

TNO Defensie en Veiligheid

Memorandum

Aan

Dhr. P. Pasveer

Van

Dr.ir. E.I.V. van den Hengel

Onderwerp

Scheidingsafstanden A1 meststoffen

Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 15 284 30 00
F +31 15 284 39 91
info-DenV@tno.nl

Datum

6 juni 2007

Onze referentie

07 DV3/1391

Doorkiesnummer

43254

Samenvatting.....	1
1 Inleiding	1
2 Doel.....	2
3 Aanhangsel III van de CPR 1 (1992): Minimumafstanden tussen woonhuizen en opslageenheden van meststoffen van het type A1.....	2
3.1 Inleiding	2
3.2 Minimumafstanden.....	2
4 Advies voor minimumafstanden tussen opslageenheden en tussen opslageenheden en woonhuizen	3
4.1 Minimumafstand tussen opslageenheden.....	3
4.2 Minimumafstand tussen opslageenheden en woonhuizen.....	4
5 Conclusie.....	5
6 Literatuur.....	5
7 Ondertekening.....	6

Samenvatting

In dit memo wordt een advies gegeven over de formules en aannames voor het bepalen van de minimumafstanden voor A1-meststoffen, zoals vermeld in Aanhangsel III van de CPR 1 (1992). Volgens nieuwe berekeningen zijn de minimumafstanden tussen de opslageenheden kleiner dan vermeld in Aanhangsel III. De minimumafstanden van opslageenheid tot woonhuizen kunnen worden gereduceerd, doordat tegenwoordig een lagere, reëlere waarde voor de TNT equivalentie wordt gebruikt.

1 Inleiding

Momenteel lopen er bij het Ministerie van VROM verschillende beleidstrajecten rondom nitraathoudende meststoffen. Een van de aandachtspunten in deze trajecten betreft de veiligheidsafstanden voor de A1-meststoffen. De huidige richtlijnen voor de veiligheidsafstanden voor A1-meststoffen worden weergegeven in Aanhangsel III van de huidige PGS 7 (de CPR 1 uit 1992). Hierin wordt de minimumafstand tussen opslageenheden weergegeven, evenals de minimumafstand van de opslag tot woonhuizen. De vraag van het Ministerie van VROM is of de formules en uitgangspunten in de CPR 1 (1992) nog overeenstemmen met de huidige inzichten voor A1-meststoffen.

Datum
6 juni 2007

Onze referentie
07 DV3/1391

Blad
2/6

2 Doel

Op verzoek van het Ministerie van VROM wordt in deze studie een advies gegeven over de formules en aannames voor het bepalen van de minimumafstanden voor A1-meststoffen, zoals vermeld in Aanhangsel III van de CPR 1 (1992).

3 Aanhangsel III van de CPR 1 (1992): Minimumafstanden tussen woonhuizen en opslageenheden van meststoffen van het type A1

In dit hoofdstuk worden de richtlijnen en formules weergegeven, zoals vermeld in Aanhangsel III van de CPR 1 (1992).

3.1 Inleiding

De minimumafstanden tussen verschillende opslageenheden van meststoffen van het type A1 en tussen opslageenheden en woonhuizen dienen te worden gebaseerd op de in Nederland gebruikte voorschriften voor springstoffen. Indien niet voldaan wordt aan de onderlinge afstand tussen opslageenheden moet worden aangenomen dat de detonatie in de ene opslageenheid de detonatie in de andere opslageenheid kan inleiden, zodat er een detonatie van de totale, in beide magazijnen aanwezige hoeveelheid kan optreden (sympathische detonatie). De gezamenlijke hoeveelheid is dan bepalend voor de afstand tot woonhuizen. Eventueel kan met speciale constructieve maatregelen de afstand waarover sympathische detonatie kan optreden worden verkleind. Dit dient op ad-hoc basis te worden beoordeeld.

3.2 Minimumafstanden

De minimumafstanden zijn gebaseerd op de richtlijnen van de NATO (NATO-richtlijn AC258/D258) die zijn opgesteld na bestuderingen van accidentele explosies die zijn opgetreden alsmede de vele proeven op grote schaal.

Voor de minimumafstand tussen opslageenheden wordt voor TNT de volgende formule aangehouden:

$$D_{1(\text{TNT})} = 4,8 \cdot Q^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

waarin: D_1 = afstand [m]
 Q = hoeveelheid [kg]

Voor de minimumafstand tot woonhuizen geldt voor TNT:

$$D_{2(\text{TNT})} = 5,5 \cdot Q^{\frac{1}{2}} \quad \text{voor } Q \leq 4500 \text{ kg, met een minimum van 270 m} \quad (2)$$

en

$$D_{2(\text{TNT})} = 22,2 \cdot Q^{\frac{1}{3}} \quad \text{voor } Q > 4500 \text{ kg} \quad (3)$$

Daar het effect van een detonatie van ammoniumnitraat (AN) geringer is dan dat van TNT mag een equivalent van 1 ton TNT = 3 ton ammoniumnitraat worden gebruikt. Het bovenstaande leidt tot de volgende afstandstabel.

Datum
6 juni 2007

Onze referentie
07 DV3/1391

Blad
3/6

Tabel 1: Minimum afstand tot opslageenheden en woonhuizen voor hoeveelheden AN.

Hoeveelheid AN [kg]	Minimumafstand tot opslageenheden [m]	Minimumafstand tot woonhuizen [m]
500	26	270
1000	33	270
2000	42	270
5000	58	270
10 000	72	317
20 000	90	417
50 000	122	565
500 000	264	1221
2 500 000	451	2088

Tot gevoelige objecten (zoals ziekenhuizen) dienen op ad-hoc basis grotere afstanden in het kader van de Hinderwet te worden vastgesteld.

4 Advies voor minimumafstanden tussen opslageenheden en tussen opslageenheden en woonhuizen

4.1 Minimumafstand tussen opslageenheden

Recent onderzoek (Kersten *et al.*, 2006) heeft laten zien dat de scheidingsafstand voor het voorkomen van sympathische detonaties (het “overslaan” van de detonatie van de ene opslag naar de andere) bij AN niet zozeer bepaald wordt door de hoeveelheid AN doch meer door de configuratie van opslag en het betreffende type AN (met name de gevoeligheid is belangrijk). Een goed voorbeeld is de scheidingsafstand tussen twee rijen bigbags met ammoniumnitraat, waarbij niet de lengte van de rij doch de afstand tussen de rijen bepalend is. Voor de bepaling van de kritische scheidingsafstanden tussen opslageenheden met kunstmestkwaliteit AN (A2-meststoffen) zijn in 2005 gaptesten uitgevoerd (Kersten *et al.*, 2006). In deze gaptesten werd een kritische gaplengte bepaald. Omdat de scheidingsafstand direct gerelateerd is aan het type booster en de configuratie van de test moest er een vertaalslag naar praktische situaties worden gemaakt. De eerste stap in deze vertaalslag was de bepaling van de kritische initiatiedruk uit de testresultaten. Deze resultaten laten zien dat kunstmestkwaliteit AN minder gevoelig is dan technisch AN (de initiatiedruk van kunstmestkwaliteit AN is ongeveer 60 % van de theoretische detonatiedruk). Met behulp van de gegevens over de kritische initiatiedruk zijn simulaties uitgevoerd voor een stapeling van bigbags met kunstmestkwaliteit AN. Bij deze simulaties bestaat een rij uit één of meerdere lagen bigbags op elkaar gestapeld. De lengte van de rij is oneindig.

Op basis van experimentele resultaten en simulaties voor A2-meststoffen en technisch AN kan een afschatting worden gemaakt voor de scheidingsafstanden tussen opslageenheden van A1-meststoffen. Gezien het feit dat er geen (experimentele) resultaten zijn voor A1-meststoffen, wordt voor de scheidingsafstand voor het voorkomen van een sympathische detonatie een range opgegeven, zoals weergegeven in Tabel 2. De exacte scheidingsafstand hangt onder andere af van het type A1-meststof, de dichtheid, de configuratie van de opslageenheid en het initiatiepunt en zal op ad hoc basis moeten worden bepaald voor de gekozen opslagsituatie.

Datum
6 juni 2007

Onze referentie
07 DV3/1391

Blad
4/6

Hierbij moet worden opgemerkt, dat deze scheidingsafstanden gebaseerd zijn op zuiver kunstmestkwaliteit AN. Er is dus geen rekening gehouden met vocht, vervuiling, pallets of verpakkingen die in staat zijn om fragmenten te genereren. Aangezien geen experimenten en/of simulaties zijn uitgevoerd voor AN met verontreinigingen kan hier geen concrete uitspraak over worden gedaan.

Enkele aandachtspunten staan hieronder beschreven:

- De scheidingsafstanden tussen rijen bigbags nemen nauwelijks toe bij een rijbreedte van 5 bigbags of meer in de onderste laag (in de simulaties is aangenomen dat de rij oneindig lang is). Feitelijk wordt de enige toename in scheidingsafstand dan nog veroorzaakt door reflecties van schokgolven in de simulaties. In hoeverre dit realiteitswaarde heeft, is moeilijk te beoordelen.
- De scheidingsafstanden, genoemd in Tabel 2, gelden voor een opslageenheid met maximaal 3 lagen en voor een ‘trapsgewijze’ stapeling, d.w.z. dat de onderste laag 1 bigbag meer bevat dan de middelste laag en de middelste laag 1 bigbag meer bevat dan de bovenste laag, gezien vanuit de rijbreedte.
- Betonnen wanden zijn niet effectief voor het voorkomen van sympathische detonaties.

4.2 Minimumafstand tussen opslageenheden en woonhuizen

In Aanhangsel III van de CPR 1 wordt vermeld, dat voor AN een equivalent van 1 ton TNT = 3 ton AN mag worden gebruikt. Echter, gebaseerd op berekeningen aan explosies en ervaringen uit experimenten wordt tegenwoordig voor de effectbepaling van kunstmest meestal een TNT equivalentie tussen 10 % en 20 % aangenomen (Kersten *et al.*, 2006). Op basis van deze informatie is in Tabel 2 een herberekening gemaakt van de afstanden, zoals weergegeven in Tabel 1. Voor deze berekening is een gemiddelde TNT equivalentie van 15 % gebruikt en zoals verwacht neemt de minimumafstand tot woonhuizen af bij deze TNT equivalentie.

Tabel 2: Nieuwe berekeningen voor minimum afstand van opslageenheden en woonhuizen voor hoeveelheden AN (A1-meststof).

Hoeveelheid AN [kg]	Minimumafstand tot opslageenheden [m]	Minimumafstand tot woonhuizen [m]
500	1 - 15	270
1000	1 – 15	270
2000	1 – 15	270
5000	1 – 15	270
10 000	1 – 15	270
20 000	1 – 15	301
50 000	1 – 15	434
500 000	1 – 15	936
2 500 000	1 - 15	1600

De minimumafstand van 270 m, zoals vermeld in vergelijking (2), is een richtlijn die wordt gebruikt voor de uitworp van brokstukken, die alleen geldt bij lichte opslag en weinig mensen in de omgeving. Dit is een standaard afstand, die niet op experimentele gegevens is gebaseerd, maar op de minimale ‘inhabited building distance (IBD)’. Deze waarde moet voor kleine hoeveelheden high explosives (minder dan ongeveer 6000 kg

Datum

6 juni 2007

Onze referentie

07 DV3/1391

Blad

5/6

TNT) worden gehanteerd, aangezien voor dit kleine hoeveelheden regime de fragment- en brokstukuitworp dominant is.

In de CPR1 (1992) zijn in Tabel 1 de maximaal toegestane opslaghoeveelheden voor gestort product en product in verpakking weergegeven. Gezien de resultaten in Tabel 2 van dit memorandum kunnen deze toegestane opslaghoeveelheden per opslageenheid gehandhaafd blijven, mits de opslageenheden op zo'n manier van elkaar zijn gescheiden, dat er geen sympathische detonatie tussen opslageenheden kan plaatsvinden.

5 Conclusie

In bovenstaande hoofdstukken is op verzoek van het Ministerie van VROM een advies gegeven over de formules en aannames voor het bepalen van de minimumafstanden voor A1-meststoffen, zoals vermeld in Aanhangsel III van de CPR 1 (1992). De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- Op basis van experimentele resultaten en simulaties is afgeschat dat de scheidingsafstand tussen opslageenheden van A1-meststoffen tussen de 1 – 15 m zal liggen.
- De exacte scheidingsafstand hangt onder andere af van het type A1-meststof, de dichtheid, de configuratie van de opslageenheid en het initiatiepunt en zal op ad hoc basis moeten worden bepaald voor de gekozen opslagsituatie.
- Bij de bepaling van deze range voor de scheidingsafstand is geen rekening gehouden met vocht, vervuiling, pallets of verpakkingen die in staat zijn om fragmenten te genereren.
- Deze range geldt voor een opslageenheid met maximaal 3 lagen en voor een 'trapsgewijze' stapeling, d.w.z. dat de onderste laag 1 bigbag meer bevat dan de middelste laag en de middelste laag 1 bigbag meer bevat dan de bovenste laag, gezien vanuit de rijbreedte.
- Betonnen wanden zijn niet effectief voor het voorkomen van sympathische detonaties.
- Gebaseerd op experimentele resultaten en berekeningen aan explosies wordt tegenwoordig voor de effectbepaling van kunstmest een TNT equivalentie tussen 10 % en 20 % aangenomen.
- Een lagere TNT equivalentie dan gebruikt in Aanhangsel III van de CPR 1 (1992) geeft een reductie in de minimumafstand van opslag tot woonhuizen.
- De toegestane opslaghoeveelheden per opslageenheid, zoals vermeld in Tabel 1 van de CPR 1 (1992), kunnen gehandhaafd blijven, mits de opslageenheden op die manier van elkaar zijn gescheiden, dat er geen sympathische detonatie tussen opslageenheden kan plaatsvinden.

6 Literatuur

Kersten, R.J.A., Van den Hengel, E.I.V., Van der Steen, A.C., 2006, *Detonation characteristics of ammonium nitrate products*, IFA

7 Ondertekening

Rijswijk, juni 2007

TNO Defensie en Veiligheid

Datum

6 juni 2007

Onze referentie

07 DV3/1391

Blad

6/6

Dr. ir. J.L. Verolme
Afdelingshoofd

Dr. ir. E.I.V. van den Hengel
Projectleider