

ONGERUBRICEERD

TNO-rapport

TNO 2016 R10578

**Kwantitatieve risico-analyse voor explosieven
bij APP**

Technical Sciences

Lange Kleiweg 137
2288 GJ Rijswijk
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 88 866 80 00

F +31 88 866 69 49

Datum	21 juni 2016
Auteur(s)	ir. R.M.M. van Wees; ir. H.P.A. Dijkers
Aantal pagina's	62 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	Aerospace Propulsion Products B.V.
Projectnaam	Afbakening QRA tbv APP
Projectnummer	060.16855

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2016 TNO

ONGERUBRICEERD

Samenvatting

Op verzoek van APP is de externe veiligheidssituatie van de inrichting Aerospace Propulsion Products met betrekking tot de opslag en productie van explosieven in kaart gebracht. Daartoe is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd.

Voorafgaand aan de QRA is een herziene belegging bepaald en is de A-, B- en C-zone bepaald. De herziening van de belegging kan als een milieuneutrale wijziging gezien worden. De herziene belegging is inwendig veilig, mits door APP voorgenomen maatregelen om de bescherming tegen sympathische reacties te verhogen gerealiseerd worden. Er is een bestaande inbreuk in de A- en B-zone, waardoor een QRA uitgevoerd moet worden.

Uit de QRA blijkt dat er geen kwetsbare objecten binnen de $1 \cdot 10^{-6}$ contour van het plaatsgebonden risico liggen. Er liggen twee beperkt kwetsbare objecten, gebouwen van Westelijke Randweg 23 (Schütz), binnen de 10^{-5} PR contour. Dit is een historisch gegroeide situatie, bij de oprichting van de gebouwen van Schütz was dit bekend en toegestaan.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
1.1	Opdracht	4
1.2	Wettelijke grondslag	4
1.3	Afbakening	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Beschrijving van de inrichting en de belegging	6
2.1	Beschrijving van de inrichting Aerospace Propulsion Products	6
2.2	Belegging	10
2.3	Inwendige veiligheid	12
3	ABC-zonering	13
3.1	Berekeningsmethode	13
3.2	Resultaat: de berekende A-, B- en C-zones	13
3.3	Conclusie A-, B- en C-zones	14
4	Plaatsgebonden risico	16
4.1	Scenario's voor risicoberekeningen	16
4.2	Resultaten	16
4.3	Conclusie	18
5	Groepsrisico	20
6	Conclusies	21
7	Referenties	22
8	Ondertekening	25
	Bijlage(n)	
	A Methoden, gehanteerde regelgeving en gebruikte programmatuur	
	B Gebouwen	
	C Belegging	
	D Populatie	
	E ABC-zonering	
	F PR-contouren	

1 Inleiding

1.1 Opdracht

Aerospace Propulsion Products B.V (APP) produceert ontstekers en gasgeneratoren voor de ruimtevaart en andere toepassingen op het industriegebied Moerdijk. Om diverse redenen had APP een nieuwe ABC-zonering en kwantitatieve risico-analyse (QRA) van de externe veiligheid nodig. APP heeft daarom aan TNO gevraagd de ABC-zonering en een QRA op te stellen.

1.2 Wettelijke grondslag

De werkzaamheden met explosieve stoffen bij APP vallen binnen het bereik van de circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik [VROM, 2006]. De circulaire werkt met zonering (A-, B- en C-zone), waarin bepaalde beperkingen gelden. Nieuwe situaties dienen aan de zonering te voldoen. Voor bestaande situaties die niet aan de zonering voldoen moet een risicoberekening gemaakt worden van plaatsgebonden risico en groepsrisico. Door het RIVM is aangegeven dat de risicoberekening met Risk-NL v4.1 moet worden uitgevoerd in plaats van met de meest recente versie van Risk-NL [Timmers, 2016-03-01]. Daarnaast moet APP aan het Bestemmingsplan Zeehaven- en Industrierrein Moerdijk (NL.IMRO.1709.indtermoerdijk-0201) voldoen. Het bevoegd gezag is de Provincie Noord-Brabant, uitgevoerd door Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant. Bijlage A geeft een uitgebreidere beschrijving van de wettelijke grondslag en de beperkingen.

1.3 Afbakening

De huidige studie betreft uitsluitend een kwantitatieve risico-analyse (QRA) van de externe veiligheid van de opgeslagen explosieve stoffen. Als 'Maximum Credible Event' (MCE) worden explosies of deflagraties van de volledige inhoud van elk magazijn beschouwd. Andere gevaren die de inrichting mogelijk veroorzaakt voor de omgeving zijn niet beschouwd (zoals transportongevallen, ongevallen met andere gevaarlijke stoffen, etc.). In de studie is aangenomen dat de preventieve maatregelen ter beperking van de kans op een explosie en de repressieve maatregelen na een ongeval op een vergelijkbaar niveau liggen als bij inrichtingen van Defensie. Daarnaast is bij de risico-analyse alleen gekeken naar personen buiten de inrichting; het risico voor personeel op de inrichting is niet onderzocht.

1.4 Leeswijzer

Het rapport start met een korte beschrijving van de inrichting en de belegging met explosieve stoffen in hoofdstuk 2. Er is geverifieerd dat deze belegging inwendig veilig is, dat wil zeggen dat bij een accidentele explosie geen sympathische reacties in naastgelegen magazijnen of locaties optreden. De ABC-zonering is bepaald in hoofdstuk 3. Vanwege inbreuken in de ABC-zonering is er een kwantitatieve risico-analyse (QRA) uitgevoerd. Hiervoor is het plaatsgebonden risico (PR) rond de inrichting

berekend. Dit is beschreven in hoofdstuk 4, waar ook wordt nagegaan of het PR aan de regelgeving voldoet.

Naast het PR moet bij een QRA het groepsrisico bepaald worden. Hoofdstuk 5 geeft de hoofdlijn en resultaten.

Alle conclusies zijn op een rij gezet in hoofdstuk 6.

De bijlagen geven achtergrondinformatie over de gebruikte methoden en details van de invoer.

2 Beschrijving van de inrichting en de belegging

2.1 Beschrijving van de inrichting Aerospace Propulsion Products

2.1.1 Locatie

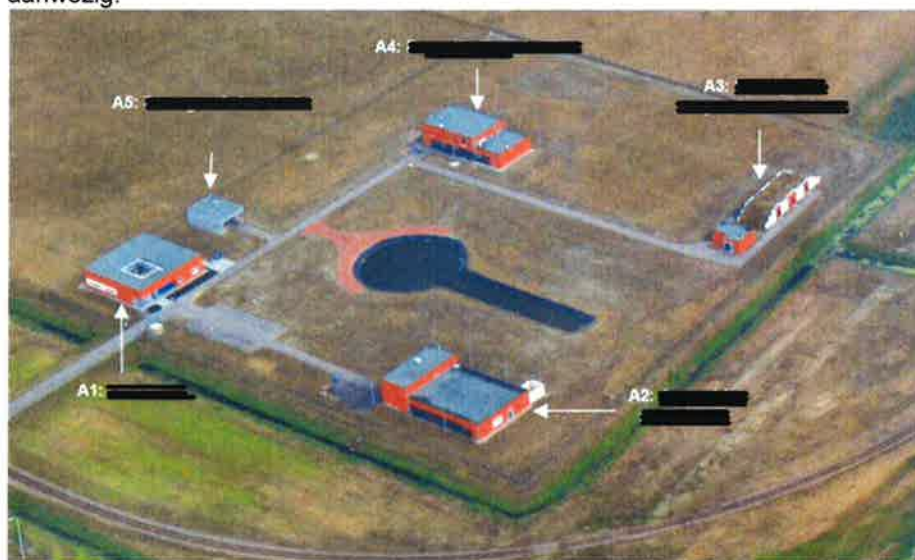
Het adres van de inrichting Aerospace Propulsion Products is:
Westelijke Randweg 25
4791 RT Klundert

2.1.2 Procesbeschrijving

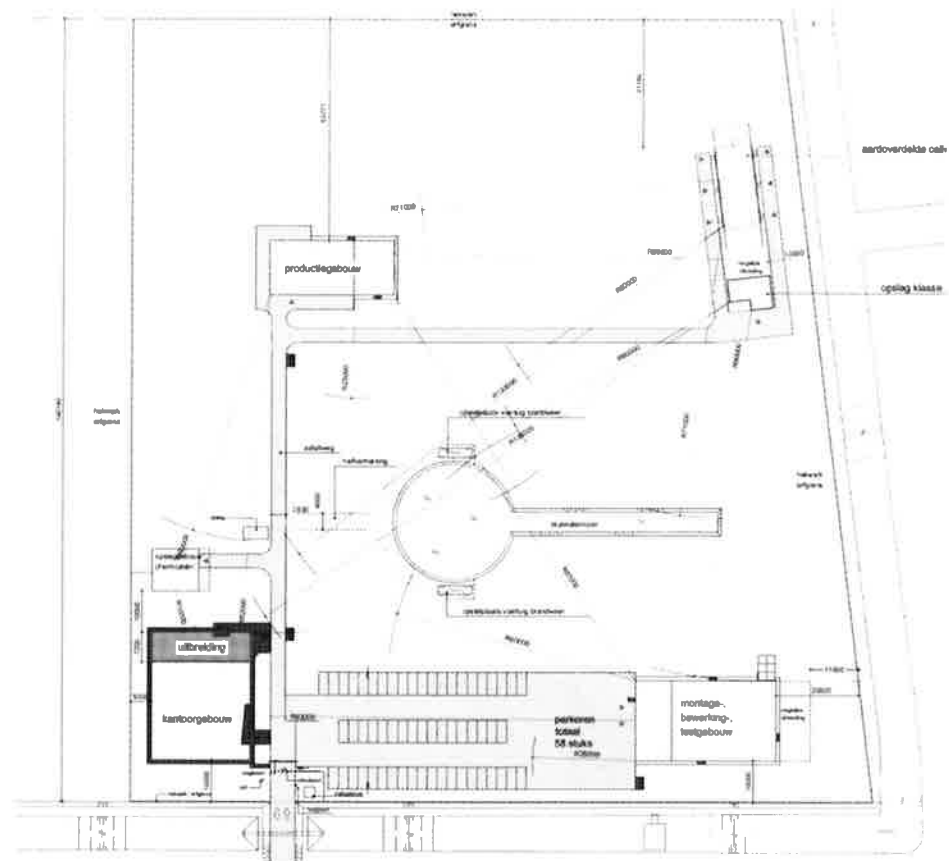
Aerospace Propulsion Products B.V (APP) ontwikkelt en produceert ontsteking systemen voor o.a. de ruimtevaart. Hiertoe wordt stuwstof geproduceerd uit explosieve en niet-explosieve grondstoffen, bewerkt en samengesteld tot complete systemen.

2.1.3 Plattegrond en omgeving

De gebouwen op het terrein van APP zijn weergegeven in figuren 2 en 3. In de gebouwen A1 (kantoor) en A5 (chemicaliënopslag) zijn geen explosieve stoffen aanwezig.



Figuur 1 Gebouwen op het terrein van APP (foto APP).



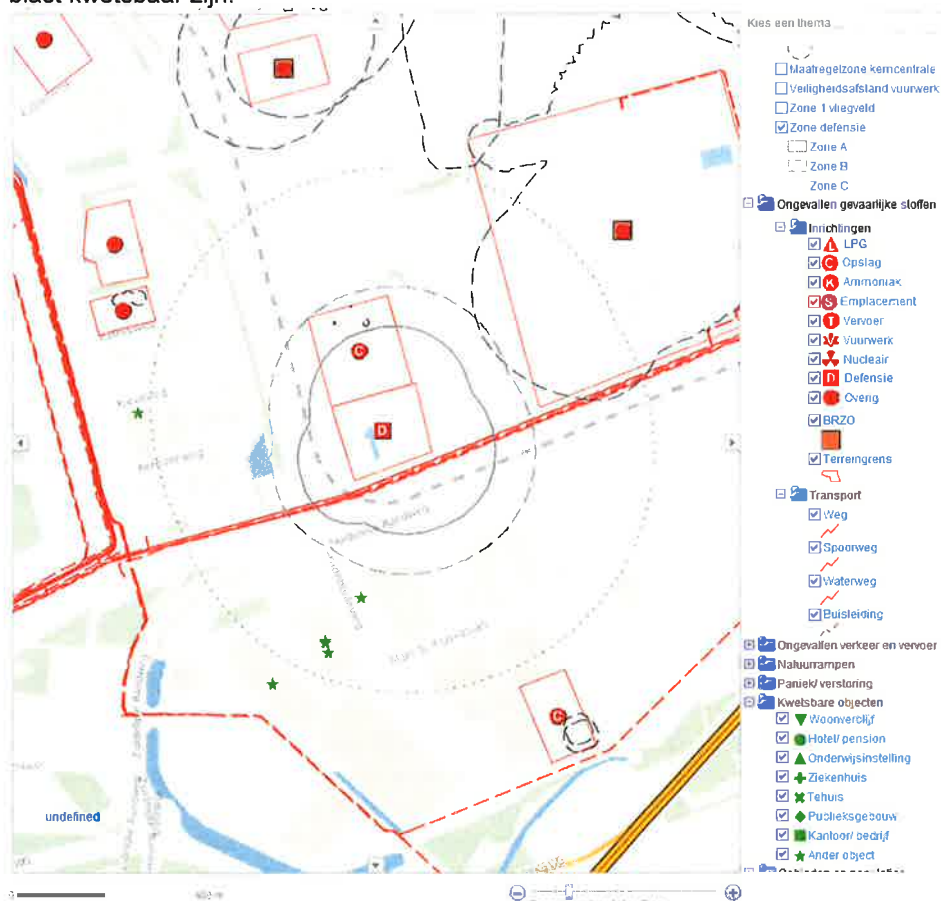
Figuur 2 Lay-out van de inrichting van APP (APP, Terrein layout.pdf).

De inrichting ligt in de gemeente Moerdijk op het industrieterrein Moerdijk. Rondom APP is het gebied bestemd voor bedrijventerrein of verkeer, zie figuur 3. Enkele kavels liggen braak.



Figuur 3 Ruimtelijke plannen in de omgeving van APP. www.ruimtelijkeplannen.nl, 2016-04-26.

De meeste objecten rond APP zijn beperkt kwetsbare objecten volgens de definities uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [BEVI]. Er zijn ook enkele kwetsbare objecten in de omgeving, zie figuur 4. Er zijn geen objecten in de omgeving die voor blast kwetsbaar zijn.



Figuur 4 Omgeving van APP. Hierin zijn gevaarbronnen aangeduid in rood en kwetsbare objecten in groen. De vigerende ABC-zoning van APP is ook aangegeven. www.risicokaart.nl, 2016-04-26.

2.1.4 Constructie van de gebouwen

De explosieven op de inrichting kunnen aanwezig zijn in gebouw [REDACTED] en [REDACTED]. Deze gebouwen zijn ontworpen om de gevolgen van een explosie te verminderen. Hieronder staat een korte beschrijving van de constructie van de gebouwen. Bijlage B geeft een uitgebreidere beschrijving en geeft aan in welke categorie het gebouw valt voor de bepaling van de explosieveiligheid.

2.1.4.1 [REDACTED] Montage-, bewerking-, testgebouw

Gebouw [REDACTED] is een gebouw van gewapend betonnen constructie, met een gewapend betonnen dakvloer. Het gebouw is verdeeld in een groot aantal ruimten, [REDACTED]

De werkruimten zijn ontworpen om een detonatie van [REDACTED] te weerstaan teneinde personeel in aangrenzende ruimten te beschermen en sympathische reacties van explosieven in aangrenzende ruimten te voorkomen.

2.1.4.2 [REDACTED]
[REDACTED] is een magazijn van lichte constructie, zonder beschermend dak. Het is niet gecompartmenteerd.

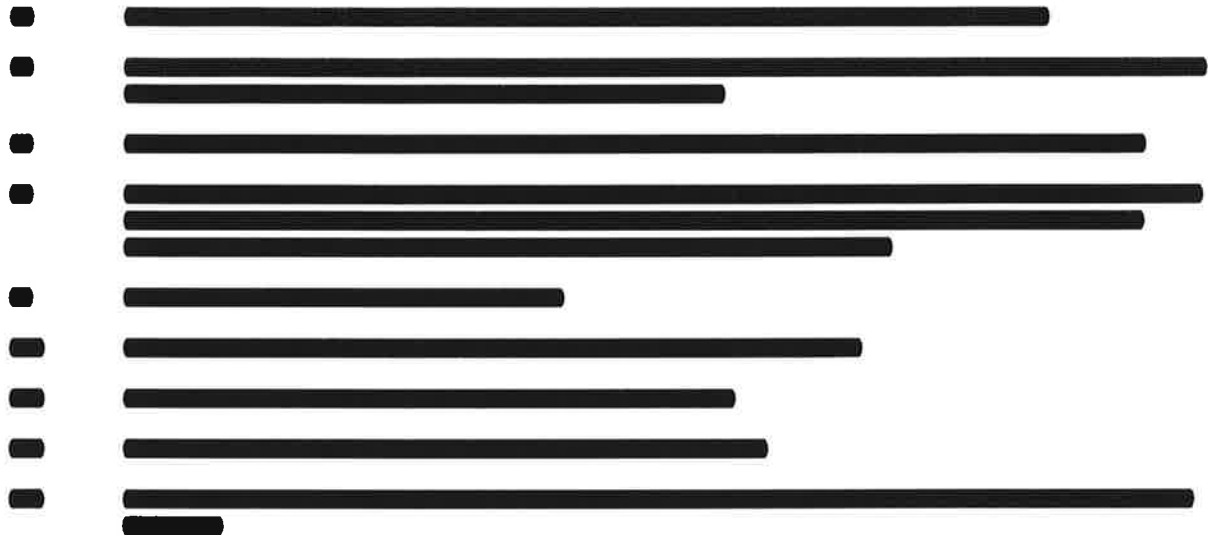
2.1.4.3 [REDACTED]
[REDACTED]

2.1.4.4 [REDACTED] *Productiegebouw*
[REDACTED] bestaat uit een bunker voor het bedienend personeel [REDACTED] en een licht gebouw met licht dak voor de productie van explosieven [REDACTED]. De productieruimte is gecompartmenteerd door middel van betonnen wanden, die ontworpen zijn om sympathische detonatie te voorkomen. De compartimentering in [REDACTED] is ontworpen op een detonatie van [REDACTED], de compartimentering in [REDACTED]. Branduitbreiding en daarop volgende vervolgexplosies worden niet voorkomen door de compartimentering.
De compartimenteringswanden fungeren tevens als barricades.
Op het moment van schrijven van dit rapport heeft APP het voornemen om een barricade aan te brengen aan de zuidzijde van [REDACTED]. In deze studie is aangenomen dat dit gerealiseerd is.

2.2 Belegging

2.2.1 *Uitgangspunten*
De in 2008 vergunde belegging [Gemeente Moerdijk, 2008] voldeed niet meer aan de huidige regelgeving. Dit komt vooral door wijzigingen in de regelgeving, maar ook door enkele tekortkomingen in de specificatie van de belegging. Zo is de regelgeving voor de bepaling van de inwendige veiligheid gewijzigd van MP 40-21 [1997] naar AASTP-1 [2015] en de regelgeving voor externe veiligheid van Bevi naar de Circulaire [VROM, 2006]. Bij de specificatie was verzuimd om te verwijzen naar samenladingsregels en werd vaak alleen gevarensubklasse 1.1 genoemd terwijl alle gevarensubklassen in klasse 1 bedoeld werden.
Daarom zijn ontbrekende gevarensubklassen expliciet toegevoegd in de beleggingslijst en is in overleg met APP de belegging gereduceerd en zijn beschermingsmaatregelen toegevoegd totdat aan de huidige regelgeving voldaan werd.
Doordat de belegging gereduceerd is kan de wijziging gezien worden als een milieuneutrale wijziging.

2.2.2 *De belegging*
De belegging wordt gegeven in tabel 1.



2.3 Inwendige veiligheid

De belegging is zodanig bepaald dat het complex inwendig veilig is, dat wil zeggen dat de kans op sympathische vervolgreacties tussen magazijnen of werkplaats binnen de gestelde normen blijft. De gevolgde methode is beschreven in bijlage A.

De geautomatiseerde berekening van de inwendige veiligheid met de in tabel 1 gegeven belegging gaf aan dat voor diverse combinaties de onderlinge afstanden niet voldeed. Deze combinaties zijn met de hand gecontroleerd aangezien de geautomatiseerde berekening niet alle omstandigheden in rekening brengt. Deze controle staat beschreven in bijlage C. In de meeste gevallen bleek dat de werkelijke onderlinge afstanden tussen de magazijnen groter of gelijk zijn dan de veiligheidsafstanden die geëist worden in AASTP-1 [2015] voor inwendige veiligheid. In de overige gevallen kon op een andere manier aangetoond worden dat de bescherming tegen sympathische vervolgreacties voldoende was.

3 ABC-zonering

Rond inrichtingen waar explosieve stoffen opgeslagen liggen of met explosieve stoffen gewerkt wordt, worden veiligheidszones gehanteerd waarin bepaalde objecten of activiteiten niet toegelaten worden. Deze worden de A-, B- en C-zone genoemd.

3.1 Berekeningsmethode

TNO hanteert voor de bepaling van de ABC-zones veiligheidsafstanden uit de NAVO norm AASTP-1 [2015]:

- A-zone: de 'Public Traffic Route Distance' (PTRD) voor 'medium density usage';
- B-zone: de 'Inhabited Building Distance' (IBD);
- C-zone: afstanden voor 'vulnerable constructions'.

Voor hoeveelheden munitieartikelen en explosieve stoffen kleiner dan 500 kg is gebruik gemaakt van [Verolme et al., 2005], [VROM, 2006] of [DOD 6055.09-M, 2012].

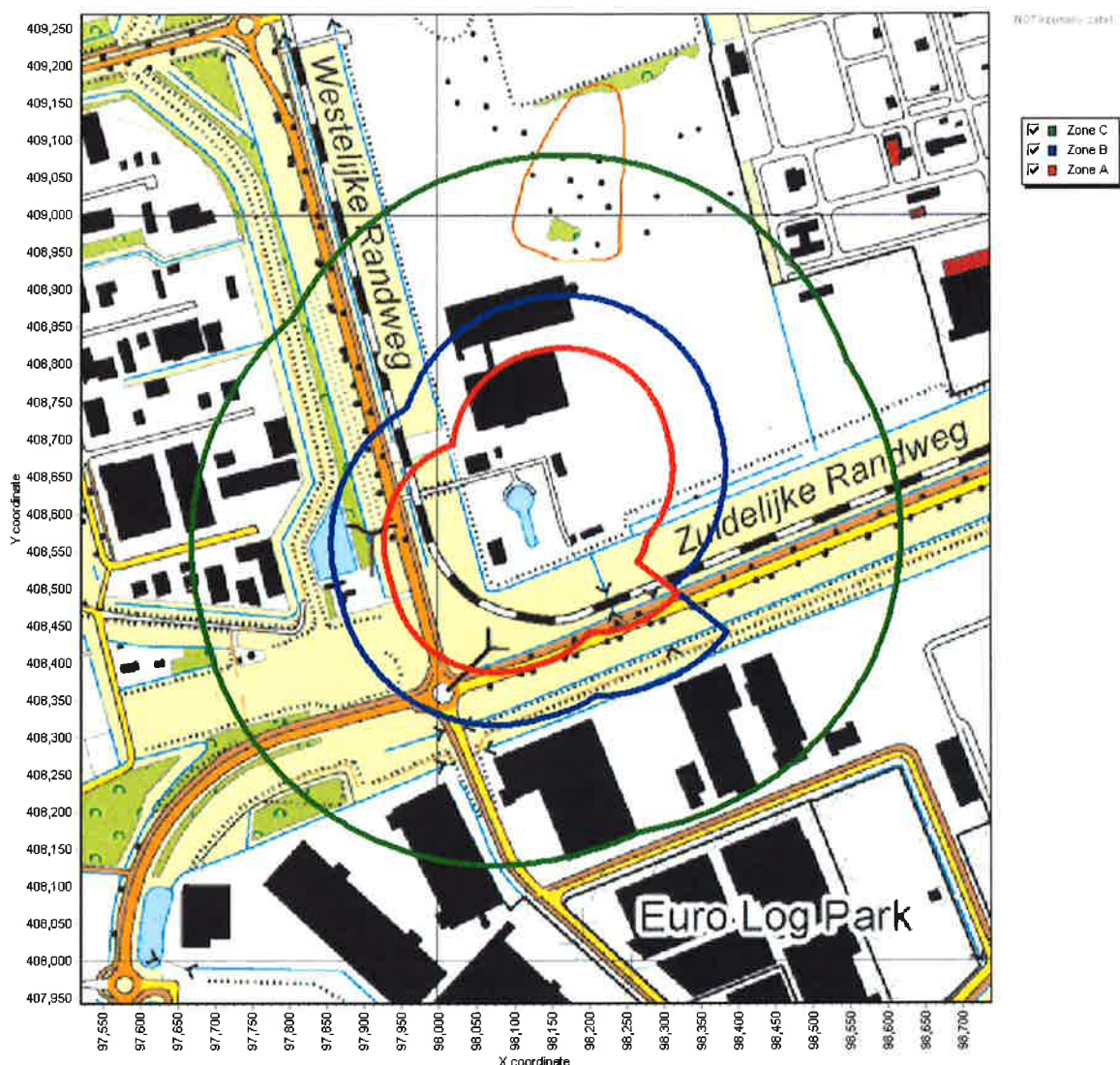
De berekeningsmethode staat uitgebreid beschreven in bijlage A.

3.2 Resultaat: de berekende A-, B- en C-zones

In de onderstaande figuur zijn de ABC-zones aangegeven die berekend zijn voor de nieuwe belegging uit paragraaf 2.1.1. Een grotere versie van deze figuur is gegeven in bijlage E.

Ter vergelijking zijn de vigerende ABC-zones getoond in figuur 4. De vigerende ABC zones zijn op verzoek van de gemeente Moerdijk bepaald door de Regionale Milieudienst (RMD) [Jansen, 2009]. Deze ABC zones zijn bepaald voor de belegging volgens [Gemeente Moerdijk, 2008], op basis van AASTP-1 en de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik referentie [VROM, 2006]. De ABC zonering van [Jansen, 2009] is overgenomen in RuimtelijkePlannen.nl en Risicokaart.nl. Figuur 3 is overgenomen van Risicokaart.nl.

In [Jansen, 2009] is een tabel met de berekende veiligheidsafstanden per magazijn opgenomen. Slechts enkele van deze afstanden konden door TNO gereproduceerd worden. Voor de andere magazijnen werden op basis van dezelfde gegevens en berekeningsmethode andere resultaten gevonden.



Figuur 5 Grenzen van de A-, B- en C-zones van APP voor de nieuwe belegging uit tabel 1.

3.3 Conclusie A-, B- en C-zones

De inrichting en de omgeving van de inrichting is in 2016 ter plaatse bekeken door TNO. Daarnaast is met behulp van luchtfoto's uit www.risicokaart.nl en bestemmingsplannen uit www.ruimtelijkeplannen.nl gecontroleerd of er nieuwe gebouwen of activiteiten binnen de veiligheidszones ontstaan zijn.

De objecten en activiteiten die binnen de A-, B- en C-zone liggen zijn vergeleken met de in het Circulaire aangegeven beperkingen ([VROM, 2006], zie bijlage A, paragraaf A.3.3).

Uit de vergelijking blijkt dat er 1 inbreuk is:

- Twee gebouwen van het bedrijf Schütz (Westelijke Randweg 23) liggen in de B-zone of zelfs in de A-zone. Dit zijn beperkt kwetsbare objecten, wat volgens de Circulaire en ook volgens het bestemmingsplan niet toegelaten is.

N.B.

- De B-zone ligt ten oosten van APP over onbebouwd terrein dat bestemd is als "bedrijventerrein". Het bestemmingsplan staat hier geen nieuwe beperkt kwetsbare objecten toe. Er is hier dus geen sprake van geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten, zodat deze situatie toegelaten is volgens de Circulaire.
- De B-zone ligt ten zuiden van de Zuidelijke Randweg enkele meters over onbebouwd terrein dat bestemd is als "bedrijventerrein". Hiervoor geldt hetzelfde.

Vanwege de inbreuk in de A- en B-zones moet een QRA uitgevoerd worden.

4 Plaatsgebonden risico

Het eerste onderdeel van een kwantitatieve risico-analyse is de berekening van het plaatsgebonden risico (PR), oftewel "de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof ... betrokken is" [Bevi].

Het PR is berekend met het programma Risk-NL versie 4.1 [Van Amelsfort e.a., 2004]. Versie 4.1 is niet de meest recente versie van Risk-NL, maar de regelgever staat gebruik van de nieuwe versie voor inrichtingen die onder de Circulaire vallen nog niet toe. Bijlage A beschrijft in detail de gebruikte methode. Het principe van de methode is dat voor een locatie waar munitie of explosieven aanwezig is aan te nemen dat er een accidentele explosie optreedt, met een bepaalde kans op optreden. Van deze explosie wordt de kans op overlijden berekend voor een onbeschermd persoon op een bepaalde plaats buiten de inrichting. Vervolgens wordt de kans op overlijden vermenigvuldigd met de kans op explosie, dit geeft het risico ten gevolge van dat ene magazijn. Deze berekening wordt herhaald voor alle magazijnen van de inrichting. Door de risico's van alle mogelijke explosies op een bepaalde plaats bij elkaar op te tellen wordt het plaatsgebonden risico op die plaats gevonden. Vervolgens wordt deze procedure herhaald voor duizenden punten in de omgeving van de inrichting.

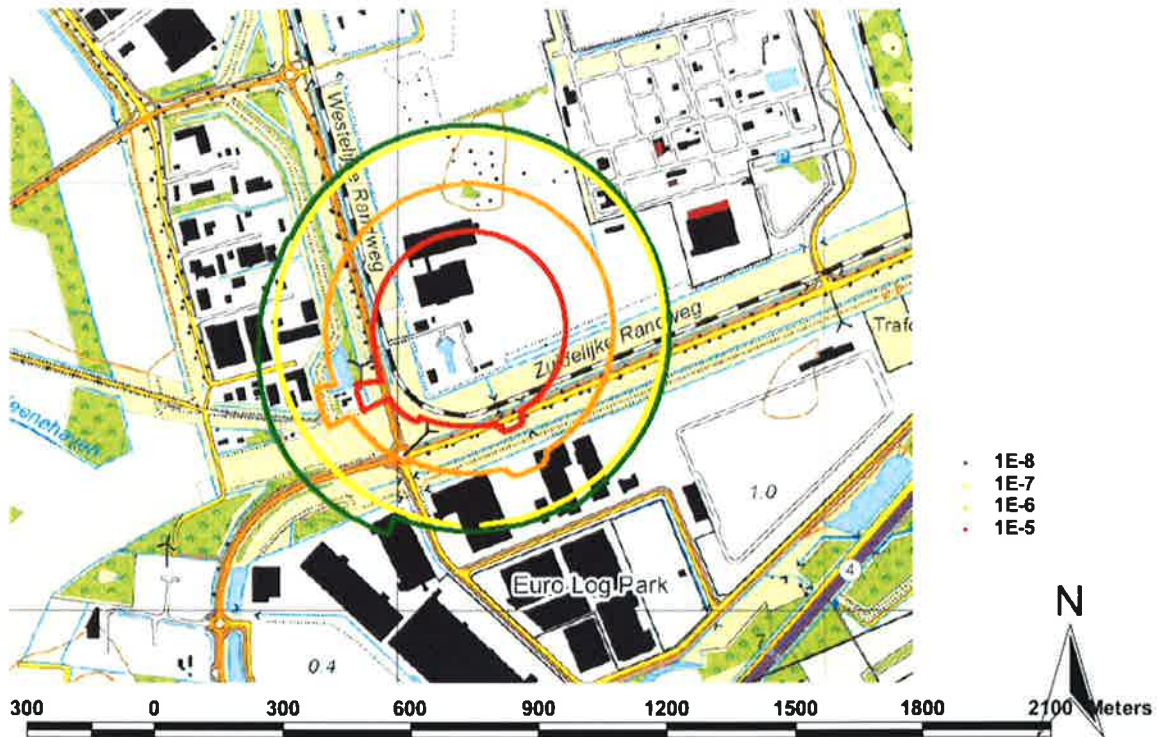
Het plaatsgebonden risico wordt bepaald door de hoeveelheid en type explosieven, het constructietype van het magazijn en de kans op explosie van het magazijn. De berekeningsmethode is geen variabele aangezien deze vastligt in het programma. Voor de hoeveelheid en type explosieven wordt de belegging uit bijlage C gebruikt. Voor het constructietype van het magazijn wordt één van de typen uit AASTP-1 genomen, de gekozen typen van de magazijnen staan gegeven in bijlage B. De kans op explosie die wordt gebruikt voor de risicoberekening is 10^{-5} explosie/jaar voor een opslagruimte en 10^{-3} explosie/jaar voor een werkruimte [Dongen, 1999].

4.1 Scenario's voor risicoberekeningen

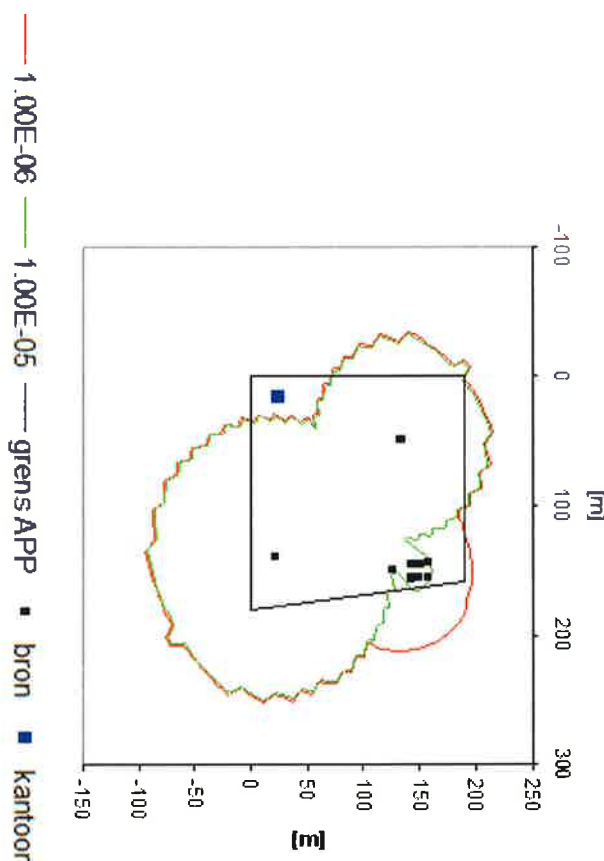
De risicoberekening is een combinatie van een groot aantal scenario's. De gebruikte scenario's met belegging en kansen staan in bijlage C, tabel C.1. De in Risk-NL ingevoerde scenario's wijken licht af van de belegging uit tabel 1. De redenen daarvoor worden gegeven in bijlage C.

4.2 Resultaten

Figuur 6 toont de contouren van het plaatsgebonden risico. Bijlage F geeft een grotere versie van deze figuur. De contouren zijn ook digitaal beschikbaar, als Arcview shapefiles. Ter vergelijking toont figuur 7 het plaatsgebonden risico zoals dit in 1999 bepaald is.



Figuur 6 Plaatsgebonden risico voor inrichting Aerospace Propulsion Products.



Figuur 7 Plaatsgebonden risico voor inrichting Aerospace Propulsion Products uit [Wees, maart 1999].

4.3 Conclusie

Er liggen geen kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} PR contour (de contour raakt het kwetsbare object Tradeboulevard 1). Er liggen wel beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} PR contour, namelijk Mark S. Clarkelaan 13 en Westelijke Randweg 23, maar dit wordt toegelaten door de criteria uit bijlage IV van de Circulaire [VROM, 2006].

Er liggen vijf beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} PR contour, drie gebouwen van APP zelf en twee gebouwen van Westelijke Randweg 23 (Schütz). Het eerste is toegelaten volgens de Circulaire. Het laatste is een historisch gegroeide situatie, bij de oprichting van de gebouwen was dit bekend en toegestaan.

De 10^{-5} PR contour valt onder artikel 32.2.2.b.2 van het bestemmingsplan: "Ter plaatse van de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1' geldt voor bestaande risicovolle inrichtingen: de bij de inrichting behorende plaatsgebonden risicocontour 10^{-5} is toegestaan, op basis van de vergunde activiteiten ten tijde van het vaststellen van dit bestemmingsplan."

De plaatsgebonden risicocontouren zijn ten opzichte van die uit 1999 groter geworden. Dit is veroorzaakt door de gewijzigde modellen in de risicoberekening (de overstap van RISKANAL naar Risk-NL v4.1) en doordat andere keuzes in de modellering zijn gemaakt. De risico-berekening is, wiskundig gezien, een schatting

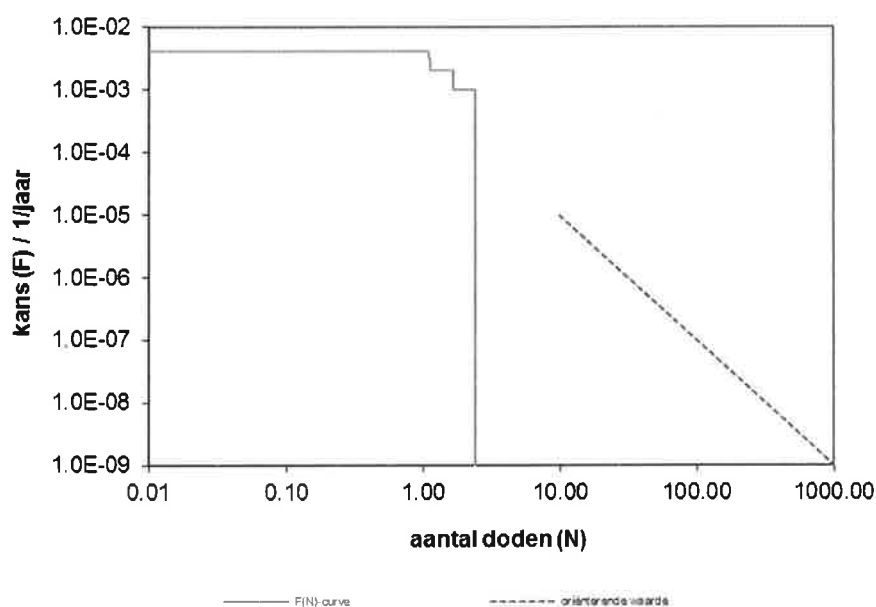
van het werkelijke risico. Doordat de belegging gereduceerd is en er geen activiteiten bij zijn gekomen zal het werkelijke risico ten opzichte van 1999 gereduceerd zijn. De wijziging kan daarom als een milieuneutrale wijziging beschouwd worden.

5 Groepsrisico

Voor de berekening van het groepsrisico wordt de populatie binnen de effectafstand meegenomen. Alleen bedrijfsgebouwen die geheel of gedeeltelijk binnen de B-zone liggen zijn meegenomen (2 gebouwen van Schütz, Westelijke Randweg 23), aangezien de B-zone nominaal overeenkomt met de 1% letaliteitsgrens in het vrije veld. Deze aanpak is overgenomen van de procedure die is voorgeschreven in de Regeling Algemene Regels Ruimtelijke Ordening. De braakliggende kavels binnen de B-zone zijn niet meegenomen, omdat deze in de B-zone liggen en het oprichten van bedrijfsgebouwen op die kavels daardoor verboden is (uitbreiding op de inrichting APP is overigens wel toegestaan). De ingevoerde populatie is beschreven in bijlage D.

Het groepsrisico is berekend met Risk-NL v4.1 en de resulterende $F(N)$ -curve is geplot in figuur 8.

Er is geen beoordelingscriterium voor het groepsrisico in de Circulaire of in Bevi.



Figuur 8 $F(N)$ curve van de inrichting APP.

6 Conclusies

Op verzoek van APP is de externe veiligheidssituatie van de inrichting Aerospace Propulsion Products met betrekking tot de opslag en productie van explosieven in kaart gebracht. Daartoe is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd. Voorafgaand aan de QRA is een herziene belegging bepaald en is de A-, B- en C-zone bepaald.

De herziene belegging is inwendig veilig, mits door APP voorgenomen maatregelen om de bescherming tegen sympathische reacties te verhogen gerealiseerd worden, dat wil zeggen:

- het plaatsen een barricade tussen gebouw A4 en de gebouwen A3;
- vervangen van de deuren van ruimten A2-14 en A2-22 door een deur die HD 1.2 kan stoppen.

De objecten en activiteiten die binnen de A-, B- en C-zone liggen zijn vergeleken met de in de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik [VROM, 2006] gegeven beperkingen. Uit de vergelijking komt de onderstaande conclusie:

- Er is een bestaande inbreuk in de A- en B-zone, waardoor een QRA uitgevoerd moet worden.

Uit de QRA blijkt dat er geen kwetsbare objecten binnen de $1 \cdot 10^{-6}$ contour van het plaatsgebonden risico liggen. Er liggen vijf beperkt kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} PR contour, drie gebouwen van APP zelf en twee gebouwen van Westelijke Randweg 23 (Schütz). Het eerste is toegelaten volgens de Circulaire Opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik. Het laatste is een historisch gegroeide situatie, bij de oprichting van de gebouwen was dit bekend en toegestaan.

7 Referenties

- [15/EBP 161] Boonacker, B, Rapport QRA studie APP fase 2, TNO Defence, Security and Safety, TNO 15/EBP 161.
- [Amelsfort, 1998] Ir. R.J.M. van Amelsfort, Beschrijving van de uit RISKANAL ontwikkelde programma's IRCONTOURS en FN_CURVES voor de berekening van respectievelijk het individueel risico en het groepsrisico ten gevolge van een accidentele gebeurtenis bij de opslag van explosieven, TNO-rapport Bijlage bij brief 98D2/3123/ch, 16 december 1998.
- [Amelsfort e.a., 2004] Amelsfort, R.J.M., Voort, M.M. van der, Dongen, Ph. van, Handleiding voor RISK_NL, TNO Prins Maurits Laboratorium, PML 2004-C88, Rijswijk, 30 augustus 2004.
- [AASTP-1, 1997] Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives, NATO International staff - Defence investment division, AASTP-1, Edition 1, Change 1, Brussel, 1997.
- [AASTP-1, 2010] Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives, NATO International staff - Defence investment division, AASTP-1, Edition 1, Change 3, Brussel, May 2010.
- [AASTP-1, 2015] NATO guidelines for the storage of military ammunition and explosives, NATO Standardization Office, NATO Standard AASTP-1 Edition B Version 1, Brussel, December 2015.
- [BARRO, 2012] Besluit Algemene Regeling Ruimtelijke Ordening, 2012.
- [Bergh, 2000] Werktekening montage-, bewerking-, testgebouw, tek. 5.0, Werktekening opslaggebouw gevaarlijke stoffen klasse 1, tek. 5.10, Werktekening productiegebouw, tek. 5.20, rob van den bergh partners architecten/engineers b.v., werk nr. b.9834, 12.01.2000.
- [Bevi] Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen.
- [CPR-15, 1997] Circulaire CPR-15, DGM/SVS/97560078, 27 oktober 1997.
- [DOD 6055.09-M, 2012] DOD Ammunition and Explosives Safety Standards, DOD 6055.09-M Change 1, 2012.
- [DOE M 4401.1A] DOE Explosives Safety Manual, U.S. Department of Energy, DOE M 4401.1A, 9 January 2006.
- [Dongen, 1999] Dongen, Ph. van, De kans op een accidentele explosie in een munitiemagazijn, TNO-rapport, PML-1999-A73 (STG Confidentieel), Rijswijk, oktober 1999.
- [Gemeente Moerdijk, 2004] Gemeente Moerdijk, Beschikking en bekendmaking wet milieubeheer, Oktober 2004.
- [Gemeente Moerdijk, 2008] Gemeente Moerdijk, Beschikking wet milieubeheer, SBA 2008/220.

- [Gemeente Moerdijk, 2012] Gemeente Moerdijk, Bestemmingsplan Zeehaven- en Industrierrein Moerdijk, mei 2012.
- [Jansen, 2009] Jansen, L., Notitie Advies Externe Veiligheid m.b.t. Aerospace Propulsion Products B.V., 30 november 2009.
- [Kodde en Dirkse, 1992] Kodde, H.H., Dirkse, M.W.L., Transport classification of igniters based on plastic bonded composite propellants. Part 2: Hazard division classification, Prins Maurits Laboratorium TNO, PML 1992-C129, Rijswijk, 1992.
- [MP 40-21, 1997] MP 40-21, Voorschrift opslag van gevaarlijke stoffen, derde uitgave, Ministerie van Defensie, 's Gravenhage, augustus 1997.
- [MP 40-21, 2006] MP 40-21, Voorschrift opslag en behandeling gevaarlijke stoffen Defensie, Ministerie van Defensie, 's Gravenhage, 2006.
- [Omgevingsdienst, 2014] Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, Vergunning Wabo milieuneutrale wijziging Westelijke Randweg 25 Klundert, april 2014.
- [PGS 1 deel 2A, 2003] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1, Deel 2A: Effecten van explosie op personen, Ministeries van BZK, SVW, V&W, december 2003.
- [PGS 1 deel 2B, 2003] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1, Deel 2B: Effecten van explosie op constructies, Ministeries van BZK, SVW, V&W, december 2003.
- [PGS 32, 2015] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 32, Explosieven voor civiel gebruik: Opslag, PGS 32:2015 versie 0.1, November 2015.
- [RARRO, 2011] Regeling Algemene Regeling Ruimtelijke Ordening, 2011.
- [Sutton and Biblarz, 2001] G. P. Sutton, O. Biblarz, Rocket Propulsion Elements, J. Wiley & Sons, inc., 2001, http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~ernesto/S2013/EP/MaterialsforStudents/Lee/Sutton-Biblarz-Rocket_Propulsion_Elements.pdf.
- [Timmers, 2016-03-01] Timmers, P.G.J., Vragen m.b.t. opslag explosieven, RIVM, e-mail aan K. Aarts, Omgevingsdienst West- en Midden-Brabant, 2016-03-01.
- [TP 14, 2000] Technical paper No. 14, 'Risk-based explosives safety analysis', DoDESB, Alexandria, Virginia USA, Febr. 2000.
- [Van der Voort et al., 2011] van der Voort, M.M., van Amelsfort, R.J.M., van Wees, R.M.M van Doormaal, J.C.A.M., A description of Risk-NL v5.0, TNO-DV 2009 A315B, 19 April 2011 (Bedrijfsvertrouwelijk).
- [Verolme et al., 2005] Verolme, E.K. et al., Prediction models for small quantities net explosive weight, TNO Defence, Security and Safety, TNO-DV2 2005 A051, Rijswijk, August 2005.

- [VLG/ADR, 2000] 'Vervoer gevaarlijke stoffen over de weg' (VLG/ADR), Sdu uitg. Den Haag, ed. 2000.
- [VROM, 2006] Ministerie van VROM, Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik, EV/2006268085.
- [VROM, 2007] Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico, versie 1.0, VROM, november 2007.
- [Wees, maart 1999] Wees, R.M.M, van, Veiligheid nieuwbouw APP te Moerdijk, TNO Prins Maurits Laboratorium, TNO-PML 1999-C27, Rijswijk, maart 1999.
- [Wees, april 1999] Wees, R.M.M, van, Nieuwbouw APP te Moerdijk, TNO Prins Maurits Laboratorium, TNO-PML 1999-C39, Rijswijk, april 1999.
- [Wees, 2007] Wees, R.M.M, van, Evaluatie van aardoverdekte magazijnen, TNO Defensie en Veiligheid, TNO-DV 2007 A107, Rijswijk, juni 2007 (Stg Confidentieel).
- [Wijzigingsbesluit MP 40-21, 2003] Jong, R.F. de, Wijziging MP 40-21, Ministerie van Defensie, MCGS/Def/2003/2360, Den Haag, 12 februari 2003.
- [WP/208, 1999] NATO Working Paper AC/258(ST)WP/208 (3rd Revise), 6-10-1999.
- [WP/211, 2000] WP/211. NATO Working Paper AC/258(ST)WP/211, 2-5-2000.

8 Ondertekening

Rijswijk, juni 2016



Dr.ir. M.W. Verheijden
Afdelingshoofd



Ir. R.M.M. van Wees;
Auteur



Ir. H.P.A. Dijkers
Auteur

A Methoden, gehanteerde regelgeving en gebruikte programmatuur

A.1 Wettelijke grondslag

Op de inrichting Aerospace Propulsion Products is de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik en het Bestemmingsplan Zeehaven- en Industrierrein Moerdijk van toepassing.

PGS 32 is nog niet van kracht, maar de conceptversie van PGS 32 [PGS 32, 2015] is doorgenomen om te zien of deze in de toekomst mogelijk beperkingen voor APP zou kunnen opleveren. Dit bleek niet het geval.

A.1.1 *Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik*

De werkzaamheden met explosieve stoffen bij APP vallen binnen het bereik van de circulaire [VROM, 2006]. De circulaire werkt met zonering (A-, B- en C-zone), waarin bepaalde beperkingen gelden (die vergelijkbaar zijn met de beperkingen in BARRO en BEVI). Nieuwe situaties dienen aan de zonering te voldoen. Voor bestaande situaties die niet aan de zonering voldoen (d.w.z. inbreuken maakt) moet een risicoberekening gemaakt worden van plaatsgebonden risico en groepsrisico (vergelijkbaar met BEVI).

Volgens de Circulaire moet de risicoberekening uitgevoerd worden met RISKANAL. Deze versie van het risicoanalyseprogramma van TNO bestaat echter niet meer. De huidige versie van het programma is Risk-NL v5.0. Door het RIVM is echter aangegeven dat het PR en GR met Risk-NL v4.1 berekend moet worden [Timmers, 2016].

De criteria voor de beoordeling van de risicoberekening zijn:

- beperkt kwetsbare bestemmingen moeten buiten de 10^{-5} PR-contour blijven.
- kwetsbare bestemmingen moeten buiten de 10^{-6} PR-contour blijven.
- het groepsrisico dient op dezelfde manier te worden verantwoord als omschreven in artikel 12 van het BEVI.

A.1.2 *Bestemmingsplan Zeehaven- en Industrierrein Moerdijk*

In het voorontwerp bestemmingsplan (NL.IMRO.1709.indtermoerdijk-0201) zijn enkele aanvullende bepalingen opgenomen.

APP ligt in het gebied dat aangeduid wordt met "bedrijventerrein - 1" en "Milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1".

Artikel 32.2.2 Milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1

- a. Ter plaatse van de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1' zijn nieuwe risicovolle inrichtingen toegestaan, mits:
 1. de bij de inrichting behorende plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} de grens van de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1' niet overschrijdt;
 2. de bij de inrichting behorende plaatsgebonden risicocontour 10^{-5} de grens van de bij het betreffende bedrijf behorende perceelsgrenzen niet overschrijdt danwel is gelegen op gronden met de bestemming 'Groen', 'Verkeer' of 'Water'.
- b. Ter plaatse van de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1' geldt voor bestaande risicovolle inrichtingen:

1. de bij de inrichting behorende plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} overschrijdt de grens van de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 1' niet dan wel is gelege over de gronden met de aanduiding 'milieuzone - plaatsgebonden risicocontour - 2';
2. de bij de inrichting behorende plaatsgebonden risicocontour 10^{-5} is toegestaan, op basis van de vergunde activiteiten ten tijde van het vaststellen van dit bestemmingsplan.

Artikel 32.6 veiligheidszone - munitie

32.6.1 Veiligheidszone - munitie - B

Ter plaatse van de aanduiding 'veiligheidszone - munitie - B' zijn kwetsbare objecten uitgesloten en zijn geen nieuwe beperkt kwetsbare objecten toegestaan met uitzondering van beperkt kwetsbare objecten op het eigen perceel.

32.6.2 Veiligheidszone - munitie - C

Ter plaatse van de aanduiding 'veiligheidszone - munitie - C' is het niet toegestaan gebouwen te bouwen met vlies- of gordijngewelconstructies alsmede gebouwen te bouwen met zeer grote glasoppervlakten waarin zich als regel een groot aantal personen bevindt.

A.2 Bepaling inwendige veiligheid

Een munitiemagazijnencomplex is inwendig veilig als bij een eventuele explosiereactie in één van de magazijnen de kans dat er een sympathische reactie plaatsvindt in een ander magazijn voldoende klein is. Dit wordt gewaarborgd door het voorschrijven van 'veiligheidsafstanden', dat wil zeggen afstanden die minimaal tussen de magazijnen moeten worden aangehouden. De veiligheidsafstand hangt af van de constructie van de magazijnen en de constructieve voorzieningen die ter isolatie zijn aangebracht, zoals aarden wallen. Verder worden deze bepaald door de soort en de hoeveelheid munitie in de magazijnen.

Voor de bepaling van de inwendige veiligheid verwijst de Circulaire [VROM, 2006] in paragraaf 4.2 naar de NAVO norm AASTP-1. De vigerende versie van AASTP-1 is [AASTP-1, 2015].

De bepaling van de inwendige veiligheid begint met de bepaling van de constructie van de magazijnen. Hiertoe wordt bij een inspectie ter plaatse beoordeeld of de constructie van het gebouw en eventuele omwalling aan de in AASTP-1 gestelde eisen voldoet en in welke categorie het valt. Een magazijn kan soms in meerdere categorieën vallen. De categorieën verschillen namelijk licht per gevarensklasse, er zijn meer categorieën acceptoren dan donoren, en het is mogelijk dat een wal slechts aan één of enkele zijden van het magazijn ligt.

Risk-NL v4.1 gebruikt MP 40-21 Bijlage 9 voor de bepaling van de inwendige veiligheid. MP 40-21 Bijlage 9 kijkt op vele punten af van [AASTP-1, 2015]. Daarom is Risk-NL v5.0 gebruikt als hulpmiddel bij het bepalen van de inwendige veiligheid, aangezien deze versie de inwendige veiligheid volgens AASTP-1 [2003] kan narekenen. AASTP-1 [2003] kijkt op enkele punten af van [AASTP-1, 2015], de berekening is daarom waar nodig met de hand gecorrigeerd.

De locatie, afmetingen en oriëntatie van de magazijnen wordt opgemeten uit de kadastrale kaart en samen met de categorie en de belegging ingevoerd in het programma Risk-NL versie 5.0 [Van der Voort et al., 2011]. De ingevoerde magazijn categorie is de grootste gemene deler van de mogelijke categorieën, zodat altijd een veilige beoordeling wordt gemaakt. Het programma controleert of de afstanden voldoen aan de geëiste veiligheidsafstanden. Indien de werkelijke

afstand tussen twee magazijnen kleiner is dan de veiligheidsafstand wordt een waarschuwing gegeven. De belegging kan dan aangepast worden of er kan met de hand bepaald worden of de afstand toch voldoet, bijvoorbeeld omdat de ingevoerde magazijncategorie voor die donor-acceptor combinatie te conservatief is of omdat de situatie onder een uitzondering valt die niet in de programmatuur of regelgeving is opgenomen.

A.3 Bepaling A-, B- en C-zone

Rond inrichtingen waar munitie of explosieven opgeslagen liggen of met munitie of explosieven gewerkt wordt, worden veiligheidszones gehanteerd waarin bepaalde activiteiten niet toegelaten worden. Dit is bedoeld voor ruimtelijke ordening doeleinden, zoals bestemmingsplannen.

De veiligheidszones worden de A-, B- en C-zone genoemd en zijn gebaseerd op de AASTP-1 "quantity-distances" voor respectievelijk "medium density usage roads", "inhabited building" en "vulnerable constructions". Ze worden berekend met het programma Risk-NL.

A.3.1 *Wettelijke grondslag*

De wettelijke grondslag voor de ABC-zonering is voor inrichtingen van Defensie en enkele met name genoemde civiele inrichtingen het BARRO [2012], het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening en de RARRO [2011], de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening. Voor civiele inrichtingen is de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik [VROM, 2006] de wettelijke grondslag. Daarnaast kan het bestemmingsplan of de vergunning aanvullende bepalingen opleggen.

In BARRO paragrafen 2.6.5 en 2.6.6 worden de A-, B- en C-zone geïntroduceerd, terwijl in paragraaf 2.6.7 de beperkingen worden genoemd die binnen de A-, B- en C-zone gelden. Afstanden gelden van de gevel van de opslag tot de gevel of grens van het kwetsbare object.

In RARRO bijlage 12 worden de munitieopslagplaatsen genoemd waarop het BARRO en RARRO van toepassing zijn, de vigerende A-, B- en C-zone staat in bijlage 13 van het RARRO. In RARRO Bijlage 14 worden de civiele inrichtingen genoemd waarop het RARRO van toepassing is.

De Circulaire introduceert in paragraaf 4.3 de veiligheidsafstanden. Voor één bepaald type opslag worden in bijlagen I, II en III de afstanden aangegeven, die volgens de Circulaire zijn gebaseerd op AASTP-1, aangevuld met adviezen van het RIVM voor de afstanden die behoren bij hoeveelheden kleiner dan 500 kg. Voor andere situaties verwijst de Circulaire naar AASTP-1. De beperkingen die gelden in de A-, B- en C-zone worden gegeven in Bijlage IV.

A.3.2 *Beperkingen in de A-, B- en C-zone volgens BARRO*

In BARRO paragraaf 2.6.7 worden de beperkingen genoemd die binnen de A-, B- en C-zone gelden. Deze worden hieronder opgesomd en toegelicht.

Niet toegelaten in de A-zone zijn:

- kwetsbare objecten of beperkt kwetsbare objecten zoals bedoeld in BEVI;
- autowegen;
- autosnelwegen;
- spoorwegen;
- druk bevaren waterwegen;
- parkeerterreinen;
- recreatieve voorzieningen;
- agrarische bestemmingen die niet kunnen worden gerealiseerd zonder een meer dan incidentele aanwezigheid van enkele personen.

Niet toegelaten in de B-zone zijn:

- kwetsbare objecten of beperkt kwetsbare objecten zoals bedoeld in BEVI.

Niet toegelaten in de C-zone zijn:

- bouwwerken met vlies- of gordijngelvelconstructies of grote glasoppervlakten en waarbinnen zich doorgaans een groot aantal personen bevindt.

Beperkt kwetsbare objecten zijn volgens de definitie in BEVI artikel 1 lid b:

b. beperkt kwetsbaar object:

- 1°. verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen, woonschepen of woonwagens per hectare, en
- 2°. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel m, onder c, vallen;
- c. hotels en restaurants, voorzover zij niet onder onderdeel m, onder c, vallen;
- d. winkels, voorzover zij niet onder onderdeel m, onder c, vallen;
- e. sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen;
- f. kampeerterreinen en andere terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder onderdeel m, onder d, vallen;
- g. bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel m, onder c, vallen;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;

Kwetsbare objecten zijn volgens BEVI artikel 1 lid l:

l. kwetsbaar object:

- a. woningen, woonschepen en woonwagens, niet zijnde woningen, woonschepen of woonwagens als bedoeld in onderdeel b, onder a;
- b. gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 - 1°. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 - 2°. scholen, of
 - 3°. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c. gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 - 1°. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object, of
 - 2°. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd, en
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Toelichting

Wegen, fietspaden en wandelpaden zijn dus niet verboden in de A-zone. Bossen en parken vallen niet onder 'recreatieve voorzieningen' en zijn niet verboden. De aanwezigheid van kassen met een agrarische functie in de C-zone is op grond van de tekst toegelaten. Kassen met een publieksaantrekkende detailhandelfunctie zijn in deze zone echter niet toegestaan.

A.3.3 *Beperkingen in de A-, B- en C-zone volgens de Circulaire*

In de Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik [VROM, 2006] Bijlage IV worden de beperkingen genoemd die binnen de A-, B- en C-zone gelden. Deze is hieronder overgenomen.

A-zone

Niet toegelaten zijn (geprojecteerde):

- spoorwegen, met uitzondering van raccordementen en industrie-goederenspoorlijntjes;
- autosnelwegen en autowegen;
- druk bevaren waterwegen (minimaal 10.000 passages per jaar);
- parkeerterreinen (voor meer dan 10 voertuigen) en
- recreatie;

alsmede alle objecten die in de B-zone verboden zijn.

B-zone

(1) Niet toegestaan zijn (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten, zijnde:

- a. 1°. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en
- 2°. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder (2) kwetsbare objecten, onder c, vallen;
- c. hotels en restaurants, voorzover zij niet onder (2) kwetsbare objecten, onder c, vallen;
- d. winkels, voorzover zij niet onder (2) kwetsbare objecten, onder c, vallen;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder (2) kwetsbare objecten, onder d, vallen;
- g. bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder (2) kwetsbare objecten, onder c, vallen;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;

(2) Eveneens niet toegestaan zijn (geprojecteerde) kwetsbare objecten, zijnde:

- a. woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in beperkt kwetsbare objecten, onder a;

- b. gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 - 1°. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 - 2°. scholen, of
 - 3°. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c. gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 - 1°. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object, of
 - 2°. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd,
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;

C-zone

Niet toegestaan zijn:

- gebouwen met vliesgevels of gordijngewelconstructies
Toelichting: vlies- en gordijngevels zijn niet-dragende gevels (voorzetgevel), bevestigd aan een gebouw met een betonskelet van vloeren met kolommen. De feitelijke gevel wordt opgebouwd uit een combinatie van glaspanelen en sandwichpanelen.
- gebouwen met zéér grote aaneengesloten glasoppervlakten waarin zich als regel een groot aantal personen bevindt.

A.3.4 Basis van de A-, B- en C-zone

Hoe de A-, B- en C-zone berekend moet worden staat niet expliciet in het BARRO, RARRO of de Circulaire.

Volgens de Circulaire zijn de A-, B- en C-zone gebaseerd op AASTP-1, maar er staat niet welke afstanden uit AASTP-1 precies gebruikt zijn.

In de RARRO paragraaf 2.2.2, dat "de beoordeling van de veiligheidssituatie ... wordt uitgevoerd aan de hand van ... het hiervoor ontwikkelde softwarepakket (Risk-NL)". De berekening van de A-, B- en C-zone in Risk-NL is gebaseerd op veiligheidsafstanden uit de NATO publicatie AASTP-1 [2010], in lijn met de nota Van Houwelingen (de regelgeving die geldig was voordat BARRO in werking trad). In overleg met het Ministerie van Defensie is besloten om deze definities ook voor het BARRO hanteren.

In dit rapport worden de volgende veiligheidsafstanden uit AASTP-1 gebruikt:

- A-zone: de 'Public Traffic Route Distance' (PTRD) voor 'medium density usage';
- B-zone: de 'Inhabited Building Distance' (IBD);
- C-zone: afstanden voor 'vulnerable constructions'.

De beperkingen die het BARRO en de Circulaire stellen aan faciliteiten en activiteiten in de A-, B- en C-zone komen op veel punten overeen met de beperkingen die in AASTP-1 voorgesteld worden voor de PTRD, IBD en voor 'vulnerable constructions'. Voor wegen met gemiddelde of lage verkeersdichtheid

zijn de beperkingen die het BARRO stelt echter minder streng (dit om aan te sluiten bij het BEVI).

A.3.5 *Definities van de A-, B- en C-zone*

In de volgende paragrafen wordt uiteengezet wat de definities van de ABC-zones zijn. AASTP-1 geeft richtlijnen voor hoeveelheden netto explosieve stof groter dan 500 kg. TNO heeft, waar nodig, haar interpretatie van de definities gegeven. Bij het berekenen van de ligging van de ABC-zones voor hoeveelheden kleiner dan 500 kg wordt verwezen naar paragraaf A.3.9.

De vigerende versie van AASTP-1 is [AASTP-1, 2015]. In de onderstaande paragrafen wordt op sommige punten verwezen naar [AASTP-1, 1997] en [WP/208, 1999], omdat dat de versie is die voor Risk-NL versie 4.1 gebruikt is. Deze oudere versies wijken voor de A-, B- en C-zones nauwelijks af van de vigerende versie. Bij afwijkingen wordt handmatig gecorrigeerd.

Gevarensubklasse 1.4

Voor explosieve stoffen van de gevarensubklasse 1.4 moet een 'veiligheidsafstand' van 10 m worden aangehouden, ongeacht de hoeveelheid explosieve stof. Dit is conform WP/208 [1999]. Explosieve stoffen van de gevarensubklasse 1.4 hebben daarom in de praktijk geen invloed op de ligging van de ABC-zones en worden derhalve buiten beschouwing gelaten.

A.3.6 *Definitie van de B-zone*

Omdat de A- en C-zone zijn gerelateerd aan de B-zone wordt eerst ingegaan op deze B-zone. Omdat voor elke gevarensubklasse per opslagconstructietype andere definities voor de B-zone gelden, worden de definities per gevarensubklasse behandeld.

Gevarensubklasse 1.1

AASTP-1 paragraaf 1.3.1.15.b) adviseert een afstand van munitiemagazijnen tot woonhuizen aan te houden waarop de piek overdruk van de invallende luchtschok niet hoger is dan 5 kPa en waarbij er niet meer dan 1 letaal (meer dan 80 J energie-inhoud) brokstuk of fragment per 56 m² grondoppervlak valt te verwachten in het geval van een massa-explosie (gevarensubklasse 1.1).

Ter benadering van deze criteria zijn simpele formules ontwikkeld, deze worden verder als definitie van de IBD gebruikt. Voor brokstukafstanden worden vaste afstanden van 270 of 400 m gebruikt, terwijl voor de blast de afstand berekend wordt uit de netto hoeveelheid explosieve stof tot de 1/3 macht, $Q^{1/3}$ (of bij kleinere hoeveelheden $Q^{1/2}$), maal een bepaalde factor. Bijvoorbeeld de D12 afstand is: $D12 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$, waarin Q de netto hoeveelheid explosief is in kg en D12 de IBD-afstand in m.

Tabel A.1 Advies NATO-publicatie AASTP-1 voor afstanden tot 'Inhabited Buildings' (zoals woonhuizen) voor HD 1.1 munitieartikelen en explosieve stoffen.

Constructietype	Netto hoeveelheid explosief (Q)	Afstand (in meter) voor airblast criterium 5 kPa	Minimum afstand voor brokstukken en fragmenten	bron
licht: 23 cm metselwerk of equivalent én omwald	$< 5600 \text{ kg}^2$	$D12 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$	270 m	§ 1.3.1.15.b)
medium - 'heavy walled': 20 cm beton of meer	$< 5600 \text{ kg}^2$	$D12 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$	400 m	§ 1.3.1.15.b)
algemeen	$> 5600 \text{ kg}^2$	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$	zie ook ⁴	§ 1.3.1.15.b)
igloo's; overig aarde-overdekt; of niet omwald			400 m	§ 1.3.1.15.b)
licht of 'open stack'	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$	400 m of 270 m ¹	Annex I-A, Tabel 1
licht of 'open stack' omwald	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$	400 m of 270 m ¹	Annex I-A, Tabel 1
'heavy-walled' > 45 cm beton > 70 cm metselwerk equivalent	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$	400 m	Annex I-A, Tabel 1
Aarde-overdekt voorkant	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$	400 m	Annex I-A, Tabel 1
Aarde-overdekt zijkant	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$ ³	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$ $D15 = 18,0 \cdot Q^{1/3}$	400 m	Annex I-A, Table 1 § 1.3.7.3.d)
Aarde-overdekt achterkant	$> 4500 \text{ kg}$ $< 4500 \text{ kg}$ ³	$D13 = 22,2 \cdot Q^{1/3}$ $D13 = 5,5 \cdot Q^{1/2}$ $D14 = 14,0 \cdot Q^{1/3}$	400 m	Annex I-A, Table 1 § 1.3.7.3.d)

¹ Met gevaar voor 'flying and falling glass, etc.' (zie tekst NATO-publicatie pagina I-4-13, [2]).

² In dit geval is de 5600 kg niet een omslagpunt voor een bepaald blastniveau; voor de genoemde 4500 kg is dit wel het geval.

³ Voor igloo's met een volume groter dan 500 m³ en een belegging van minder dan 45.000 kg kan in zij- en achterwaartse richting met betrekking tot het blastniveau een reductie op de benodigde afstand worden uitgevoerd.

⁴ NATO-publicatie pag. I-4-13 [2]: Minimum van 270 m is acceptabel voor 'sparsely populated areas, where there would be a small expectation of damage and injury from projections'. In deze condities echter een minimum van 400 meter overwegen voor 'densely populated areas'.
Een minimum afstand van 400 meter is vereist voor aarde-overdekte magazijnen en 'heavy-walled' constructies.

AASTP-1 § 1.3.1.15.b)

Er is een significant gevaar van neerkomende brokstukken en munitiefragmenten op 270 meter. Een afstand van 270 meter is acceptabel voor:

- hoofdwegen of openbare wegen met hoge verkeersdichtheid als de donor een 'open stack' is of een lichte constructie;
- openbare wegen met lage verkeersdichtheid wanneer het een aardoverdekt of 'heavy-walled' magazijn betreft;
- 'sparsely populated areas' als de donor een 'open stack' betreft of een lichte constructie en er niet veel constructieschade of letsel door neerkomende brokstukken of fragmenten verwacht wordt.

Er is een gering gevaar van neerkomende brokstukken en munitiefragmenten op 400 m. Een afstand van 400 m is volgens AASTP-1 acceptabel voor:

- hoofdwegen of openbare wegen met hoge verkeersdichtheid als het een 'heavy-walled' of aarde-overdekt magazijn betreft;

- alle woonhuizen als het een 'heavy-walled' of aarde-overdekt magazijn betreft.

AASTP-1 § 1.3.2.2

De afstanden worden gemeten vanaf het dichtstbijzijnde punt van de donor tot het dichtstbijzijnde punt van de acceptor. Voor het vaststellen van minimale afstanden in het kader van de inwendige veiligheid bij gecompartmenteerde opslag moet de afstand tussen de wanden aangehouden worden.

Nabeschouwing TNO

De NATO-publicatie AASTP-1 is niet helemaal volledig in haar advies met betrekking tot de minimaal aan te houden afstand tot woonhuizen in verband met de uitworp van brokstukken. Enerzijds wordt gesproken over een minimale afstand van 270 m die acceptabel wordt bevonden voor *niet-dichtbevolkte* gebieden als het een *lichte* magazijnconstructie betreft (23 cm metselwerk of minder dan 20 cm beton). Anderzijds wordt gesproken over een afstand van 400 m die acceptabel is ten aanzien van alle woonhuizen (dus ook *dichtbevolkte gebieden*) als het een *zware* magazijnconstructie betreft.

Er wordt niet direct een advies gegeven voor *dichtbevolkte gebieden* in relatie tot *lichte* magazijnconstructies. Kwalitatief wordt wel aangegeven dat een afstand van 400 m overwogen moet worden als er sprake is van een dichtbevolkt gebied en er weinig schade en letsel verwacht wordt door brokstukuitworp.

De TNO-interpretatie van het bovenstaande is dat een minimum afstand van 270 m alleen acceptabel is voor een licht uitgevoerd munitiemagazijn wat tevens omweld is door een aarden talud in relatie tot een niet-dichtbevolkt gebied. Voor alle andere gevallen dient een minimum afstand van 400 m gehanteerd te worden.

Een lichte magazijnconstructie heeft wanden en een dakvloer van ten hoogste 23 cm metselwerk of 20 cm beton. Een niet-dichtbevolkt gebied is bijvoorbeeld enkele boerderijen. De dichtheid die in het BEVI gebruikt wordt voor een beperkt kwetsbaar object (verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare) komt hiermee overeen.

Het bovenstaande NATO-advies aangevuld met de TNO-interpretatie is naar het oordeel van TNO de kwantitatieve betekenis van de B-zone voor gevarensubklasse 1.1.

Gevarensubklasse 1.2

Voor artikelen van de gevarensubklasse 1.2 worden afstand-hoeveelheidsrelaties geadviseerd conform het NATO Working Paper WP/208 [1999] (deze zijn ongewijzigd opgenomen in AASTP-1 [2010]). De aanbevolen afstand-hoeveelheidsrelaties zijn een functie van de netto hoeveelheid explosieve stof, waarbij in opslagcondities onderscheid wordt gemaakt tussen de gevarensubklassen HD 1.2.1 en HD 1.2.2. Dit onderscheid is afhankelijk van de grootte en het bereik van de scherven, waarbij het omslagpunt ligt bij 0,71 kg per item. Scherven van HD 1.2.1 explosieve stoffen hebben een aanzienlijk groter bereik dan die van HD 1.2.2 explosieve stoffen. Het acceptatiecriterium met betrekking tot 1.2-artikelen in relatie tot de te hanteren veiligheidsafstanden is dat de fragmentdichtheid ten hoogste 1 fragment (met een energie-inhoud van meer dan 80 J) per 56 m² grondoppervlak mag bedragen. Voor het vaststellen van de zonering is gerekend met de zwaarste subklasse 1.2.1: afstand-hoeveelheidsrelatie D2.

De afstand-hoeveelheidsrelatie geldt alleen ten opzichte van licht uitgevoerde (donor-) constructies, zoals een licht geconstrueerde voorzijde van igloo's, zwaar uitgevoerde constructies met een licht uitgevoerd dak en al of niet omwalde licht uitgevoerde constructies. Daarbij geldt een minimale afstand van 60 m. Voor alle andere (zwaar uitgevoerde) constructies is er geen afstand-hoeveelheidsrelatie van toepassing.

Gevarensubklasse 1.3

Bij explosieve stoffen en munitie van gevarensubklasse 1.3 zijn de effecten bij een ongeval: hittestraling, vlamtong en uitworp van brandende artikelen. Voor de hittestraling wordt in § 1.3.1.15.d) een criterium voor bewoonde gebouwen van 63 kW/m^2 gegeven en voor de vlamtong een vaste afstand van 60 m. In Annex I-A Tabel 3A t/m 3F worden de afstanden gegeven (die overigens niet of nauwelijks naar deze criteria zijn te herleiden). Voor de IBD wordt in alle gevallen de D4 afstand aanbevolen. De minimum afstand is altijd 60 m, onafhankelijk van de hoeveelheid en van de oriëntatie van de acceptor ten opzichte van de uitblaasopening.

A.3.7 Definitie van de A-zone

De A-zone is gerelateerd aan de B-zone. In de volgende paragrafen wordt per gevarensubklasse ingegaan op de in deze rapportage gehanteerde zonedefinities.

Gevarensubklasse 1.1

AASTP-1 geeft voor de munitie en explosieve stoffen van de gevarensubklasse 1.1 naast de minimum afstand van munitiemagazijnen tot woonhuizen (Inhabited Building Distance, IBD) ook een advies ten aanzien van minimum afstanden tot openbare wegen (Public Traffic Route Distance, PTRD). Deze afstand wordt gerelateerd aan de afstand tot bewoonde gebouwen (IBD).

De PTRD is bedoeld voor wegen, vaarwegen, spoorwegen, voetpaden en recreatieve voorzieningen in de open lucht. AASTP-1 geeft in § 1.3.1.14 en Annex I-A Tabel 1 afstanden voor verkeer van lage, gemiddelde en hoge dichtheid (low, medium and high density usage). Voor wegen zijn de definities hiervan als volgt:

- lage verkeersdichtheid: minder dan 1000 voertuigen per dag;
- gemiddelde verkeersdichtheid: meer dan 1000 maar minder dan 5000 voertuigen per dag;
- hoge verkeersdichtheid: meer dan 5000 voertuigen per dag.

Wanneer de IBD bepaald wordt door de brokstukafstand is de PTRD in principe gelijk aan $2/3$ van de IBD. In de andere gevallen is het afhankelijk van de verkeersdichtheid:

- hoge verkeersdichtheid: PTRD = IBD;
- gemiddelde verkeersdichtheid: PTRD = $\frac{2}{3}$ IBD;
- lage verkeersdichtheid: PTRD = $\frac{1}{2}$ IBD.

Voor routes met zeer lage verkeersdichtheid wordt aanbevolen geen PTRD te hanteren (Annex I-A Tabel 1).

De A-zone wordt gebaseerd op de PTRD voor gemiddelde verkeersdichtheid, zodat de afstand in alle gevallen gelijk is aan $2/3$ van de B-zone.

Merk op dat 'gemiddelde verkeersdichtheid' niet overeenkomt met de beperking dat in de A-zone autowegen en autosnelwegen niet toegestaan zijn, maar andere wegen wel. Dit is een keuze van de Nederlandse overheid.

Gevarensubklasse 1.2

Voor explosieve stoffen van de gevarensubklasse 1.2 is volgens AASTP-1 Annex I-A Tabel 2A t/m 2F bij hoge verkeersdichtheid de PTRD gelijk aan de IBD. Voor gemiddelde verkeersdichtheid worden kleinere PTRD geadviseerd, bij de meeste magazijnen de D6 afstand in plaats van D2 afstand die voor IBD gebruikt wordt en bij magazijnen die 1.2 effecten kunnen binnenhouden wordt zelfs 'No QD' geadviseerd. De D6 afstand is 2/3 van de D2 afstand, maar heeft dezelfde minimum afstand van 60 m.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de gevarensubklassen HD 1.2.1 en HD 1.2.2. Voor het vaststellen van de A-zone is gerekend met de zwaarste subklasse 1.2.1.

Gevarensubklasse 1.3

Voor explosieve stoffen van de gevarensubklasse 1.3 is volgens AASTP-1 Annex I-A Tabel 3A t/m 3F bij hoge verkeersdichtheid de PTRD gelijk aan de IBD. Voor gemiddelde verkeersdichtheid worden kleinere PTRD geadviseerd, D3 in plaats van D4. De D3 afstand is 2/3 van de D4 afstand, maar heeft dezelfde minimum afstand van 60 m.

A.3.8 *Definitie van de C-zone*

AASTP-1 § 1.3.1.15.b) geeft aan dat aanhouden van de IBD afstand bewoners van gebouwen van kwetsbare constructie onvoldoende beschermt tegen de effecten van ruitbreuk (d.w.z. naar binnen geblazen en vallend glas). Voor 3 typen gebouwen van kwetsbare constructie wordt een afstand van 2x de IBD aanbevolen. Het type wordt niet meer gedefinieerd in [AASTP-1, 2010], maar in [AASTP-1, 1992] § 1.2.2.59 staat:

- Type 1: A building of Curtain Wall Construction which has four storeys or more and is constructed with external non load-bearing panels on a separate sub-frame which is supported off the structural frame or floors for the full height of the building. Where these cladding panels are large (greater than 1500 mm square) and constructed of glass or similar lightweight frangible material, which is liable to shatter producing fragments or be displaced under the effect of lateral explosive blast loads greater than the designed windforces, the curtain walling would be considered a hazard to personnel both inside and outside the building because of flying fragments or falling panels.
- Type 2: A building of Largely Glass Construction which has four storeys or more and has more than 50 % of its wall area glazed.
- Type 3: The third type of Vulnerable Construction is impracticable to define precisely. This covers any large building which employs non load-bearing cladding panels, e.g. glass covered market gardens or warehouse type retail stores. The explosion effects on such buildings depend on many factors, including:
 - The weight per unit area and frangibility of the cladding material.
 - The detailed design of the frame structure including stiffening partitions.
 - The use of which the building is dedicated.
 - The local population inside and outside the building.

Definition of this type of construction cannot be more precise because of the variation in types of modern structures and the complexity of the interaction of the factors given. There is no real alternative to individual assessment of any large building within two times Inhabited Building Distance (i.e. $44.4 Q^{1/3}$) which is not of traditional house construction.

Deze definities vertonen gelijkenis met de in BARRO gebruikte omschrijving van gebouwen die in de C-zone niet toegelaten zijn. Sinds 2010 worden de afstanden tot kwetsbare constructies expliciet aangegeven in AASTP-1 Annex I-A. AASTP-1 stelt niet expliciet dat de verdubbeling van de veiligheidsafstand alleen voor de blast geldt, maar dit is wel voor de hand liggend. De afstanden die in Annex I-A, Tabel 1A t/m 1C aangehouden worden volgen inderdaad de IBD afstanden voor blast. Voor de aan te houden brokstukafstand zou het logisch zijn dat deze gelijk is aan die voor de IBD, maar Annex I-A, Tabel 1A t/m 1C geeft in enkele gevallen een afwijkende afstand. Voor gevarensklasse 1.2 en 1.3 blijkt uit Annex I-A, Tabel 2A t/m 2F respectievelijk 3A t/m 3F dat de afstand voor gebouwen van kwetsbare constructie gelijk is aan die voor normale gebouwen.

A.3.9 A-, B- en C-zone bij kleine hoeveelheden

De ABC-zonering is gebaseerd op afstand-hoeveelheidsrelaties uit de AASTP-1 [2015] voor munitieartikelen en explosieve stoffen. De in de AASTP-1 geadviseerde zonering is vooral bedoeld voor de statische opslag van netto explosieve hoeveelheden groter dan 500 kg.

Op vele locaties binnen de Nederlandse Krijgsmacht zijn vaak veel kleinere hoeveelheden opgeslagen. Toepassing van de in hierboven beschreven minimale afstanden op deze kleine hoeveelheden zou erg conservatief zijn en bovendien een onnodig, indirect ruimtebeslag op de omgeving leggen. Daarom is speciaal voor hoeveelheden munitieartikelen en explosieve stoffen kleiner dan 500 kg netto explosief gewicht een interimadvies met betrekking tot gereduceerde IBD-veiligheidsafstanden (B-zone) opgesteld [Verolme et al., 2005]. Dit interimadvies is gebaseerd op bestaande experimentele gegevens en is toegepast in de onderhavige studie. Hierbij is aangenomen dat de A-zone 2/3 van de betreffende B-zone bedraagt.

Bij de opslag van kleine hoeveelheden 1.1 geldt een C-zone met een straal van $D = 11,0 Q^{1/2}$ met een minimale straal overeenkomstig de B-zone voor de bescherming tegen brokstuk- en fragmentuitworp.

Voor kleine hoeveelheden in lichte bovengrondse magazijnen heeft het RIVM afstanden bepaald op basis van DoD 6055.09-M (2012). Deze zijn gegeven in de Circulaire. In een andere casus (project 060.12234 Halliburton bij Taqa Boekelermeer, notulen bijeenkomst 2015-07-06) heeft RIVM heeft aangegeven dat ook voor een aardoverdekt magazijn (ECM) het hanteren van op DoD 6055.09-M (2012) gebaseerde ABC afstanden acceptabel is.

Voor de C-zone bij kleine hoeveelheden geeft het RIVM aan een andere methode de voorkeur dan TNO; een 2 kPa invallende overdruk criterium in plaats de hierboven gegeven vergelijking.

A.3.10 Implementatie in rekenmodel Risk-NL

De bovenstaande aanbevelingen ten aanzien van afstanden tot munitieartikelen en explosieve stoffen van de gevarensklasse 1.1, 1.2 en 1.3 zijn geïmplementeerd in het kwantitatieve risico-analyse model Risk-NL v4.1 [Amelsfort e.a., 2004]. De

methodiek levert voor elk donormagazijn (per gevarensklasse) een zone op, waarbij Risk-NL van de grootste (A-, B- en C-) zones de omhullende bepaalt. In de studie is gebruik gemaakt van Risk-NL versie 4.1 uit 2004. Deze versie wijkt op een punt af van de vigerende regelgeving:

- De correctie (afstandreductie) ten aanzien van het blastniveau voor aarde-overdekte magazijnen (igloo's) groter dan 500 m³ en met een belegging minder dan 45.000 kg is niet geïmplementeerd in de berekening van de ABC-zonering. Indien deze situatie zich voordoet geeft het rekenmodel dus een conservatieve benadering, in het andere geval is dit niet relevant. In de berekening van het plaatsgebonden risico is conform [WP/211, 2000] een dergelijke correctie wel geïmplementeerd.

De afstand-hoeveelheidsrelaties voor kleine hoeveelheden zijn opgenomen in versie 5.0 van Risk-NL.

A.3.11 Methode

De A-, B- en C-zone worden automatisch berekend door de belegging, magazijntype en locatie in te voeren in het programma Risk-NL. Eerst wordt van elk magazijn afzonderlijk de ligging van de grens van elke zone berekend, en daarna wordt de omhullende van alle grenzen bepaald.

De uitvoer is gecontroleerd aan de hand van de vigerende versie van AASTP-1 [2015]. Voor hoeveelheden kleiner dan 500 kg (de ondergrens in AASTP-1 bij HD 1.1) wordt de grens handmatig berekend:

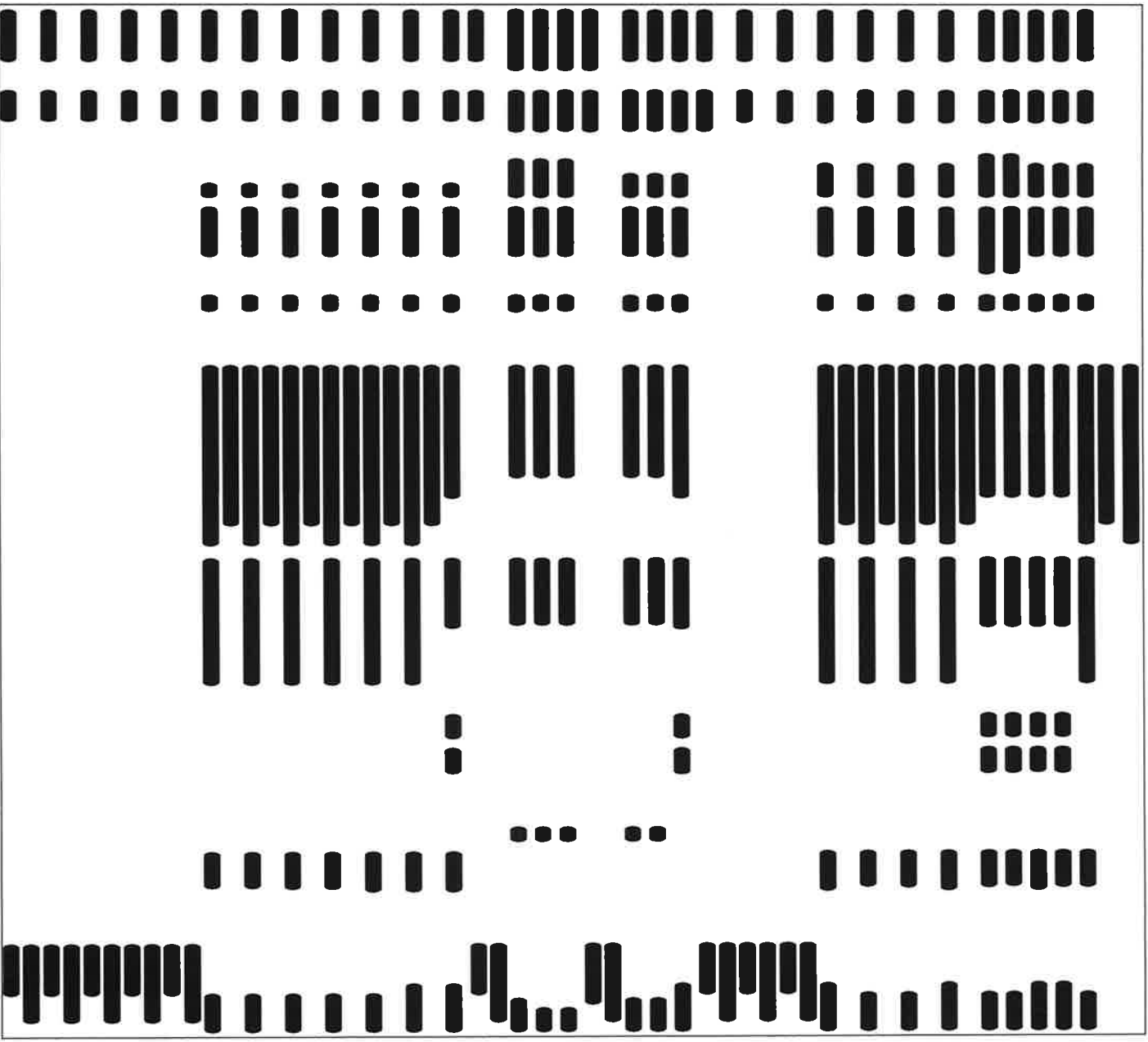
- voor niet omwalde magazijnen van lichte constructie zijn de veiligheidsafstanden uit de Circulaire gebruikt, mits deze afstanden kleiner zijn dan de afstanden uit AASTP-1 voor 500 kg.
- voor aardoverdekte magazijnen zijn afstanden uit DoD 6055.09-M (2012) gebruikt.

De resultaten worden uitgevoerd als een figuur en als een databestand.

A.3.12 ABC zone per ruimte

Tabel A.2 De ABC zone per ruimte

[illegible]



A.4 Berekening plaatsgebonden risico en groepsrisico

A.4.1 Wettelijke grondslag

De wettelijke grondslag voor de QRA bij Defensieinrichtingen en enkele andere met name genoemde inrichtingen berust op BARRO artikel 2.6.7 lid 6, dat is uitgewerkt in RARRO artikel 2.2.

De wettelijke grondslag voor de QRA bij civiele inrichtingen berust op de Circulaire [VROM, 2006] paragraaf 5.1.

BEVI Artikel 7

De grenswaarde, bedoeld in artikel 4, derde lid (voor plaatsgebonden risico), voor al dan niet geprojecteerde kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.

De richtwaarde, bedoeld in artikel 4, vierde lid (voor plaatsgebonden risico), voor al dan niet geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten is 10^{-6} per jaar.

A.4.2 Berekening plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico wordt in Risk-NL v4.1 [Amelsfort e.a., 2004] berekend met betrekking tot een onbeschermd individu dat zich 24 uur per dag gedurende het gehele jaar op een willekeurige positie buiten de inrichting bevindt. Omdat bij deze definitie het blootgestelde individu een constante is (onafhankelijk van de omstandigheden waarin het individu verkeert, zijn positie of van zijn verblijftijd) wordt de grootte van het plaatsgebonden risico alleen beïnvloed door eigenschappen van de potentiële explosiebronnen. Dit zijn naast het type magazijnconstructie, de oriëntatie van het magazijn en de gevarensklasse, de hoeveelheid munitie en de kans voor elk magazijn dat de inhoud accidenteel explodeert. Merk op dat het mogelijk is dat een onbeschermd individu, dat wil zeggen een persoon in de open lucht, een lager risico loopt dan een persoon in een gebouw.

Om de betreffende iso-risicocontour te berekenen wordt een grid met voldoende resolutie geprojecteerd over de omgeving van het betreffende munitiemagazijncomplex. Voor elk snijpunt van dit grid wordt vervolgens het totale risico ten gevolge van het complex voor het gedefinieerde individu berekend. Door gridpunten met gelijk risico wordt vervolgens een lijn getrokken die een iso-risico-contour wordt genoemd.

Voor het berekenen van dit plaatsgebonden risico worden eerst de explosie-effecten berekend:

- de invallende piekdruk voor HD 1.1, volgens AASTP-1, pagina II-5-25 [AASTP-1, 1997];
- de invallende impuls voor HD 1.1, volgens AASTP-1, pagina II-5-26 [AASTP-1, 1997];
- de positieve faseduur voor HD 1.1, volgens AASTP-1, pagina II-5-27 [AASTP-1, 1997];
- de scherf- en brokstukdichtheid voor HD1.1 en HD1.2 volgens een door TNO ontwikkeld model [Amelsfort e.a., 2004].
- de warmtestralingseffecten van HD1.3 volgens een door TNO ontwikkeld model [Amelsfort e.a., 2004].

Met deze fysische effecten worden vervolgens de gevolgen (kans op letaliteit) voor het onbeschermd individu berekend, waarbij gebruik is gemaakt van probitfuncties zoals die beschreven zijn in [PGS 1 deel 2A, 2003]:

- de kans op letaliteit ten gevolge van scherven en brokstukken,

- de kans op letaliteit ten gevolge van blast, welke onderverdeeld is in:
 - letale longbeschadiging;
 - letaal hoofdletsel door botsing met een al of niet rondvliegend object;
 - letale schade van totale lichaam door botsing met een al of niet rondvliegend object.
- de kans op letaliteit ten gevolge van hittestraling.

Door statistische bewerkingen wordt op deze manier de totale kans op letaliteit ten gevolge van een explosie berekend. Hierbij wordt aangenomen dat in elk magazijn een accidentele explosie plaats vindt, met een bepaalde kans op optreden.

Kans op explosie in een magazijn of werkplaats

In 1999 is door TNO in opdracht van Defensie onderzoek verricht naar de kans op een accidentele explosie van opgeslagen munitie in een munitiemagazijn [Dongen, 1999]. Op basis van historische gegevens en 'expert opinion' is de kans op een accidentele explosie afgeleid.

Acceptatiecriterium

In BEVI geldt voor kwetsbare objecten na 1 januari 2010 een grenswaarde van $1 \cdot 10^{-6}$ doden/(persoon·jaar). Voor beperkt kwetsbare objecten geldt een richtwaarde van $1 \cdot 10^{-6}$ doden/(persoon·jaar).

De criteria voor de beoordeling van de risicoberekening zijn volgens paragraaf 5.1.2 van [VROM, 2006]:

- De transportassen die in nieuwe situaties niet zijn toegestaan binnen de A-zone, worden niet getoetst aan het PR. Dit heeft te maken met de korte verblijftijd van personen op die transportassen.
- De beperkt kwetsbare bestemmingen (B-zone) moeten buiten de PR-contour van 10^{-5} per jaar blijven (Bevi artikel 8, derde lid).
- De kwetsbare bestemmingen (B-zone) moeten buiten de PR-contour van 10^{-6} per jaar blijven (Bevi artikel 6).
- Het GR dient op dezelfde manier te worden verantwoord als omschreven in artikel 12 van het Bevi.

BEVI Artikel 12 1 b

het groepsrisico van de inrichting waarop dat besluit betrekking heeft en in een geval als bedoeld in artikel 4, derde lid, tevens de bijdrage van de verandering van de inrichting aan het totale groepsrisico van de inrichting, vergeleken met de kans op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-5} per jaar, met de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-7} per jaar en met de kans op een ongeval met 1000 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-9} per jaar;

A.4.3 Berekening groepsrisico

In tegenstelling tot bij het plaatsgebonden risico wordt bij de berekening van het groepsrisico uitgegaan van een realistische situatie uit een oogpunt van een verblijf door mensen rondom het munitiemagazijncomplex (bezettingsgraad en verblijftijd). Het groepsrisico wordt berekend voor de populatie binnen de effectafstand. Volgens de handleiding verantwoordingsplicht groepsrisico [VROM, 2007] dient het groepsrisico berekenen te worden in een zone buiten de inrichting tot de 1%-letaliteitsgrens.

Voor de berekening van het groepsrisico wordt rekening gehouden met de gemiddelde omstandigheden waarin de groep personen tijdens een accidentele explosie zou verkeren. In overeenstemming met [VROM, 2007] en Revi wordt een gestandaardiseerde berekeningsmethode gehanteerd, waarbij personeel van de inrichting, verkeersdeelnemers en gebruikers van de openbare ruimte niet betrokken worden bij de groepsrisicoberekening. De populatie rondom de inrichting die meegenomen is in de berekening van het groepsrisico staat in bijlage D. Deze populatie wordt ingevoerd in Risk-NL, waarna de berekening verder automatisch wordt uitgevoerd met de eerder voor de berekening van de inwendige veiligheid bepaalde belegging en de explosiekansen van de magazijnen welke ook gebruikt zijn bij de berekening voor het plaatsgebonden risico. Bij Risk-NL v4.1 wordt de populatie van een gebouw in één punt geconcentreerd, in het midden van de gevel die het dichtst bij de inrichting ligt. Dit is een conservatieve aanpak.

Bij de berekening wordt er van uitgegaan dat 90% van de bewoners van een gebouw tijdens een calamiteit in huis zijn, waarvan 5% achter een glasruit, en 10% van de bewoners onbeschermd in het vrije veld nabij het huis.

Naast de in het vorige hoofdstuk genoemde effecten van een explosie op een onbeschermd individu, worden in Risk-NL [Amelsfort e.a., 2004] extra effecten op 'beschermd' personen meegenomen. Dit betreft:

- voor mensen in huizen wordt een 'extra bescherming' van gemiddeld 0.1 m baksteen verondersteld;
- extra letaliteitskansen ten gevolge van instorten van huizen door de blast;
- extra letaliteitskansen ten gevolge van ruitbreuk door de blast.

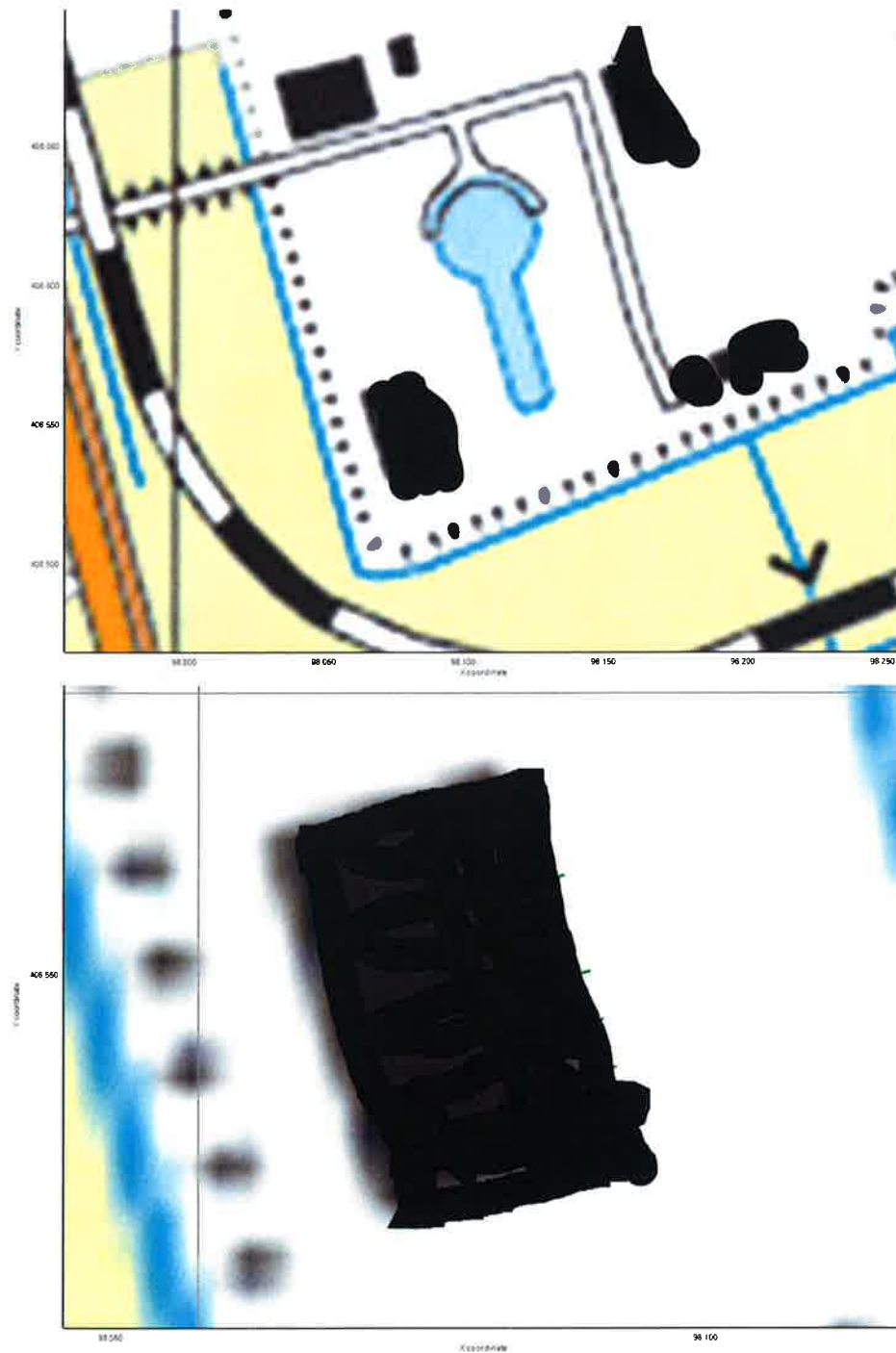
Net zoals bij de berekening van het plaatsgebonden risico wordt aangenomen dat in elk magazijn een explosie plaatsvindt, met een bepaalde kans op optreden. Elk scenario (een magazijn dat explodeert) levert als resultaat een verwachtingswaarde voor het aantal dodelijke slachtoffers. De resultaten van alle scenario's worden gesommeerd en gepresenteerd in een zogenaamde $F(N)$ -curve, die de cumulatieve kans op het voorkomen van een bepaald aantal slachtoffers geeft.

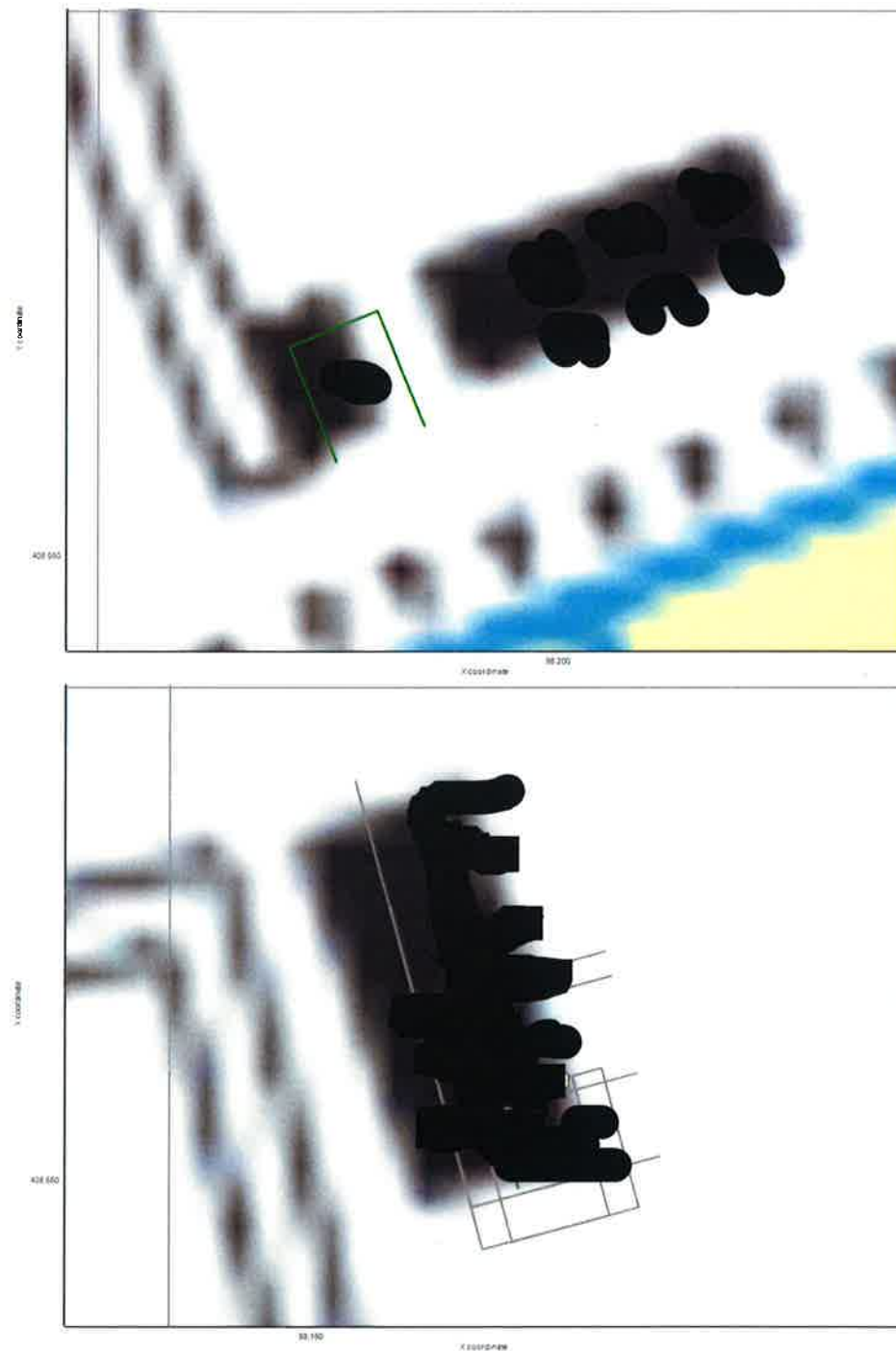
Het BEVI zegt dat het groepsrisico vergeleken moet worden met "de kans op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-5} per jaar, met de kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-7} per jaar en met de kans op een ongeval met 1000 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste 10^{-9} per jaar".

Deze oriëntatiewaarde wordt ter vergelijking in de $F(N)$ -curve geplot.

B Gebouwen

B.1 Ligging van de gebouwen





Figuur B.1 Plattegrond van de inrichting APP met ligging van wallen en nummering van ruimten zoals gemodelleerd in Risk-NL.

- a) Overzicht
- b) Gebouw A2
- c) Gebouw A3
- d) Gebouw A4.

De in Risk-NL ingevoerde afmetingen van de gebouwen en ruimten zijn ontleend uit constructietekeningen van de gebouwen [Bergh, 2000], de coördinaten van de

buitenhoeken van de gebouwen zijn ontleend uit gegevens van het Kadaster (via <http://pdokviewer.pdok.nl/>, BAG Panden).

B.2 Constructie van de gebouwen

Deze paragraaf beschrijft de constructie van de gebouwen van APP, de categorie uit de regelgeving waaronder de constructie valt en het magazijntype dat gebruikt is voor het Risk-NL model.

In de gebouwen [REDACTED] en [REDACTED] zijn geen explosieve stoffen aanwezig.

B.2.1 [REDACTED] Montage-, bewerking-, testgebouw

Gebouw [REDACTED] is een gebouw van gewapend betonnen constructie, met een gewapend betonnen dakvloer. Het gebouw is verdeeld in een groot aantal ruimten,

[REDACTED]
De werkruimten zijn ontworpen om een detonatie van [REDACTED] te weerstaan teneinde personeel in aangrenzende ruimten te beschermen en sympathische reacties van explosieven in aangrenzende ruimten te voorkomen [Vees, april 1999]. Ze vervormen wel onder deze detonatie maar breken niet op, behalve de buitengevel die lichter geconstrueerd is. De binnendeuren van de ruimten kunnen echter deflagraties niet (gegarandeerd) tegenhouden, er moet daarom aangenomen worden dat de gehele aanwezige voorraad explosieven bij een brand betrokken raakt.

Op het moment van schrijven van dit rapport heeft APP het voornemen om ruimte [REDACTED] uit te rusten met binnendeuren die een HD 1.2.2 artikel kunnen stoppen. In deze studie is aangenomen dat dit gerealiseerd is.

Circulaire [VROM, 2006]

De gebouwconstructie voldoet aan de omschrijving van een "lichte gebouwconstructie" volgens [VROM, 2006].

AASTP-1 [2015]

De gebouwconstructie voldoet aan de omschrijving van een "Building constructed with walls of 215 mm brick (or equivalent) and protective roof of 150 mm concrete with suitable support, unbarricaded." volgens [AASTP-1, 2015]. Als "Potential Explosion Site" is dit Tabel xC, kolom (b), als "Exposed Site" is dit type 15.

Risk-NL v4.1

Het gebouw is gemodelleerd met Risk-NL v4.1 magazijntype OR, "een niet omwald magazijn met beschermend dak". Voor de bepaling van de risico's bij een detonatie van [REDACTED] springstof in een ruimte zijn de betreffende ruimten echter elk gemodelleerd met magazijntype I3, "een aardoverdekt magazijn (igloo)", aangezien de brokstukuitworp van de buitengevel domineert.

Risk-NL v5.0

Het gebouw is voor het bepalen van de inwendige veiligheid gemodelleerd met Risk-NL v5.0 magazijntype OPX, "barricaded building (optional sides) with protective roof". Er zijn geen barricaden ingevoerd.

B.2.2 [REDACTED]

[REDACTED] is een magazijn van lichte constructie, zonder beschermend dak. Het is niet gecompartmenteerd.

Voor Risk-NL v4.1 kan magazijntype OP gebruikt worden, zowel als donor als acceptor "OP of op, een niet omwald magazijn zonder beschermend dak".

Circulaire [VROM, 2006]

De gebouwconstructie voldoet aan de omschrijving van een "lichte gebouwconstructie" volgens [VROM, 2006].

AASTP-1 [2015]

De gebouwconstructie voldoet aan de omschrijving van een "Open air stack or light structure, unbarricaded. Truck, trailer, rail-car or freight container loaded with ammunition, unbarricaded." volgens [AASTP-1, 2015]. Als "Potential Explosion Site" is dit Tabel xC, kolom (d), als "Exposed Site" is dit type 17.

Risk-NL v4.1

Het gebouw is gemodelleerd met Risk-NL v4.1 magazijntype OP, "een niet omwald magazijn zonder beschermend dak".

Risk-NL v5.0

Het gebouw is voor het bepalen van de inwendige veiligheid gemodelleerd met Risk-NL v5.0 magazijntype OPY, "barricaded building (optional sides)". Er zijn geen barricaden ingevoerd.

B.2.3

[REDACTED] De magazijnen zijn in 1999 ontworpen om te voldoen aan de eisen uit de Nederlandse militaire regelgeving, [MP 40-21, 1997], voor aardoverdekte magazijnen.

Circulaire [VROM, 2006]

De gebouwconstructie voldoet niet aan de omschrijving van een "lichte gebouwconstructie" volgens [VROM, 2006], zodat Bijlage I en II niet toegepast kunnen worden.

AASTP-1 [2015]

De gebouwconstructie voldoet aan de omschrijving van een "Building with earth on the roof and against three walls." en "Earth-covered building not complying with Part 2, with or without a headwall and door(s) resistant to fire and low velocity projections, (see 1.3.5.6 b)" volgens [AASTP-1, 2015]. De gebouwconstructie voldoet formeel gezien niet aan de omschrijving van een "Igloo designed for 3 bar in accordance with Part 2.", maar is van vergelijkbare constructie. Als "Potential Explosion Site" is dit Tabel xA, kolom (a), (b) of (c), als "Exposed Site" is dit type 5.

Risk-NL v4.1

Het gebouw is gemodelleerd met Risk-NL v4.1 magazijntype I3, "een aardoverdekt magazijn (igloo)".

Risk-NL v5.0

De ruimten zijn voor het bepalen van de inwendige veiligheid gemodelleerd met Risk-NL v5.0 magazijntype IG3, "igloo designed for 3 bar".

B.2.4 ■■■ Productiegebouw

■■■ bestaat uit een bunker voor het bedienend personeel (■■■) en een licht gebouw met licht dak voor de productie van explosieven (■■■). De productieruimte is gecompartmenteerd door middel van betonnen wanden, die ontworpen zijn om sympathische detonatie te voorkomen. De compartimentering in (■■■) is ontworpen op een detonatie van (■■■) de compartimentering in (■■■) [Wees, april 1999]. Branduitbreiding en daarop volgende vervolgexplosies worden niet voorkomen. De compartimenteringswanden fungeren tevens als barricades. Op het moment van schrijven van dit rapport heeft APP het voornemen om een barricade aan te brengen aan de zuidzijde van (■■■) tussen (■■■). In deze studie is aangenomen dat dit gerealiseerd is.

Circulaire [VROM, 2006]

De gebouwconstructie voldoet gedeeltelijk aan de omschrijving van een "lichte gebouwconstructie" volgens [VROM, 2006]. Door de compartimenteringswanden worden explosie-effecten in bepaalde richtingen echter tegengehouden.

AASTP-1 [2015]

De constructie van de ruimten voldoet aan de omschrijving van een "Open air stack or light structure, unbarricaded. Truck, trailer, rail-car or freight container loaded with ammunition, unbarricaded." volgens [AASTP-1, 2015]. Als "Potential Explosion Site" is dit Tabel xC, kolom (d), als "Exposed Site" is dit type 17.

De compartimenteringswanden kunnen als barricade aangemerkt worden. Aan die zijden kunnen de ruimten als "barricaded" opgevat worden. Als "Potential Explosion Site" is dit Tabel xC, kolom (c), als "Exposed Site" is dit type 16.

Risk-NL v4.1

De ruimten zijn gemodelleerd met Risk-NL v4.1 magazijntype OP, "een niet omwald magazijn zonder beschermend dak". Deze keuze is gemaakt in plaats van OB, een omwald magazijn, om het risico conservatief te modelleren. (Uiteindelijk bleek dat het voor het resultaat in Risk-NL v4.1 niet uitmaakt of OP of OB gekozen wordt.)

Risk-NL v5.0

De ruimten zijn voor het bepalen van de inwendige veiligheid gemodelleerd met Risk-NL v5.0 magazijntype OPY, barricaded building (optional sides)". Bij ruimten (■■■) zijn barricaden ingevoerd aan op de positie van compartimenteringswanden, bij ruimten (■■■) zijn barricaden ingevoerd aan alle zijden. Ruimte (■■■) is gemodelleerd met magazijntype OPX, "barricaded building (optional sides) with protective roof", zonder barricaden.

C Belegging

C.1 Lijst gebruikt voor Risk-NL berekening

De belegging ten behoeve van de omgevingsvergunning is gegeven in tabel 1 in paragraaf 2.2.2. Voor de invoer in Risk-NL is de beleggingstabel licht aangepast:

- De HD 1.4 en 5.1 is niet ingevoerd omdat Risk-NL niet de optie heeft om HD 1.4 of HD 5.1 in te voeren. HD 1.4 geeft een verwaarloosbaar extern effect;
- [REDACTED] de HD 1.1 en HD 1.2 is in de individuele ruimten belegd, de HD 1.3 in A2 als geheel, teneinde de externe effecten zo goed mogelijk te modelleren. De HD 1.1 in gebouw [REDACTED] is beperkt tot [REDACTED] per ruimte. Deze ruimten zijn ontworpen om deze explosie te weerstaan zonder op te breken (alleen de gevel kan eruit geblazen worden). Om het effect naar de omgeving zo goed mogelijk te benaderen is [REDACTED] voor de PR berekening van de HD 1.1 effecten gemodelleerd in afzonderlijke compartimenten. Deze compartimenten zijn elk benaderd als een aardoverdekt magazijn, met elk [REDACTED] (het model voor brokstukuitworp in Risk-NL v4.1 is beperkt tot minimaal [REDACTED]). Deze benadering zal de brokstukken overschatten; in werkelijkheid is de explosie beperkt tot [REDACTED] en zullen de wanden en het dak niet weggeworpen worden.
- [REDACTED] de explosiekans is op $1E-5$ gezet omdat de werkzaamheden in deze ruimte een zeer lage initiatiekans hebben.
- [REDACTED] de HD 1.2 is op 0 kg gezet omdat dit 1 artikel betreft dat is vastgezet. Er kunnen dus geen HD 1.2 effecten ontstaan.
- [REDACTED] de basiskans op explosie is voor deze ruimten op $1E-5$ gezet omdat de werkzaamheden in deze ruimten vergelijkbaar zijn met opslag.
- In [REDACTED] hebben meerdere scenario's een van $1E-3$ of $1E-5$ afwijkende explosiekans, dit komt omdat in die scenario's sympathische reacties zijn verrekend.

Tabel C.1 De in Risk-NL ingevoerde scenario's bestaande uit belegging en explosiekansen.

[illegible]

C.2 Risk-NL invoerfile

Hieronder is de gebruikte Risk-NL v4.1 invoerfile gegeven, ter archivering en als referentie.

Filenaam: APPv67

APP

28

OR A2

0 0 400 0 0 0.001

98085.8 408566.74 98094.725 408533.823 98075.615 408528.625

OP A3-03

0 499 2000 0 0 0.00001

98181.298 408557.868 98188.753 408560.913 98184.815 408570.625

I3 A3-04

0 1000 0 0 0 0.00001

98197.329 408575.035 98199.575 408575.937 98200.558 408573.487

I3 A3-05

```

200 1000 0 0 0 0.00001
98203.695 408577.591 98207.704 408579.2 98208.688 408576.751
I3 A3-06
200 1000 0 0 0 0.00001
98211.824 408580.855 98214.07 408581.756 98215.054 408579.306
I3 A3-07
200 1000 1000 0 0 0.00001
98217.528 408573.144 98215.282 408572.243 98214.298 408574.693
I3 A3-08
200 1000 0 0 0 0.00001
98211.161 408570.589 98207.153 408568.979 98206.169 408571.429
I3 A3-09
0 1000 0 0 0 0.00001
98203.032 408567.325 98200.786 408566.423 98199.803 408568.873
OP A4-08
0 0 0 0 0 0
98159.165 408652.882 98156.547 408662.533 98161.689 408663.928
OP A4-10
50 0 0 0 0 0.00101
98165.705 408680.928 98168.416 408670.934 98161.151 408668.963
OP A4-12
50 0 40 0 0 0.00101
98168.416 408670.934 98171.035 408661.283 98163.77 408659.312
OP verv1
0 0 0 0 0 0
98171.035 408661.283 98172.835 408654.646 98165.57 408652.675
OP A4-13
0 0 250 0 0 0.00001
98171.035 408661.283 98172.835 408654.646 98165.57 408652.675
OP A4-14a
18.8 0 0 0 0 0.00102
98168.836 408649.957 98166.481 408649.318 98165.57 408652.675
OP A4-14b
18.8 0 0 0 0 0.00102
98171.191 408650.596 98168.836 408649.957 98167.925 408653.314
OP A4-T2
0 0 290 0 0 0.00101
98165.71 408680.93 98173.75 408651.29 98168.84 408649.96
OP A2-08
0 0 400 0 0 0.001
98085.8 408566.74 98088.139 408558.365 98082.025 408556.707
I3 A2-09
0 0 0 0 0 0
98088.139 408558.365 98090.337 408550.258 98084.223 408548.6
I3 A2-11
1 0 0 0 0 0.001
98090.337 408550.258 98091.436 408546.204 98085.322 408544.546
I3 A2-12
1 0 0 0 0 0.001
98091.436 408546.204 98092.535 408542.151 98086.421 408540.493
I3 A2-13

```

```

0 0 0 0 0 0
98092.535 408542.151 98093.634 408538.097 98087.52 408536.439
I3 A2-14
1 10 0 0 0 0.001
98093.634 408538.097 98094.811 408533.759 98088.696 408532.101
I3 A2-15
0 0 0 0 0 0
98077.433 408564.471 98079.749 408565.099 98088.696 408532.101
I3 A2-16
1 90 0 0 0 0.00001
98075.633 408528.559 98073.593 408536.082 98084.34 408538.996
I3 A2-20
1 0 0 0 0 0.001
98073.593 408536.082 98072.729 408539.267 98076.19 408540.205
I3 A2-22
1 90 400 0 0 0.001
98072.729 408539.267 98071.159 408545.058 98081.906 408547.972
I3 A2-23
1 0 0 0 0 0.001
98071.159 408545.058 98068.961 408553.165 98079.708 408556.079
OP A2-24
0 0 0 0 0 0
98066.686 408561.557 98077.433 408564.471 98079.708 408556.079
2
HS Schutz_1
0 1 1 93.3862 0 98120 408729
HS Schutz_2
0 2 2 71.8045 0 98088 408835

```

C.3 Vervolgreacties volgens Risk NL

De geautomatiseerde berekening van de inwendige veiligheid met Risk-NL v5.0 geeft voor een aantal donor-acceptor combinaties aan dat de afstand niet voldoet aan de geëiste veiligheidsafstanden. Deze combinaties zijn met de hand nader bekeken, waarna vastgesteld is dat ze in werkelijkheid wel voldoen. Enkele sympathische reacties [REDACTED] zijn in werkelijkheid inderdaad te verwachten, deze zijn in de scenario's verwerkt door de kans op de reactie te verhogen of door een extra scenario.

Tabel C.2 Combinaties van PES en ES waarvoor door Risk-NL v5.0 een waarschuwing voor mogelijk sympathische reacties wordt gegeven, met verklaring waarom deze reactie in werkelijkheid niet verwacht wordt.

Ignore Risk-NL warning	If ignored, state the reason why this reaction does not occur in reality	Accept sympatic reaction and take into account	Donor		HD		Acceptor	
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	CHECK NO.	BANK
1/1/20	DEPOSIT	100.00		CHASE
1/5/20	PAYROLL	50.00	101	CHASE
1/10/20	RENT	200.00	102	CHASE
1/15/20	UTILITIES	75.00	103	CHASE
1/20/20	FOOD	30.00	104	CHASE
1/25/20	TRANSPORT	150.00	105	CHASE
1/30/20	SALES	120.00	106	CHASE
2/1/20	DEPOSIT	150.00		CHASE
2/5/20	PAYROLL	60.00	107	CHASE
2/10/20	RENT	200.00	108	CHASE
2/15/20	UTILITIES	80.00	109	CHASE
2/20/20	FOOD	35.00	110	CHASE
2/25/20	TRANSPORT	160.00	111	CHASE
2/30/20	SALES	130.00	112	CHASE
3/1/20	DEPOSIT	180.00		CHASE
3/5/20	PAYROLL	70.00	113	CHASE
3/10/20	RENT	200.00	114	CHASE
3/15/20	UTILITIES	85.00	115	CHASE
3/20/20	FOOD	40.00	116	CHASE
3/25/20	TRANSPORT	170.00	117	CHASE
3/30/20	SALES	140.00	118	CHASE
4/1/20	DEPOSIT	200.00		CHASE
4/5/20	PAYROLL	80.00	119	CHASE
4/10/20	RENT	200.00	120	CHASE
4/15/20	UTILITIES	90.00	121	CHASE
4/20/20	FOOD	45.00	122	CHASE
4/25/20	TRANSPORT	180.00	123	CHASE
4/30/20	SALES	150.00	124	CHASE
5/1/20	DEPOSIT	220.00		CHASE
5/5/20	PAYROLL	90.00	125	CHASE
5/10/20	RENT	200.00	126	CHASE
5/15/20	UTILITIES	95.00	127	CHASE
5/20/20	FOOD	50.00	128	CHASE
5/25/20	TRANSPORT	190.00	129	CHASE
5/30/20	SALES	160.00	130	CHASE
6/1/20	DEPOSIT	240.00		CHASE
6/5/20	PAYROLL	100.00	131	CHASE
6/10/20	RENT	200.00	132	CHASE
6/15/20	UTILITIES	100.00	133	CHASE
6/20/20	FOOD	55.00	134	CHASE
6/25/20	TRANSPORT	200.00	135	CHASE
6/30/20	SALES	170.00	136	CHASE
7/1/20	DEPOSIT	260.00		CHASE
7/5/20	PAYROLL	110.00	137	CHASE
7/10/20	RENT	200.00	138	CHASE
7/15/20	UTILITIES	105.00	139	CHASE
7/20/20	FOOD	60.00	140	CHASE
7/25/20	TRANSPORT	210.00	141	CHASE
7/30/20	SALES	180.00	142	CHASE
8/1/20	DEPOSIT	280.00		CHASE
8/5/20	PAYROLL	120.00	143	CHASE
8/10/20	RENT	200.00	144	CHASE
8/15/20	UTILITIES	110.00	145	CHASE
8/20/20	FOOD	65.00	146	CHASE
8/25/20	TRANSPORT	220.00	147	CHASE
8/30/20	SALES	190.00	148	CHASE
9/1/20	DEPOSIT	300.00		CHASE
9/5/20	PAYROLL	130.00	149	CHASE
9/10/20	RENT	200.00	150	CHASE
9/15/20	UTILITIES	115.00	151	CHASE
9/20/20	FOOD	70.00	152	CHASE
9/25/20	TRANSPORT	230.00	153	CHASE
9/30/20	SALES	200.00	154	CHASE
10/1/20	DEPOSIT	320.00		CHASE
10/5/20	PAYROLL	140.00	155	CHASE
10/10/20	RENT	200.00	156	CHASE
10/15/20	UTILITIES	120.00	157	CHASE
10/20/20	FOOD	75.00	158	CHASE
10/25/20	TRANSPORT	240.00	159	CHASE
10/30/20	SALES	210.00	160	CHASE
11/1/20	DEPOSIT	340.00		CHASE
11/5/20	PAYROLL	150.00	161	CHASE
11/10/20	RENT	200.00	162	CHASE
11/15/20	UTILITIES	125.00	163	CHASE
11/20/20	FOOD	80.00	164	CHASE
11/25/20	TRANSPORT	250.00	165	CHASE
11/30/20	SALES	220.00	166	CHASE
12/1/20	DEPOSIT	360.00		CHASE
12/5/20	PAYROLL	160.00	167	CHASE
12/10/20	RENT	200.00	168	CHASE
12/15/20	UTILITIES	130.00	169	CHASE
12/20/20	FOOD	85.00	170	CHASE
12/25/20	TRANSPORT	260.00	171	CHASE
12/30/20	SALES	230.00	172	CHASE

ONGERUBRICEERD

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

De sympathische reacties in **1** zijn verwerkt in de scenario's, door de kansen te herberekenen en door een extra scenario in te voeren. Zie onderstaande tabel.

Table C.3 Sympathische reacties die in rekening gebracht zijn. Er is 1 extra scenario ingevoerd, [REDACTED]

[illegible]

C.4 Samenlading van HD 1.2 en HD 1.3

C.4.1 Beoordeling Vulcain producten van APP

In ruimte [REDACTED] [REDACTED] worden (onder andere) producten ten behoeve van de Vulcain motor van de Ariane 5 raket geassembleerd. Bij het begin van de assemblage zijn de onderdelen van gevarensubklasse HD 1.3 en nadat ze gemonteerd zijn in de omhulling zijn ze gevarensubklasse HD 1.2. APP werkt aan meerdere Vulcain producten tegelijk, zodat zich de situatie voordoet dat tegelijk HD 1.2 en HD 1.3 artikelen in [REDACTED] aanwezig zijn. Volgens AASTP-1 [2015] paragraaf 1.2.3, Tabel 4 is er "a significant risk that, in certain circumstances, a mix of SsD 1.2.1 and 1.2.2 and HD 1.3 will behave as an aggregated quantity of HD 1.1."

In deze paragraaf wordt aangetoond dat de Vulcain producten van APP dit gevaar niet vertonen. Voor andere gevallen waar HD 1.2 en HD 1.3 tegelijk in een ruimte aanwezig is dient APP zelf na te gaan of de aanwezige HD 1.2 en HD 1.3 als HD 1.1 beschouwd moet worden.

De gegevens van de Vulcain producten staan in tabel C.4. Deze gegevens zijn afkomstig uit de rapportage van de gevarenclassificatie van de Vulcain producten [Kodde en Dirkse, 1992].

Tabel C.4 De gegevens van de Vulcain producten [Kodde en Dirkse, 1992].

Type product	Type stuwstof	Massa stuwstof (g)	Samenstelling

AASTP-1 paragraaf 1.2.3 Tabel 4 geeft voorwaarden aan waaronder de samenlading als HD 1.1 beschouwd moet worden:

If any of the following circumstances exists the mix must be aggregated as HD 1.1 unless relevant trials or analyses indicate otherwise:

- The presence of HD 1.2 shaped charges
- High energy propellants (e.g., as used in some tank gun applications)
- High loading density storage of HD 1.3 in conditions of relatively heavy confinement
- HD 1.2 articles with an individual NEQ > 5 kg

Merk op dat AASTP-1 wat zegt over de heftigheid van de HD 1.2 reactie (holle lading straal, massa groter dan 5 kg) en de gevoeligheid van de HD 1.3. AASTP-1 zegt niet expliciet dat de HD 1.2 moet kunnen detoneren, hoewel dat een voor de hand liggende voorwaarde is.

De volgende analyse toont aan dat de Vulcain producten GGI, TCI en TPS niet aan bovenstaande voorwaarden voldoen.

Aanwezigheid van holle ladingen

De Vulcain producten bevatten geen holle ladingen, en hebben ook niet de eigenschap te fungeren als holle ladingen.

High Energy Propellants

De vraag is of de in de Vulcain producten gebruikte stuwstof valt in de "high energy propellant" klasse. AASTP-1 geeft alleen een voorbeeld voor kruit, niet voor raketstuwstof of andere composiet stuwstof.

[Sutton and Bibalrz, 2001, Section 12.1] classificeren compositief stuwstoffen als volgt:

- (1) *Conventional composite propellants usually contain [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] as a [REDACTED]
[REDACTED]*
- ...
- ...
- (4) *A high-energy composite solid propellant [REDACTED], where the [REDACTED] binder and plasticizer are largely replaced by energetic materials (such as certain explosives) and where some of the AP is replaced by HMX. ...*
- (5) *A lower-energy composite propellant, where [REDACTED] is the [REDACTED] (no AP). It is used for gas generator propellant. If a large*

amount of HMX is added, it can become a minimum smoke propellant with fair performance.

Tabel C.4 toont de samenstelling van de stuwstof in de Vulcain producten. De Vulcain producten bevatten [REDACTED] als oxidator en hebben slechts een kleine hoeveelheid [REDACTED]. Vanwege het ontbreken van [REDACTED] is deze stuwstof een "Low Energy Propellant".

Methode opslag

Ruimte [REDACTED] is een assemblagegebouw, geen opslag. De ladingsdichtheid, oftewel de hoeveelheid producten per kubieke meter, is zeer gering en er is bij de HD 1.3 geen sprake van opsluiting. Na opsluiting van de stuwstof in de omhulling worden de producten HD 1.2, die dus niet massa-explosief zijn.

HD 1.2 artikelen met een netto explosieve massa van meer dan 5 kg.

Van elk type product (GGI, TCI, TPS) is de totale massa van de stuwstof minder dan 5 kg per product.

De Vulcain producten GGI, TCI en TPS van APP voldoen dus aan geen enkele van de voorwaarden uit Tabel 4 van AASTP-1. Dat betekent dat een samenlading van HD 1.3 en HD 1.2 Vulcain producten niet als HD 1.1 beschouwd hoeft te worden. Een ander argument is dat de Vulcain producten niet kunnen detoneren; ze zijn als HD 1.2 geclassificeerd omdat ze bij ontbranding weggeworpen kunnen worden of omdat ze open barsten [Kodde en Dirkse, 1992]. Het is nauwelijks voorstelbaar dat HD 1.3 stuwstof tot detonatie gebracht kan worden door de inslag van een artikel of brokstuk van een artikel.

D Populatie

De populatie in de omgeving van de inrichting is ingevoerd in Risk-NL om het groepsrisico te berekenen.

Volgens gegevens van het CBS zijn er in de nabije omgeving van APP geen "inwoners" (CBS Vierkantstatistieken, Inwoners 2014 100m, via pdokviewer.pdok.nl). De populatie van de bedrijfsgebouwen in de omgeving is geschat uit het oppervlak van de gebouwen volgens de methode beschreven in de "Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico" [VROM, 2007], op basis van Tabel 16.2 uit paragraaf 16.2. De twee gebouwen van de inrichting van Schütz (Westelijke Randweg 23) zijn ingevoerd als 2 objecten.

Alleen de bedrijfsgebouwen die binnen de B-zone zijn meegenomen, aangezien de B-zone nominaal overeenkomt met de 1% letaliteitsgrens in het vrije veld. Deze aanpak is overgenomen van de in de Regeling Algemene Regels Ruimtelijke Ordening voorgeschreven procedure. De braakliggende kavels zijn niet meegenomen omdat deze in de B-zone liggen, waardoor het oprichten van bedrijfsgebouwen op die kavels verboden is.

In Risk-NL v4.1 wordt de populatie van een gebouw geconcentreerd op één punt, wat een conservatieve aanpak is. Figuur D.1 toont deze punten (vier gebouwen bleken uiteindelijk buiten de B-zone te blijven en zijn in de uiteindelijke GR berekening weggelaten).

Deze populatie is alleen aanwezig tijdens de dagperiode. In de berekening van het groepsrisico is echter aangenomen dat ook het ongeval tijdens de dagperiode plaatsvindt, zodat de aangenomen aanwezigheidsfactor 1,0 is.

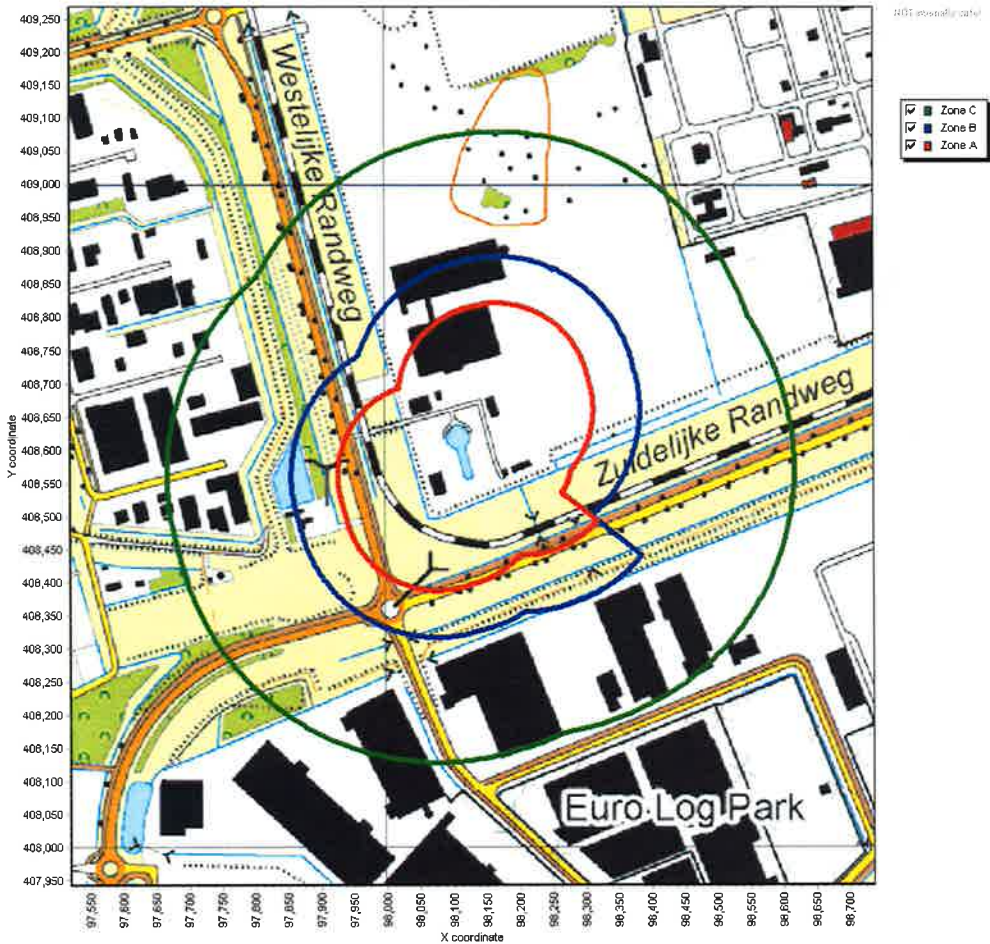
Tabel D.1 De in rekening gebrachte populatie.

Adres	Type object	Naam	Personen in object	x-coordinaat	y-coordinaat
Westelijke Randweg 23	HS	Schutz_1	93.4	98120.0	408729.0
Westelijke Randweg 23	HS	Schutz_2	71.8	98088.0	408835.0



Figuur D.1 Groene punten: locaties van de in rekening gebrachte populatie in de Risk-NL v4.1 berekening.

E ABC-zonering



F PR-contouren

