afschermen van de bewaarplaats met betonblokken (labyrint-opstelling). Om de boven het maaiveld gelegen bewaarplaats worden betonblokken geplaatst. Op het dak van de bewaarplaats wordt een voorziening geplaatst die gevuld is met aarde (met een hoogte van minimaal 1 meter).

Opmerking I&M: "Moet de voorziening letterlijk op het dak worden geplaatst, of moet het boven het feitelijke dak zweven. Mijns inziens wordt in de eerste situatie de hele voorziening weggeblazen als het ploft. In de tweede (zwevende) constructie vangt de aarde daadwerkelijk de scherven op."

Reactie RIVM: de doelstelling van deze rapportage is inzicht te geven in de effectiviteit van mogelijke effectbeperkende maatregelen op basis van een globale verkenning. Daarom is dit aspect hier niet verder uitgewerkt. Bij

de technische uitwerking van het opslagtype zal dit verder aan de orde komen.

Datum
18 januari 2014

9. *Pagina 9:* Bron: Evaluatie van de tijdelijke munitie opslagfaciliteit van Leemans Speciaal-werken BV. Ir. M.P.M. Rhijnsburger. PML 202-C24. Maart 2002).

Opmerking I&M: Zelfde opmerking als eerder. Is dit TNO rapport echt openbaar?

Reactie RIVM: zie onze opmerking bij punt 4.

10. Pagina 13: Wij beleven aan om ...van de gevarensklasse 1.2.

Opmerking I&M: "bevelen"

Reactie RIVM: inderdaad, het is een verschrijving en moet bevelen zijn in plaats van beleven.

11. Pagina 13: Wij beleven aan om voor de ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 de effectafstanden uit de NATO richtlijn AASTP-1 te gebruiken, omdat deze effectafstanden specifiek zijn bedoeld voor ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2.

Opmerking I&M: "Technisch gezien is dat correct. In de circulaire is echter bewust afgeweken van de technisch meest juiste benadering, omdat 1.2 nauwelijks tot niet voorkomt in de civiele wereld. In deze notitie afwijken van de lijn van de circulaire, terwijl de notitie bedoeld is als uitwerking van de circulaire ten aanzien van de effectbeperkende maatregelen, is onhandig."

Reactie RIVM: in deze rapportage wijken wij niet af van de Circulaire omdat wij in deze rapportage de technische inzichten verwoorden. In de Circulaire is een beleidsmatige afweging gemaakt.

12. Pagina 13: De verwachting is dat het gebruik ervan beperkt zal blijven vanwege het specifieke toepassingsgebied van dit type ontplofbare stoffen.

Opmerking I&M: "En welk toepassingsgebied is dat? Opnieuw, je wijkt af van de circulaire. Het enige onderwerp dat ik ken waar scherven het maatgevende criterium is, is de opslag van oude oorlogsmunitie. En daarvoor wordt een geheel andere benadering gekozen."

Reactie RIVM: de perforating guns die in de offshore worden gebruikt voor de olie- en gaswinning, vertonen op basis van testen een 1.2-gedrag (het majeure gevaar is scherfwerking), in plaats van het momenteel aangehouden 1.1-gedrag (massa explosie). Nogmaals, we geven hier inzicht in de technische mogelijkheden voor het opslaan van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2. Er kan nog altijd een beleidsmatige afweging worden gemaakt.

Bij ontplofbare stoffen voor civiel gebruik van de gevarensklasse 1.1 is het majeure gevaar blast en secundaire scherfwerking (van het magazijn). Bij de opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik van de gevaren-

subklasse 1.2 is daar geen sprake van. Er komen hier secundaire scherven vrij die afkomstig zijn van het metalen omhulsel van de ontplofbare stoffen. Bovendien is hier de richtingsafhankelijkheid een punt van aandacht; het lanceren van scherven vanuit de deuropening. De effecten van dit type ontplofbare stoffen zijn vergelijkbaar met die van munitie voor Defensie doeleinden. Daarom is hier gebruik gemaakt van de technische opslagmogelijkheden die in de NATO richtlijn AASTP-1 worden aanbevolen voor opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2.

Datum
18 januari 2014

13. Pagina 17: Ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 mogen niet in ondergrondse bewaarplaatsen worden opgeslagen. Indien dat gebeurt, dan wordt de opslag beschouwd als zijnde een opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1.

Opmerking I&M: "op grond waarvan wordt deze stelling geponeerd? CHAF resultaten? Dat kan, maar CHAF laat zien dat de faseovergang 1.3-1.1 lang niet altijd optreedt. Is er een andere bron? Dan graag expliciet vermelden."

Reactie RIVM: deze informatie is niet gebaseerd op de inzichten uit het CHAF-onderzoek. Deze informatie staat namelijk op pagina III-3-5 in de NATO richtlijn AASTP-1 van Mei 2010.

14. Pagina 18: Indien de druk in de bewaarplaats niet afdoende en adequaat kan worden ontlast, dan zal een massabrand (typerend voor een incident met ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3) overgaan in een massa-explosie (typerend voor een incident met ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1).

Opmerking I&M: "Zie ook vorige opmerking. Is dat altijd? Waarom was CHAF dan nodig? Mijns inziens wordt nu te veel angst gezaaid."

Reactie RIVM: van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 is bekend dat deze bij voldoende opsluiting kunnen overgaan van massa brand in een massa explosie. Ook binnen de NATO kringen wordt hiermee rekening gehouden. Wanneer een massabrand overslaat in een massa explosie is niet bekend. Daarom wordt altijd aanbevolen dat er voldoende drukontlasting optreedt, zodat er geen massa explosie kan optreden.

15. Pagina 17: In verband met een mogelijke inzet van de brandweer heeft drukontlasting via het dak de voorkeur van de brandweer. Echter, er kunnen locatie specifieke omstandigheden zijn op grond waarvan de drukontlasting via de deuropening of een wand van de bewaarplaats moet plaatsvinden.

Opmerking I&M: "Houdt er rekening mee dat in het Vuurwerkbesluit de drukontlasting via de deur is voorgeschreven, op uitdrukkelijk verzoek van de brandweer."

Reactie RIVM: deze passage is op verzoek van Brandweer Nederland in de rapportage vermeld. Er zijn er ook andere mogelijkheden genoemd voor drukontlasting (deuropening of wand), waarbij drukontlasting via de deuropening ook in het Vuurwerkbesluit is aangehouden.

16. Pagina 20: (Bron: Experimenten met zwart buskruit. J.H.C. Zwaneveld. PML 1988-79. November 1988).

Opmerking I&M: "Openbaarheid!"

Reactie RIVM: zie onze eerder gemaakte opmerking hierover bij punt 4.

17. Pagina 21: De A- en de B-zone bedragen respectievelijk 6 meter en 8 meter.

Opmerking I&M: "Is dit zowel horizontaal als verticaal? Dus geen woning oid **boven** de opslag?!"

Reactie RIVM: in principe geldt hier dezelfde aanpak als uit de Circulaire (zowel horizontaal als verticaal).

18. Pagina 24: Daardoor kan de vlamtong boven een voor de deuropening gepositioneerde brandmuur of aarden wal kunnen uitsteken of zich kunnen omkrullen over deze voorzieningen.

Opmerking I&M: "Eens met de opmerking, maar wel graag bronvermelding(en) en aanbeveling hoe hiermee om te gaan. Anders geeft deze notitie geen houvast als die situatie zich voordoet."

Reactie RIVM: in deze rapportage hebben wij dit probleem aan de orde gesteld. Dit aspect dient meegenomen te worden bij de technische uitwerking van de maatregelen. Daarom is het niet verder in deze rapportage uitgewerkt.

19. Pagina 26: De effectafstand (B-zone) bedraagt 20 meter indien de NEM van de opgeslagen hoeveelheid ontplofbare stoffen meer is dan 25 kg.

Opmerking I&M: "Deze stelling klopt mijns inziens niet met de navolgende alinea, met het Vuurwerkbesluit, de circulaire opslag civiele explo en de eisen aan de opslag van vuurwerk bij politiebureau's. Dit kan dus zo niet blijven staan, dat levert alleen maar vragen op."

Reactie RIVM: De informatie is gebaseerd op bijlage III van de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik. Er wordt in de Circulaire geen bovengrens gesteld aan de opslaghoeveelheid. Als effectbeperkende maatregelen wordt dat juist voorgesteld (zie hieronder).

20. Pagina 26: De effect beperkende maatregel die hier in beeld komt is het beperken van de hoeveelheid op te slaan ontplofbare stoffen. Indien de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 wordt beperkt tot maximaal 3.000 kg NEM per bewaarplaats, dan bedraagt de effectafstand (B-zone) 10 meter.

Opmerking I&M: "Op grond van vuurwerkbesluit is dit globaal 10.000 kg bruto, dus de grens voor gemeentelijke opslagen. Vwb noemt een afstand van 8 meter. Deze notitie gaat dus allemaal vragen opleveren hoe dat toch kan. Die moeten dus tevoren zijn beantwoord, het liefst in deze notitie. Desnoods met de 'simpele' mededeling dat indertijd bewust voor een af-

wijkende afstand is gekozen, maar er moet aandacht aan worden geschonken.”

Datum
18 januari 2014

Reactie RIVM: het Vuurwerkbesluit heeft het over bruto massahoeveelheden voor consumentenvuurwerk en niet over hoeveelheden uitgedrukt in NEM. De effectbeperkende maatregel in de rapportage heeft juist betrekking op hoeveelheden uitgedrukt in NEM. En daaraan wordt een bovengrens gesteld van 3.000 kg NEM. Bij die bovengrens van 3.000 kg NEM hoort een effectafstand (B-zone) van 10 meter.

Ik vertrouw erop u met het voorgaande voldoende te hebben geïnformeerd. Mocht u vragen hebben naar aanleiding van deze memo, dan kunt u contact opnemen met de heer S. Mahesh, telefoonnummer 030 274 4585.

Met vriendelijke groet,

Soedesh Mahesh

bijlage

Effectiviteit effect beperkende maatregelen PGS 32
opslagen
*Ontploffbare stoffen voor civiel gebruik gevarensubklassen
1.1 t/m 1.6*

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

Bijlage(n)	Ons kenmerk: 20130145 VLH JK/SM/rb
Part Of	
Ons kenmerk	M/620550/10/RI: kennisvraag I&M
Contactpersoon	Rob Duba

Datum
28 april 2013

1 Algemeen

Het Centrum Veiligheid van het RIVM heeft op verzoek van het Ministerie van Infrastructuur & Milieu een onderzoek verricht naar mogelijke effectbeperkende maatregelen voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.1 t/m 1.6 voor gebruik in het civiele domein. Het resultaat van dit onderzoek is uitgewerkt in deze bijlage.

Als basis voor dit onderzoek is genomen de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik van 19 juli 2006 (hierna: de Circulaire). In deze Circulaire zijn onder meer voor de gevarensubklassen 1.1 t/m 1.4 de relevante beoordelingscriteria en de effectzones gegeven voor een standaard bewaarplaats. In deze bijlage wordt dezelfde terminologie gebruikt als in de Circulaire. Dat houdt onder meer in dat de op te slaan hoeveelheden ontplofbare stoffen worden opgegeven in kilogrammen Netto Explosieve Massa (NEM) en dat de effectafstanden, afhankelijk van de gevarensubklasse, worden uitgedrukt in een A-zone, B-zone, en/of C-zone. Dit zal in de volgende hoofdstukken per gevarensubklasse worden uitgewerkt.

De gevaarszetting die uitgaat van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.5 is vergelijkbaar met die van de gevarensubklasse 1.1. Daarom gelden voor ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.1 en 1.5 dezelfde opslag- en veiligheidseisen. Verder is de gevaarszetting die uitgaat van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.6 vergelijkbaar met die van gevarensubklasse 1.3. Ook hier gelden voor de ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.3 en 1.6 dezelfde opslag- en veiligheidseisen. Daarnaast dient in alle gevallen aan de samenladingsregels te worden voldaan, indien ontplofbare stoffen en artikelen uit verschillende gevarensubklassen en/of compatibiliteitsgroepen in dezelfde bewaarplaats worden opgeslagen.

Hoewel vooralsnog in het civiele domein in Nederland geen ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.5 en 1.6 voorkomen, c.q. worden gebruikt, worden deze gevarensubklassen aanvullend op de Circulaire hier wel betrokken. Dit omdat ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.5 en 1.6 wellicht in de toekomst wel kunnen voorkomen danwel kunnen worden gebruikt voor civiel gebruik.

Daarom komen de volgende aspecten per gevarensubklasse aan de orde.

- De standaard bewaarplaats wordt besproken voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklassen 1.1/1.5, 1.2, 1.3/1.6 en 1.4 uit de Circulaire.
- Het relevante beoordelingskader: de criteria die gebruikt worden voor het bepalen van de effectafstanden op grond van de Circulaire.
- De met de standaard opslag corresponderende effectafstanden (A-, B-, en C-zones) worden gegeven op basis van het beoordelingscriterium.
- Er worden effectbeperkende maatregelen besproken die een goede praktijk zijn en als stand der techniek kunnen worden aangemerkt.
- De effectafstanden als gevolg van de effectbeperkende maatregelen zijn aangegeven voor elk type effectbeperkende maatregel.
- De effectiviteit¹ van deze effectbeperkende maatregelen wordt aangegeven in relatie tot de effectafstanden.

Datum
28 april 2013

In de hoofdstukken 2 tot en met 5 zijn de voornoemde aspecten uitgewerkt voor ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.1/1.5, 1.2, 1.3/1.6 en 1.4. In hoofdstuk 6 is een samenvatting gegeven.

2 Opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.1 en/of 1.5

In dit hoofdstuk bespreken wij voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.1 en/of 1.5 de standaard bewaarplaats (paragraaf 2.1), de beoordelingscriteria (paragraaf 2.2), de effectafstanden voor de standaard bewaarplaats (paragraaf 2.3), de effectbeperkende maatregelen en de bijbehorende effectafstanden (paragraaf 2.4) en de effectiviteit van de effectbeperkende maatregelen (paragraaf 2.5).

2.1 Standaard bewaarplaats

Voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.1 en/of 1.5 wordt de volgende standaard bewaarplaats toegepast:

- De opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik vindt plaats in 1 bewaarplaats die niet-gecompartimenteerd is.
- De opslag vindt plaats in een bovengrondse licht geconstrueerde bewaarplaats.
- Bovengronds: de bewaarplaats is op het maaiveld gesitueerd.
- Licht geconstrueerd: de wanden zijn vervaardigd van beton met een dikte van minder dan 20 cm of baksteen met een dikte van minder dan 23 cm. Het dak is van een licht materiaal vervaardigd. De vloer is van beton vervaardigd.

2.2 Beoordelingscriteria

De beoordelingscriteria voor het bepalen van de effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensubklasse 1.1 en/of 1.5 zijn blast en scherfdichtheid.

- Blast: invallende piekoverdrukwaarde van 5 kPa.
- Scherfdichtheid: 1 lethaal scherf² per 56 m² grondoppervlak.

Aan beide criteria moet worden voldaan. Dan is de kans op overlijden van personen in de open lucht of in kwetsbare objecten kleiner dan 1%.

¹ Effectiviteit van een maatregel (%) = [Afstandsreductie door maatregel in meter / Effectafstand zonder maatregel in meter] x 100%.

² Een lethaal scherf heeft volgens de definitie van de richtlijn AASTP-1 een energiewaarde van minimaal 79 Joule.

2.3 Effectafstanden voor de standaard bewaarplaats

De effectafstanden worden conform de Circulaire bepaald en uitgedrukt in A-, B- en C-zones.

Datum
28 april 2013

De B-zone is de grootste effectafstand die bepaald wordt op basis van de blast- en scherfdichtheidscriteria (zie onder 2.2).

De effectafstand (D_{blast} in meter) op basis van het blastcriterium wordt als volgt berekend: $D_{\text{blast}} = 22,2 \cdot (\text{NEM})^{(1/3)}$. (Bron: Richtlijn AASTP-1).

De effectafstand (D_{scherf} in meter) op basis van het scherfcriterium wordt als volgt bepaald (bron: Richtlijn DOD 6055.9-STD):

- $D_{\text{scherf}} = 61$ meter als $\text{NEM} \leq 14,1$ kg;
- $D_{\text{scherf}} = -251,87 + [118,56 \times \ln(\text{NEM})]$ voor $14,1 \text{ kg} < \text{NEM} \leq 204,1$ kg;
- $D_{\text{scherf}} = 381$ meter als $\text{NEM} > 204,1$ kg.

NEM is de Netto Explosieve Massa in kg.

A-zone is $(2/3) \cdot B$ -zone en de C-zone is $2 \cdot B$ -zone.

De effectafstanden uitgedrukt in de A-, B- en C-zone zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevaren-subklasse 1.1 in een standaard bovengrondse bewaarplaats.

Hoeveelheid NEM [kg]	Effectafstanden [meter]		
	A-zone	B-zone	C-zone
14,1	41	62	124
25,0	87	130	260
50,0	141	212	424
75,0	173	260	520
100,0	196	294	588
125,0	214	321	642
150,0	228	342	684
175,0	240	360	720
200,0	251	376	752
204,1 - 500,0	254	381	762

2.4 Effectbeperkende maatregelen en bijbehorende effectafstanden

De volgende effectbeperkende maatregelen komen in beeld.

- Compartimenteren in één bovengrondse bewaarplaats.
- Opslaan in meerdere bovengrondse bewaarplaatsen.
- Ondergronds opslaan.
- Het volledig afschermen van de bewaarplaats (labyrint constructie)

2.4.1 Compartimenteren in één bovengrondse bewaarplaats

In de gecompartmenteerde bewaarplaats moeten bouwkundige voorzieningen worden getroffen om sympathische reacties tussen de gecompartmenteerde opslagen te voorkomen. Voor de beoordeling van de eventueel aanwezige compartimentering in een bewaarplaats is gebruik gemaakt van een tweetal Amerikaanse handleidingen (bron: DOD 6055.9-STD en DOD 4145.26-M). Dit zijn twee recente standaardwerken die gebaseerd zijn op experimentele resultaten.

In de voornoemde richtlijnen worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Gewapend betonnen scheidingswanden moeten minimaal 0,30 meter dik zijn, een wapening van minimaal 12,7 mm met een onderlinge afstand van niet meer dan 300 mm aan beide zijden en een ontwerp druksterkte van meer dan 17,25 MPa hebben.
2. Indien aan de eisen uit 1 wordt voldaan dan zijn de scheidingswanden in staat om sympathische reacties van hoeveelheden tot 193 kg TNT-equivalenten te voorkomen.
3. Het opvullen van ruimten tussen twee betonnen of gemetselde muren (die niet voldoen aan punt 1) met minimaal 1,5 meter zand is nodig om sympathische reactie te voorkomen van hoeveelheden tot 193 kg TNT-equivalenten.
4. De scheidingswanden zijn alleen effectief indien de ontplofbare stoffen op meer dan 0,91 meter van de scheidingswanden worden geplaatst.

In de paragrafen 2.4.1.1, 2.4.1.2 en 2.4.1.3 gaan wij in op de opslag in één bewaarplaats die bestaat uit respectievelijk twee compartimenten, vijf compartimenten en meerdere compartimenten (honingraat).

2.4.1.1 *Bewaarplaats bestaande uit twee compartimenten*

De effectafstanden voor een opslagsituatie met twee compartimenten in een bewaarplaats en waarbij aan de bouwtechnische eisen voor de scheidingswand uit paragraaf 2.4.1 wordt voldaan, zijn vermeld in tabel 2. Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is dat er minder uitworp van secundaire scherven is en dat de blastwerking minder is.

Tabel 2. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevaren-subklasse 1.1 in twee compartimenten in één bovengrondse bewaarplaats.

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per compartiment	Effectafstanden [meter]		
		A-zone	B-zone	C-zone
[kg]	[kg]			
50,0	25,0	87	130	260
75,0	37,5	119	178	356
100,0	50,0	141	212	424
125,0	62,5	160	239	478
150,0	75,0	173	260	520
175,0	87,5	186	279	558
200,0	100,0	196	294	588
300,0	150,0	228	342	684
386,0	193,0	248	372	744
408,2	204,1	254	381	762
500,0	250,0	254	381	762

2.4.1.2 *Bewaarplaats bestaande uit vijf compartimenten*

Hier beschouwen wij de situatie voor vijf compartimenten in een bewaarplaats waarbij aan de bouwtechnische eisen voor de scheidingswanden uit paragraaf 2.4.1 wordt voldaan. In tabel 3 zijn de effectafstanden voor deze bewaarplaats met vijf compartimenten gegeven. Het resultaat van deze effect beperkende maatregel is dat er minder uitworp van secundaire scherven is en dat de blastwerking minder is dan de opslag in twee compartimenten.

Tabel 3. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevaren-subklasse 1.1 in vijf compartimenten in één bovengrondse bewaarplaats.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM [kg]	Hoeveelheid NEM per compartiment [kg]	Effectafstanden [meter]		
		A-zone	B-zone	C-zone
50,0	10,0	41	62	124
75,0	15,0	47	70	140
100,0	20,0	70	104	208
125,0	25,0	87	130	260
150,0	30,0	102	152	304
175,0	35,0	114	170	340
200,0	40,0	124	186	372
300,0	60,0	156	234	468
386,0	77,2	176	264	528
408,2	81,7	180	270	540
500,0	100,0	196	294	588

2.4.1.3 Bewaarplaats bestaande uit een honingraat

In deze paragraaf beschouwen wij de situatie voor opslag in een honingraat. Deze wijze van opslaan is specifiek voor de opslag van zwart buskruit en rookzwak kruit (nitrocellulose kruit: NC-kruit).

Een bewaarplaats die bestaat uit een aantal compartimenten van een uit steen vervaardigde honingraat waarbij de voorzijde van de compartimenten open is en in elk compartiment maximaal 1 kg zwart buskruit of NC-kruit wordt bewaard. Elk compartiment is minimaal 400 mm diep en is vervaardigd van gemetselde wanden met een dikte van 105 mm en met een vloer en plafond met een dikte van 70 mm. Er zal aan de voorzijde van de compartimenten minimaal 1 meter vrije ruimte aanwezig zijn op basis van experimenten van TNO. (Bron: Experimenten met zwart buskruit. J.H.C. Zwaneveld. PML 1988-79. November 1988).

Er moeten voorzieningen zijn getroffen voor drukontlasting óf de bewaarplaats moet afdoende groot zijn om de statische overdrukwaarde te kunnen bevatten. Er moeten ook voorzieningen zijn getroffen om een brand van buiten de bewaarplaats te voorkomen. De bewaarplaats dient van buiten naar binnen en vice versa minimaal 60 minuten brandwerend te zijn.

Er zou overwogen kunnen worden om maximaal 25 kg zwart buskruit per bewaarplaats op te slaan, om bij een mogelijke calamiteit de effecten voor de externe veiligheid te beperken en met het oog op een mogelijke inzet van de hulpverleners (brandweer).

Het resultaat van deze effect beperkende maatregel is dat er minder scherven zullen vrijkomen en dat de blastwerking laag is. De effecten worden namelijk bepaald door 1 kg zwart buskruit of NC-kruit, in plaats van de totale opgeslagen hoeveelheid zwart buskruit of NC-kruit.

Bij een opslag van zwart buskruit in een honingraat zijn de A-, B- en C-zones respectievelijk 13 meter, 20 meter en 40 meter.

Datum
28 april 2013

2.4.2 Opslag in twee of vijf bovengrondse bewaarplaatsen

In deze paragraaf bespreken wij de opslag van ontplofbare stoffen die in twee of vijf bovengrondse bewaarplaatsen worden opgeslagen. Er is hier gekozen voor opslag in twee of vijf bewaarplaatsen, omdat wij niet verwachten dat er in meer dan vijf bewaarplaatsen opslag van ontplofbare stoffen zal plaatsvinden vanwege het benodigde ruimtebeslag.

Er wordt van uitgegaan dat de opslaghoeveelheden gelijkmatig worden verdeeld over twee of vijf bovengrondse bewaarplaatsen én dat alle zijden van de bewaarplaatsen worden voorzien van een aarden wal. Hierdoor worden de afzonderlijke bewaarplaatsen nagenoeg volledig afgeschermd (omwallen). De eisen waaraan een aarden wal moet voldoen, zijn aangegeven in de NATO richtlijn AASTP-1 (Edition May 2010), section III – Barricades: Design Criteria (pagina II-3-6 t/m II-3-9).

De effectafstanden voor deze bewaarplaatsen zijn vermeld in de tabellen 4 en 5. Een aanvullende eis is het voorkomen van sympathische reacties tussen de bewaarplaatsen. Daarom dienen er minimale afstanden tussen de bewaarplaatsen te worden aangehouden (interne veiligheidsafstanden). In de tabellen 4 en 5 zijn ook de minimaal aan te houden afstanden (IM) vermeld voor het geval er wel een of geen aarden wal is geplaatst tussen de bewaarplaatsen. Een nadeel van deze maatregel is het benodigde ruimtebeslag.

De IM-afstanden worden berekend op basis van de aanbevelingen uit de NATO richtlijn AASTP-1. Indien er een aarden wal tussen de bewaarplaatsen wordt geplaatst dan geldt de D4-afstand uit de richtlijn ($D4=2,4 \cdot Q^{(1/3)}$). Als er geen aarden wal tussen de bewaarplaatsen wordt geplaatst dan geldt de D9-afstand uit de richtlijn ($D=4,8 \cdot Q^{(1/3)}$). In deze formules is Q de Netto Explosieve Massa (NEM) van de ontplofbare stoffen in kg.

Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is dat er circa 50% minder scherven worden verspreid en dat de blastwerking minder wordt. De effectafstand voor de externe zonering is de grootste afstand die bepaald wordt op basis van het voornoemde blast- en scherfcriterium. De effectafstanden gelden ten opzichte van elke bewaarplaats.

Bij het berekenen van de effectafstanden is aangenomen dat 50% van de scherven (20% door het dak en 30% van de bovenzijde van de 4 wanden van de bewaarplaats) worden geweerd door de aarden wallen. De overige scherven bepalen de effectafstand. Deze effectafstand is circa $0,71^3$ keer de effectafstand indien er geen volledige afscherming plaatsvindt (AASTP-1, II-5-35/36, Edition 1, May 2010).

³ $0,71 = \sqrt{(0,5)}$. De fractie niet afgeschermd fragmenten is 0,5.

Tabel 4. Effectafstanden en interne veiligheidsafstanden (IM) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in twee bovengrondse bewaarplaatsen.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: mét aarden wal	IM: zonder aarden wal	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-C-zone
50,0	25,0	7	14	61-92-184
75,0	37,5	8	16	84-126-252
100,0	50,0	9	18	100-150-300
125,0	62,5	10	19	113-169-338
150,0	75,0	11	21	123-184-368
175,0	87,5	11	22	132-197-394
200,0	100,0	12	23	139-208-416
300,0	150,0	13	26	162-242-484
386,0	193,0	14	28	176-264-528
408,2	204,1	15	29	180-270-540
500,0	250,0	16	31	180-270-540

Tabel 5. Effectafstanden en interne veiligheidsafstanden (IM) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in vijf bovengrondse bewaarplaatsen.

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: mét aarden wal	IM: zonder aarden wal	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-C-zone
50,0	10,0	6	11	32-48-96
75,0	15,5	6	12	38-56-112
100,0	20,0	7	13	49-73-146
125,0	25,0	7	14	61-92-184
150,0	30,0	8	15	72-107-214
175,0	35,0	8	16	80-120-240
200,0	40,0	9	17	88-132-264
300,0	60,0	10	19	111-166-332
386,0	77,2	11	21	125-187-374
408,2	81,6	11	21	128-191-382
500,0	100,0	12	23	139-208-416

2.4.3 Opslag in ondergrondse bewaarplaats

Een opslag in een ondergrondse bewaarplaats definiëren wij als volgt. De opslag van ontplofbare stoffen vindt plaats in een volledig onder het maaiveld gelegen bewaarplaats én alle zijden van de bewaarplaats worden voorzien van een aarden wal. Het dak fungeert als deur. Het dak moet via scharnieren of een ketting worden vastgemaakt aan de vloer van de bewaarplaats, zodat het dak niet kan worden weggeblazen bij een explosie.

Ook bij meerdere ondergrondse bewaarplaatsen is een aanvullende eis het voorkomen van sympathische reacties tussen de bewaarplaatsen. Er dienen minimale afstanden tussen de bewaarplaatsen te worden aangehouden. In de tabellen 7 en 8 zijn de minimaal aan te houden interne veiligheidsafstanden (IM) vermeld voor het geval er wel een of geen aarden wal is geplaatst tussen de bewaarplaatsen. Een nadeel van deze maatregel is het benodigde ruimtebeslag. Daarnaast is dit opslagtype niet echt wenselijk uit oogpunt van arbeidsveiligheid.

De IM-afstand wordt berekend op basis van de aanbevelingen uit de NATO richtlijn AASTP-1. Indien er een aarden wal tussen de bewaarplaatsen wordt geplaatst dan geldt de D4-afstand uit de richtlijn ($D4=2,4 \cdot Q^{(1/3)}$). Als er geen aarden wal tussen de bewaarplaatsen wordt geplaatst dan geldt de D9-afstand uit de richtlijn ($D9=4,8 \cdot Q^{(1/3)}$). In deze formules is Q de Netto Explosieve Massa (NEM) van de ontplofbare stoffen in kg.

Het resultaat van deze effectbeperkende maatregelen is dat er nagenoeg geen scherven van de wanden buiten de wallen worden verspreid. Afhankelijk van het materiaal van het dak zal er een beperkt aantal scherven van het dak zijn te verwachten. De effecten worden voornamelijk bepaald door de blastwerking en in mindere mate door de scherven. Bij de effectzoningering wordt conservatief aangenomen dat 25% van de scherven kan vrijkomen (ca. 10% scherven van het dak en ca. 15% scherven van de bovenzijde van de wanden van bewaarplaats).

In de tabellen 6, 7 en 8 zijn de effectafstanden gegeven voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in één, twee of vijf ondergrondse bewaarplaatsen die aan alle zijden zijn voorzien van een aarden wal.

Tabel 6. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in één ondergrondse bewaarplaats.

Total hoeveelheid NEM [kg]	Effectafstanden [meter]		
	A-zone	B-zone	C-zone
14,1	36	54	108
25,0	44	65	130
50,0	71	106	212
75,0	87	130	260
100,0	99	148	296
125,0	108	161	322
150,0	115	172	344
175,0	121	181	362
200,0	126	189	378
500,0	128	191	382

Tabel 7. Effectafstanden en interne veiligheidsafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in twee ondergrondse bewaarplaatsen.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: mét aarden wal	IM: zonder aarden wal	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-C-zone
50,0	25,0	7	14	44-65-130
75,0	37,5	8	16	60-89-178
100,0	50,0	9	18	71-106-212
125,0	62,5	10	19	80-120-240
150,0	75,0	11	21	87-130-260
175,0	87,5	11	22	94-140-28-
200,0	100,0	12	23	99-148-296
300,0	150,0	13	26	115-172-344
386,0	193,0	14	28	124-186-372
408,2	204,1	15	29	127-190-380
500,0	250,0	16	31	128-191-383

Tabel 8. Effectafstanden en interne veiligheidsafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 in vijf ondergrondse bewaarplaatsen.

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: mét aarden wal	IM: zonder aarden wal	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-C-zone
50,0	10,0	6	11	32-48-96
75,0	15,5	6	12	38-56-112
100,0	20,0	7	13	41-61-122
125,0	25,0	7	14	44-65-130
150,0	30,0	8	15	51-76-152
175,0	35,0	8	16	57-85-170
200,0	40,0	9	17	62-93-186
300,0	60,0	10	19	78-117-234
386,0	77,2	11	21	88-132-264
408,2	81,6	11	21	90-135-270
500,0	100,0	12	23	99-148-296

2.4.4 Opslag in een volledig afgeschermd bewaarplaats

Met een afgeschermd bovengrondse bewaarplaats wordt bedoeld: het volledig afschermen van de bewaarplaats met betonblokken (labyrint-opstelling). Om de boven het maaiveld gelegen bewaarplaats worden betonblokken geplaatst. Op het dak van de bewaarplaats wordt een voorziening geplaatst die gevuld is met aarde (met een hoogte van minimaal 1 meter). Door deze maatregelen zullen de scherven worden afgevangen zodat er geen scherven buiten de omwalling worden gelanceerd. De effectafstanden worden bepaald door de blastwerking. De gegevens zijn beschikbaar voor opslag van maximaal 25 kg ontplofbare stoffen (Bron: Evaluatie van de tijdelijke munitie opslagfaciliteit van Leemans Speciaalwerken BV. Ir. M.P.M. Rhijnsburger. PML 202-C24. Maart 2002).

Het resultaat van de effectbeperkende maatregel het volledig afschermen is: geen scherven buiten de omwalling. De effecten worden alleen bepaald door de

blastwerking. Deze opstelling geldt voor een opslag met één bovengrondse bewaarplaats en maximaal 25 kg ontplofbare stoffen, die is afgeschermd met betonblokken (labyrint-opstelling). In tabel 9 zijn de effectafstanden gegeven.

Datum
28 april 2013

Tabel 9. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarens-klasse 1.1 in een bovengrondse bewaarplaats die volledig is omgeven door betonblokken (labyrint-opstelling).

Totale hoeveelheid NEM [kg]	Effectafstanden [meter]		
	A-zone	B-zone	C-zone
0,15-1,0	17	25	50
5	26	38	76
10	32	48	96
15	37	55	110
20	41	61	122
25	44	65	130

2.5 De effectiviteit van de effectbeperkende maatregelen

In de paragraaf vermelden wij de effectiviteit van de verschillende effect beperkende maatregelen. Zoals eerder vermeld, hebben wij aangegeven hoe de effectiviteit van een effectbeperkende maatregel is berekend. De effectiviteit van een maatregel wordt berekend door de afstandsreductie als gevolg van de maatregel te delen door de effectafstand indien er geen maatregel wordt toegepast en dit getal vervolgens te vermenigvuldigen met 100%. De op deze wijze berekende effectiviteit van de verschillende effect beperkende maatregelen is vermeld in de tabellen 10 t/m 12.

Tabel 10. De effectiviteit van de effectbeperkende maatregelen (compartimentering) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarens-klasse 1.1 en/of 1.5 in één bovengrondse bewaarplaats.

Totale opslag- hoeveelheid [kg]	Effectiviteit van de effectbeperkende maatregel [%]		
	Effect beperkende maatregel voor één bewaarplaats		
	2 compartimenten	5 compartimenten	x compartimenten in honingraat
25	52	52	85
50	39	71	91
75	32	73	92
100	28	65	93
125	26	60	94
150	24	56	94
175	23	53	94
200	22	51	95
300	10	39	95
386	2	31	95
408,2	0	29	95
500	0	23	95

Tabel 11. De effectiviteit van de effectbeperkende maatregelen voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 en/of 1.5 in bovengrondse bewaarplaatsen die aan alle zijden zijn voorzien van aarden wallen of betonblokken.

Datum
28 april 2013

Totale opslaghoeveelheid [kg]	Effectiviteit van de effectbeperkende maatregel [%]		
	Effect beperkende maatregel		
	2 bewaarplaatsen	5 bewaarplaatsen	1 bewaarplaats met labyrint-opstelling
0,15 -1,0	n.v.t.	n.v.t.	60
5	n.v.t.	n.v.t.	39
10	n.v.t.	n.v.t.	23
15	n.v.t.	n.v.t.	21
20	n.v.t.	n.v.t.	41
25	66	66	50
50	57	77	n.v.t.
75	52	78	n.v.t.
100	49	75	n.v.t.
125	47	71	n.v.t.
150	46	69	n.v.t.
175	45	67	n.v.t.
200	45	65	n.v.t.
300	36	51	n.v.t.
386	31	51	n.v.t.
408,2	29	50	n.v.t.
500	29	45	n.v.t.

Tabel 12. De effectiviteit van de effectbeperkende maatregelen voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1 en/of 1.5 in ondergrondse bewaarplaatsen die aan alle zijden zijn voorzien van een aarden wal.

Totale opslaghoeveelheid [kg]	Effectiviteit van de effectbeperkende maatregel [%]		
	Effectbeperkende maatregel		
	1 ondergrondse bewaarplaats	2 ondergrondse bewaarplaatsen	5 ondergrondse bewaarplaatsen
Tot 14,1	13	31	50
25	50	60	39
50	50	69	77
75	50	66	78
100	50	64	79
125	50	63	80
150	50	62	78
175	50	61	76
200	50	61	75
300	50	55	69
386	50	51	65
408,2	50	50	65
500	50	50	61

3 Opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2

In dit hoofdstuk bespreken wij voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 de standaard bewaarplaats (paragraaf 3.1), het relevante beoordelingscriterium (paragraaf 3.2), de effectafstanden voor de standaard bewaarplaats (paragraaf 3.3), de effect beperkende maatregelen en de bijbehorende effectafstanden (paragraaf 3.4) en de effectiviteit van de effect beperkende maatregelen (paragraaf 3.5).

Datum
28 april 2013

3.1 Standaard bewaarplaats

Voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 wordt conform de Circulaire de volgende standaard bewaarplaats toegepast:

- De opslag van ontplofbare stoffen vindt plaats in 1 bewaarplaats én is niet-gecompartimenteerd.
- De opslag vindt plaats in een bovengrondse licht geconstrueerde bewaarplaats.
- Bovengronds: de bewaarplaats is op het maaiveld gesitueerd.
- Licht geconstrueerd: de wanden zijn vervaardigd van beton met een dikte van minder dan 20 cm of baksteen met een dikte van minder dan 23 cm. Het dak is van een licht materiaal vervaardigd. De vloer is van beton vervaardigd.

3.2 Beoordelingscriterium

Het beoordelingscriterium voor het bepalen van de effectafstanden voor de opslag ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 is scherfdichtheid.

- Scherfdichtheid: 1 lethaal scherf⁴ per 56 m² grondoppervlak.

Aan het scherfcriterium moet worden voldaan. Dan is de kans op overlijden van personen in de open lucht of in kwetsbare objecten is kleiner dan 1%.

3.3 Effectafstanden voor de standaard bewaarplaats

De effectafstanden worden in lijn met de Circulaire uitgedrukt in A- en B-zone. De C-zone is voor ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 niet relevant, omdat er voor deze gevarensklasse de blastwerking niet bepalend is.

De Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik maakt geen onderscheid tussen ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.1 en 1.2. In de Circulaire is voor deze aanpak gekozen omdat er geen of relatief weinig ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 voor civiele doeleinden worden gebruikt. Daarom zijn voor ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 geen aparte effectafstanden gegeven en worden conservatief de effectafstanden van gevarensklasse 1.1 voor deze categorie van ontplofbare stoffen aangehouden.

De B-zone is de effectafstand die op basis van het scherfdichtheids criterium conform de Circulaire is bepaald. De A-zone is $(2/3) \cdot B$ -zone.

De effectafstanden uitgedrukt in A- en B-zones zijn vermeld in tabel 13.

⁴ Een lethaal scherf heeft volgens de definitie van de richtlijn AASTP-1 een energiewaarde van minimaal 79 Joule.

Tabel 13. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.2 in een bovengrondse standaard bewaarplaats.

Datum
28 april 2013

Opslaghoeveelheid NEM [kg]	Effectafstand [meter]	
	A-zone	B-zone
14,1	41	62
25,0	87	130
50,0	141	212
75,0	173	269
100,0	196	294
125,0	214	321
150,0	228	342
175,0	240	360
200,0	251	376
204,1	254	381
500,0	254	381

Wij merken nog het volgende op. Wij beleven aan om voor de ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.2 de effectafstanden uit de NATO richtlijn AASTP-1 te gebruiken, omdat deze effectafstanden specifiek zijn bedoeld voor ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.2. Daarom gebruiken wij in het vervolg van dit onderzoek de effectafstanden uit de NATO richtlijn AASTP-1. De A- en B- zones in de hierna volgende paragrafen worden gebaseerd op de NATO richtlijn AASTP-1.

De effectafstand voor de A- en B-zones zullen wij in het vervolg bepalen aan de hand van de toepasselijke formule uit de NATO richtlijn AASTP-1 (I-A-56).

De B-zone (m) = $-167,648 + 70,345 \cdot \ln[\text{NEM}] - 1,303 \cdot ((\ln[\text{NEM}]))^2$.

3.4 Effectbeperkende maatregelen en bijbehorende effectafstanden

Er worden in het civiele domein nagenoeg geen ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.2 gebruikt. De verwachting is dat het gebruik ervan beperkt zal blijven vanwege het specifieke toepassingsgebied van dit type ontplofbare stoffen. Daarom worden hier enkele opslagtypen beschreven die ontleend zijn aan de NATO richtlijn AASTP-1 (versie mei 2010). De hierna beschreven opslagtypen betreffen bovengrondse bewaarplaatsen en zijn strikt genomen geen effect beperkende maatregelen.

- Zware opslagconstructie: de bewaarplaats is vervaardigd van niet brandbaar materiaal. De wanden zijn vervaardigd van gewapend beton met een nominale dikte van 450 mm of 680 mm baksteen (of equivalent materiaal). Het dak is vervaardigd van gewapend beton met een dikte van 150 mm.
- Middel zware opslagconstructie: de wanden zijn vervaardigd van baksteen met een dikte van 215 mm (of equivalent materiaal) en het dak is vervaardigd van beton met een dikte van 150 mm. De deuropening is al dan niet voorzien van een aarden wal.

- Lichte opslagconstructie: de wanden zijn vervaardigd van beton met een dikte van minder dan 20 cm of baksteen met een dikte van minder dan 23 cm. Het dak is van een licht materiaal vervaardigd. De deuropening is al dan niet voorzien van een aarden wal. Dit type komt overeen met de standaard bewaarplaats uit de Circulaire.

Datum
28 april 2013

Andere opslagtypen, zoals het compartimenteren in één bewaarplaats of het opslaan in ondergrondse bewaarplaatsen, worden hier niet besproken, omdat onze verwachting is dat dit type ontplofbare stoffen nauwelijks zullen worden gebruikt en worden opgeslagen voor civiele doeleinden.

De effectafstanden voor de bovengrondse bewaarplaatsen van het type zware opslagconstructie, middel zware opslagconstructie of lichte opslagconstructie zijn vermeld in tabel 14.

Tabel 14. De effectafstanden voor bovengrondse bewaarplaatsen die getypeerd kunnen worden als een zware opslagconstructie, middel zware opslagconstructie of lichte opslagconstructie.

Opslaghoeveelheid NEM [kg]	Effectafstand [meter]	
	A-zone	B-zone
14,1	40	60
25,0	40	60
50,0	59	88
75,0	77	115
100,0	87	130
125,0	97	145
150,0	105	155
175,0	110	165
200,0	115	170
250,0	125	185
300,0	130	195
350,0	135	200
400,0	140	210
450,0	145	215
500,0	150	220

Uit tabel 14 blijkt dat de effectafstanden onafhankelijk zijn van het type opslagconstructie. Dit onderscheid in opslagconstructie is vooral van belang indien de ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 in meerdere bewaarplaatsen worden opgeslagen en om de interne veiligheid binnen de inrichting te borgen.

Hieronder wordt daarop ingegaan.

- Indien de ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 uitsluitend in bewaarplaatsen van het type zware opslagconstructie worden opgeslagen dan gelden er geen interne veiligheidsafstanden tussen de bewaarplaatsen: de constructie van die type bewaarplaatsen is afdoende om interne domino-effecten te voorkomen.

- Indien de ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 worden opgeslagen in een middel zware of lichte opslagconstructie, dan moet een afstand die in getalswaarde overeenkomt met de afstand voor de A-zone uit tabel 14 worden aangehouden tussen de bewaarplaatsen van middel zware, licht of zware opslagconstructie, teneinde domino-effecten te voorkomen.

Datum
28 april 2013

3.5 De effectiviteit van de effect beperkende maatregelen

In deze paragraaf vermelden wij de effectiviteit van het toepassen van de verschillende typen opslagen. De effectiviteit van een bepaald type opslagconstructie wordt berekend door de afstandsreductie als gevolg van het gebruik van een bepaald type opslagconstructie te delen door de effectafstand uit de Circulaire indien een maatregel niet wordt toegepast en dit getal vervolgens te vermenigvuldigen met 100%. De op deze wijze berekende effectiviteit van de verschillende effect beperkende maatregelen (lees: typen opslagconstructie) is vermeld in tabel 15.

Tabel 15. De effectiviteit van het opslaan van de ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.2 in een zware, middel zware of lichte opslagconstructie.

Opslaghoeveelheid NEM [kg]	Effectiviteit van de maatregel [%]
14,1	nihil
25	54
50	58
75	57
100	56
125	55
150	55
175	54
200	55
250	51
300	49
350	48
400	45
450	44
500	42

4 Opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 en/of 1.6

In dit hoofdstuk bespreken wij voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 (en/of 1.6) de standaard bewaarplaats (paragraaf 4.1), het relevante beoordelingscriterium (paragraaf 4.2), de effectafstanden voor de standaard bewaarplaats (paragraaf 4.3), de effectbeperkende maatregelen en de bijbehorende effectafstanden (paragraaf 4.4) en de effectiviteit van de effect beperkende maatregelen (paragraaf 4.5).

4.1 *Standaard bewaarplaats*

Voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 en/of 1.6 wordt de volgende standaard bewaarplaats toegepast:

Datum
28 april 2013

- De opslag vindt plaats in 1 bewaarplaats én is niet-gecompartimenteerd.
- De opslag vindt plaats in een bovengrondse licht geconstrueerde bewaarplaats.
- Bovengronds: de bewaarplaats is op het maaiveld gesitueerd.
- Licht geconstrueerd: de wanden zijn vervaardigd van beton met een dikte van minder dan 20 cm of baksteen met een dikte van minder dan 23 cm. Het dak is van een licht materiaal vervaardigd. De vloer is van beton vervaardigd.

4.2 *Beoordelingscriterium*

Het beoordelingscriterium voor het bepalen van de effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 en/of 1.6 is intense warmtestraling.

- Warmtestralingscriterium: maximaal 10 kW/m²

Aan dit warmtestralingscriterium moet worden voldaan: de kans op overlijden van (onbeschermd) personen in de open lucht is 1% bij een blootstellingsduur van 20 seconden.

4.3 *Effectafstanden voor de standaard bewaarplaats*

De effectafstanden worden conform de Circulaire bepaald en uitgedrukt in A- en B-zones. De B-zone is de grootste effectafstand en is gebaseerd op het warmtestralingscriterium uit de NATO richtlijn AASTP-1.

De B-zone wordt als volgt berekend: $B\text{-zone (m)} = 6,4 \cdot (NEM)^{1/3}$. NEM is de Netto Explosieve Massa in kg. De A-zone is $(2/3) \cdot B\text{-zone}$. De effectafstanden (A- en B-zones) zijn vermeld in tabel 16.

Tabel 16. De effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 en/of 1.6 in een standaard bovengrondse bewaarplaats.

Opslaghoeveelheid NEM [kg]	Effectafstand [meter]	
	A-zone	B-zone
50	16	24
100	20	30
150	23	34
200	25	37
250	27	40
300	29	43
350	30	45
400	31	47
450	33	49
500	34	51
550	35	52
600	36	54
650	37	55
700	38	57
750	39	58
800	39	59
850	41	61
900	41	62
950	42	63
1000	43	64

4.4 Effectbeperkende maatregelen en bijbehorende effectafstanden

De volgende effectbeperkende maatregelen komen in beeld.

- Compartimenteren in één bovengrondse bewaarplaats.
- Opslaan in meerdere bovengrondse bewaarplaatsen al dan niet voorzien van een brandmuur of aarden wal voor de deuropening.
- Bewaarplaats voorzien van een aarden wal of brandmuur.

Belangrijk bij de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3

- Ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 mogen niet in ondergrondse bewaarplaatsen worden opgeslagen. Indien dat gebeurt, dan wordt de opslag beschouwd als zijnde een opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1. In dat geval gelden voor een ondergrondse opslag met ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 de effectafstanden, de interne veiligheidsafstanden en de veiligheidsvoorzieningen van ontplofbare stoffen uit de gevarensklasse 1.1.

- Drukontlasting is essentieel bij opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3. Indien de druk in de bewaarplaats niet afdoende en adequaat kan worden ontlast, dan zal een massabrand (typerend voor een incident met ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3) overgaan in een massa-explosie (typerend voor een incident met ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.1). De drukontlasting kan plaatsvinden via de deuropening, het dak of een (zwakke plek in de) wand van de bewaarplaats. In verband met een mogelijke inzet van de brandweer heeft drukontlasting via het dak de voorkeur van de brandweer. Echter, er kunnen locatie specifieke omstandigheden zijn op grond waarvan de drukontlasting via de deuropening of een wand van de bewaarplaats moet plaatsvinden.
- Bij de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 in meerdere bewaarplaatsen, wordt bij het bepalen van de interne veiligheidsafstanden vooralsnog er van uitgegaan dat de drukontlasting via de deuropening zal plaatsvinden.

4.4.1 *Compartimenteren in één bewaarplaats*

In de bewaarplaats moeten bouwkundige voorzieningen worden getroffen om brandoverslag en branddoorslag van het ene compartiment naar het andere en vice versa te voorkomen. De bouwkundige voorzieningen moeten zijn vervaardigd van onbrandbaar materiaal, zoals metselwerk, cellenbeton en beton, een bepaalde mechanische stevigheid borgen en een brandwerendheid hebben van minimaal 60 minuten.

In de hierna volgende sub paragrafen bespreken wij een bewaarplaats die bestaat uit twee of vijf compartimenten, en een bewaarplaats die uit meerdere kleine compartimenten (honingraat) bestaat.

4.4.1.1 *Bewaarplaats bestaande uit twee compartimenten*

We beschouwen eerst een opslagsituatie voor een bewaarplaats met twee compartimenten en waarbij aan de voornoemde bouwtechnische eisen wordt voldaan. De hoeveelheid ontplofbare stoffen wordt gelijkmatig verdeeld over de beide compartimenten. Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is dat er zijn minder ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 betrokken worden bij een brand. Daardoor worden de effectafstanden kleiner. In tabel 17 zijn de effectafstanden voor een dergelijke bewaarplaats vermeld.

Tabel 17. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.3 in een bovengrondse bewaarplaats met twee compartimenten.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM [kg]	Hoeveelheid NEM per compartiment [kg]	Effectafstanden [meter]	
		A-zone	B-zone
50	25	13	19
100	50	16	24
150	75	18	27
200	100	20	30
250	125	22	32
300	150	23	34
350	175	24	36
400	200	25	37
450	225	26	39
500	250	27	40
550	275	28	42
600	300	29	43
650	325	30	44
700	350	30	45
750	375	31	46
800	400	31	47
850	425	32	48
900	450	33	49
950	475	34	50
1000	500	34	51

4.4.1.2 *Bewaarplaats bestaande uit vijf compartimenten*

Hier gaan wij in op de situatie met vijf compartimenten in een bewaarplaats, waarbij aan de bouwtechnische eisen voor onder meer de scheidingswand wordt voldaan. De hoeveelheid ontplofbare stoffen wordt gelijkmatig verdeeld over de vijf compartimenten. Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is dat er zijn minder ontplofbare stoffen van de gevarens-
subklasse 1.3 betrokken zijn bij een brand. Daardoor worden de effect afstanden kleiner dan voor de situatie met twee compartimenten. Het resultaat is vermeld in tabel 18.

Tabel 18. Effectafstanden voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevaren-subklasse 1.3 in een bovengrondse bewaarplaats met vijf compartimenten.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM [kg]	Hoeveelheid NEM per compartiment [kg]	Effectafstanden [meter]	
		A-zone	B-zone
50	10	10	14
100	20	12	18
150	30	14	20
200	40	15	22
250	50	16	24
300	60	17	25
350	70	18	27
400	80	19	28
450	90	20	29
500	100	20	30
550	110	21	31
600	120	22	32
650	130	22	33
700	140	23	34
750	150	23	34
800	160	24	35
850	170	24	36
900	180	24	36
950	190	25	37
1000	200	26	38

4.4.1.3 Bewaarplaats bestaande uit een honingraat

We beschouwen nu de situatie voor opslag in een honingraat (specifiek voor opslag van rookzwak kruit). Een bewaarplaats die bestaat uit een aantal compartimenten van een uit steen vervaardigde honingraat waarbij de voorzijde van de compartimenten open is en waarbij in elk compartiment maximaal 1 kg rookzwak kruit (NC-kruit) wordt bewaard. Elk compartiment is minimaal 400 mm diep en is vervaardigd van gemetselde wanden met een dikte van 105 mm en met een vloer en plafond met een dikte van 70 mm. Er zal aan de voorzijde van de compartimenten minimaal 1 meter vrije ruimte aanwezig zijn op basis van experimenten van TNO. (Bron: Experimenten met zwart buskruit. J.H.C. Zwaneveld. PML 1988-79. November 1988).

Er moeten voorzieningen zijn getroffen voor drukontlasting óf de bewaarplaats moet afdoende groot zijn om de statische overdrukwaarde te kunnen bevatten. Er moeten ook voorzieningen zijn getroffen om een brand van buiten de bewaarplaats te voorkomen. De bewaarplaats moet van buiten naar binnen en vice versa een brandwerendheid hebben van minimaal 60 minuten.

Er zou overwogen kunnen worden om maximaal 50 kg rookzwak kruit per bewaarplaats op te slaan, om bij een mogelijke calamiteit de effecten voor de externe veiligheid te beperken en met het oog op een mogelijke inzet van de brandweer.

Datum
28 april 2013

Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is minder warmtestraling. De effecten worden bepaald door 1 kg rookzwak kruit in plaats van de totale hoeveelheid rookzwak kruit.

De A- en de B-zone bedragen respectievelijk 6 meter en 8 meter.

4.4.2 Opslag in meerdere bovengrondse bewaarplaatsen

Wij bespreken hier de opslag in twee of vijf bovengrondse bewaarplaatsen. In deze maatregelen wordt de opslaghoeveelheid gelijkmatig verdeeld over de twee of vijf bovengrondse bewaarplaatsen, waarbij de deuropening al dan niet is voorzien van een aarden wal of brandmuur. De effectafstanden voor deze bewaarplaatsen is gegeven in tabel 19 en 20. Bij de gevarensklasse 1.3 moeten de afstanden die in de derde kolom van de tabellen 19 en 20 staan worden aangehouden als de bewaarplaatsen zodanig zijn gesitueerd dat de deuren tegenover elkaar staan. Indien een brandmuur of aarden wal wordt geplaatst tussen de deuren van de tegenover elkaar staande bewaarplaatsen of er sprake is van andere opslagvarianten dan gelden de interne veiligheidsafstanden uit de vierde kolom van de tabellen 19 en 20.

De interne veiligheidsafstanden (IM) voor de gevarensklasse 1.3 zijn gebaseerd op het voorkómen van brandoverslag. Als de bewaarplaatsen zodanig zijn gesitueerd dat de deuren tegenover elkaar staan dan moet minimaal een interne veiligheidsafstand worden aangehouden waarbij direct vlamcontact wordt voorkomen. Dat is het geval als een afstand wordt aangehouden die minimaal overeenkomt met de lengte van de vlamtong (derde kolom van tabel 19 & 20).

Op basis van gegevens uit de richtlijn AASTP-1 bedraagt de lengte van de vlamtong (in meters): $L = 3,6 \cdot Q^{(1/3)}$. Indien een brandmuur of aarden wal tussen de deuren wordt geplaatst of voor alle andere opslagsituaties zijn de afstanden uit de vierde kolom van tabel 19 en 20 van toepassing op de bewaarplaatsen. Deze afstanden worden aan de hand van de volgende formule berekend: $q = 19 \cdot Q^{0,82} / D^2$; q is de warmtestralingsbelasting in kW/m^2 ($q = 10 \text{ kW/m}^2$), Q is NEM in kg en D is de veiligheidsafstand in meters (bron: NATO richtlijn AASTP-1, May 2010). Een nadeel van deze maatregel is het benodigde ruimtebeslag.

Tabel 19. Effectafstanden en de interne veiligheidsafstanden (IM) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 in twee bovengrondse bewaarplaatsen.

Datum
28 april 2013

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: Bewaarplaatsen met tegenover elkaar staande deuren zónder aarden wal of brandmuur	IM: Bewaarplaatsen met tegenover elkaar staande deuren mét aarden wal of brandmuur of voor overige situaties	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-zone
50	25	11	6	13-19
100	50	14	7	16-24
150	75	16	8	18-27
200	100	17	10	20-30
250	125	18	10	22-32
300	150	19	11	23-34
350	175	20	12	24-36
400	200	21	12	25-37
450	225	22	13	26-39
500	250	23	13	27-40
550	275	24	14	28-42
600	300	24	14	29-43
650	325	25	15	30-44
700	350	26	15	30-45
750	375	26	16	31-46
800	400	27	16	31-47
850	425	27	17	32-48
900	450	28	17	33-49
950	475	28	18	34-50
1000	500	29	18	34-51

Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is: er zijn minder ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 betrokken bij een brand. De effectafstand wordt daardoor kleiner.

Tabel 20. Effectafstanden en de interne veiligheidsafstanden (IM) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 in vijf bovengrondse bewaarplaatsen.

Totale hoeveelheid NEM	Hoeveelheid NEM per bewaarplaats	IM: Bewaarplaatsen met tegenover elkaar staande deuren zónder aarden wal of brandmuur	IM: Bewaarplaatsen met tegenover elkaar staande deuren mét aarden wal of brandmuur of voor overige situaties	Effectafstand [m]
[kg]	[kg]	[m]	[m]	A-B-zone
50	10	8	4	10-14
100	20	10	5	12-18
150	30	12	6	14-20
200	40	13	7	15-22
250	50	14	7	16-24
300	60	14	8	17-25
350	70	15	8	18-27
400	80	16	9	19-28
450	90	16	9	20-29
500	100	17	10	20-30
550	110	18	10	21-31
600	120	18	10	22-32
650	130	19	10	22-33
700	140	19	11	22-33
750	150	19	11	23-34
800	160	20	11	24-35
850	170	20	12	24-36
900	180	21	12	24-36
950	190	21	12	25-37
1000	200	21	12	26-38

Het resultaat van deze effectbeperkende maatregel is: er zijn minder ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 betrokken bij een brand. De effectafstand wordt kleiner dan opslag in twee bewaarplaatsen.

4.4.3 Bewaarplaats voorzien van een brandmuur of aarden wal

Bij deze maatregel is voor de deuropening van de bewaarplaats een aarden wal of brandmuur geplaatst. Bij dit opslagtype wordt er van uitgegaan dat de druk-ontlasting via de deuropening zal plaatsvinden. Ook de vlamtongen zullen via de deuropening naar buiten treden. De effectafstand tot objecten van derden wordt bepaald door de lengte van de vlamtong en de afstand waar de warmtestralingsintensiteit van de vlamtong is afgenomen tot 10 kW/m².

Echter, de situering van de brandmuur of aarden wal voor de deuropening alsmede de afmetingen ervan zijn van belang voor het effectief kunnen weren en/of afbuigen van de vlamtongen. Uit diverse onderzoeken van derden en experimentele waarnemingen blijkt dat een vlamtong zich niet uitsluitend zal uitstrekken over het horizontale vlak, maar omdat de vlamtong aan impuls

verliest en veel lichter is dan lucht zal de vlamtong op een gegeven moment opstijgen.

Datum
28 april 2013

Daardoor kan de vlamtong boven een voor de deuropening gepositioneerde brandmuur of aarden wal kunnen uitsteken of zich kunnen omkrullen over deze voorzieningen. Daarnaast kunnen de vlamtongen door windeffecten zich gaan bewegen in een bepaald gebied ten opzichte van de deuropening. Bij het dimensioneren en het plaatsen van een brandmuur of aarden wal dient ook hiermee rekening te worden gehouden.

Dat maakt het vooralsnog moeilijk een goed onderbouwde kwantitatieve uitspraak te doen over de mogelijke effectiviteit van deze effect beperkende maatregel. Onze verwachting is wel dat als de fysieke maatregelen naar behoren functioneren de effectafstanden (voor de A- en B-zone) met circa 50% kunnen worden gereduceerd ten opzichte van de huidige effectafstanden.

Deze effectbeperkende maatregel wordt om voornoemde redenen in deze studie niet verder uitgewerkt.

4.5 De effectiviteit van de effectbeperkende maatregel

Wij vermelden hier de effectiviteit van de verschillende effectbeperkende maatregelen. De wijze waarop de effectiviteit van een maatregel wordt bepaald, is al eerder aan de orde geweest en wordt hier niet verder besproken. De effectiviteit van een effectbeperkende maatregel (compartimentering) voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.3 in één bovengrondse bewaarplaats of de opslag in meerdere bovengrondse bewaarplaatsen is vermeld in tabel 21.

Tabel 21. De effectiviteit van de effect beperkende maatregelen voor de opslag in één gecompartmenteerde bovengrondse bewaarplaatsen of meerdere bewaarplaatsen.

Totale opslaghoeveelheid [kg]	Effectiviteit van de effectbeperkende maatregel [%]		
	Effectbeperkende maatregel voor		
	2 compartimenten/ bewaarplaats of 2 bewaarplaatsen	5 compartimenten/ bewaarplaats of 5 bewaarplaatsen	x compartimenten in honingraat voor één bewaarplaats
50	21	42	67
100	20	40	73
150	21	41	76
200	19	41	78
250	20	40	80
300	21	42	81
350	20	40	82
400	21	40	83
450	20	41	84
500	22	41	84
550	19	40	85
600	20	41	85
650	20	40	85
700	21	40	86
750	21	41	86
800	20	41	86
850	21	41	87
900	21	42	87
950	21	41	87
1000	20	42	88

5 Opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4

In dit hoofdstuk bespreken wij voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 de standaard bewaarplaats (paragraaf 5.1), het relevante beoordelingscriterium (paragraaf 5.2), de effectafstanden voor de standaard bewaarplaats (paragraaf 5.3), de effectbeperkende maatregelen en de bijbehorende effectafstanden (paragraaf 5.4) en de effectiviteit van de effect beperkende maatregelen (paragraaf 5.5)

5.1 Standaard bewaarplaats

Voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 wordt de volgende standaard bewaarplaats toegepast:

- De opslag van ontplofbare stoffen vindt plaats in 1 bewaarplaats én is niet-gecompartmenteerd.
- De opslag vindt plaats in een bovengrondse licht geconstrueerde bewaarplaats.
- Bovengronds: de bewaarplaats is op het maaiveld gesitueerd.
- Licht geconstrueerd: de wanden zijn vervaardigd van beton met een dikte van minder dan 20 cm of baksteen met een dikte van minder dan 23 cm. Het dak is van een licht materiaal vervaardigd. De vloer is van beton vervaardigd.

5.2 Beoordelingscriterium

Het beoordelingscriterium voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 is brand met weinig warmtestraling.

- Warmtestralingscriterium: maximaal 10 kW/m²

Aan dit warmtestralingscriterium moet worden voldaan: de kans op overlijden van (onbeschermd) personen in de open lucht is 1% bij een blootstellingsduur van 20 seconden.

Datum
28 april 2013

5.3 Effectafstand voor de standaard bewaarplaats

De effectafstand wordt conform de Circulaire bepaald en uitgedrukt in de B-zone. Bij ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 is er geen noodzaak voor het bepalen van een A- of C-zone, omdat bij een calamiteit met deze ontplofbare stoffen er geen sprake is van blastwerking, scherfwerking of intense hittestraling.

De B-zone is de grootste effectafstand op basis van het warmtestralingscriterium.

De effectafstand (B-zone) bedraagt 20 meter indien de NEM van de opgeslagen hoeveelheid ontplofbare stoffen meer is dan 25 kg.

5.4 Effect beperkende maatregel en de bijbehorende effectafstand

De effect beperkende maatregel die hier in beeld komt is het beperken van de hoeveelheid op te slaan ontplofbare stoffen. Indien de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 wordt beperkt tot maximaal 3.000 kg NEM per bewaarplaats, dan bedraagt de effectafstand (B-zone) 10 meter.

Aanvullende eisen aan de opslag

Bij de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklasse 1.4 wordt geadviseerd de bewaarplaatsen naast elkaar te situeren. De bewaarplaatsen moeten een brandwerendheid van minimaal 60 minuten hebben om branddoorslag te voorkomen. De constructieve scheiding tussen die bewaarplaatsen moet minimaal 30 cm uitsteken aan de zijde van de toegangsdeuren van die bewaarplaatsen om brandoverslag te voorkomen. Als aan de beide voorwaarden wordt voldaan dan is de interne veiligheid daarmee voldoende gewaarborgd. Indien de bewaarplaatsen zodanig zijn gesitueerd dat de deuren tegenover elkaar staan dan moet een afstand van minimaal 5 meter tussen de deuren van die bewaarplaatsen worden aangehouden.

5.5 Effectiviteit van de effectbeperkende maatregel

Wij vermelden hier de effectiviteit van deze effectbeperkende maatregel. De wijze waarop de effectiviteit van een maatregel wordt bepaald is al eerder aan de orde geweest en wordt hier niet verder besproken.

De effectiviteit van deze effectbeperkende maatregel is 50 %.

6 Samenvatting

In deze bijlage zijn voor de opslag van ontplofbare stoffen van de gevarensklassen 1.1 t/m 1.6 voor civiel gebruik eerst de standaard bewaarplaatsen beschreven. Daarnaast zijn bewaarplaatsen beschreven waarmee de effecten voor elke gevarensklasse kunnen worden gereduceerd. Er is tot slot een indicatie gegeven van de effectiviteit van de beschreven effectbeperkende maatregelen.