

## 10 REFERENCES

- 1 Henderson, J.; Rees, N.J.N.  
Joint Australian/UK stack fragmentation trials Preliminary phase 3 report  
Minutes of the twenty-third Explosives Safety  
Seminar, 9 - 11 August 1988. Alexandria Virginia.
- 2 UN-Recommendations on the transport of dangerous goods. Tests and criteria.  
Second edition. United Nations, New York, 1990.
- 3 AC/258-D/258  
Manual on NATO safety principles for the storage of ammunition and explosives.  
Original 1976 plus corrigenda.
- 4 MP 40-20  
Voorschrift betreffende de opslag en het vervoer van explosieve stoffen en munitie.  
Ministerie van Defensie, Den Haag, 1990.

**BIJLAGE 1    SCHADE IN DE OMGEVING****10.2.e**

Beschreven wordt de schade aan de bebouwing in de omgeving na de explosie bij M.S. Vuurwerk, Diefdijk 125, Culemborg, dd. 14/02/91.

Schade opgenomen op vrijdag 15/02/91 (Diefdijk 13, 14, 15, Stokvisweg 7, 9, 11, 15, 15a), maandag 18/02/91 (Kerkweg 46, 44, 42, 47, Diefdijk 125, 12, 11, 9, 8, 7, Zolwijkseweg 4, Stokvisweg 7).

De fotonummers verwijzen naar de tijdens het onderzoek gemaakte foto's. Gezien het grote aantal zijn deze niet allemaal in het rapport opgenomen.



Figuur 1-1 De omgeving rond de explosie  
wh : woonhuis sh : schuur st : stal ls : loods vak : vakantiewoning

**Diefdijk 125****Vuurwerkfabriek**

Eén loods volkomen verdwenen, andere loods verwoest, met o.a. brandschade. Stalen frame ingezakt, muren omgevallen. 4 personenauto's beschadigd. Toyota YY-51-LR, stond achter loods, met neus richting explosie: dak circa 15 cm ingedrukt, voorruit ingedrukt. Uitgebrande Mercedes, stond achter loods, met achterkant richting explosie: dak circa 10 cm ingedrukt. Mercedes PK-62-NZ, stond achter loods, met neus richting explosie: dak getroffen door baksteen, circa 10 cm ingedrukt. Voorruit ingeslagen door brokstuk. Citroën HP-45-JB, stond achter en naast de loods, met achterkant naar explosie: dak circa 25 cm ingedrukt, voorruit intact.

Foto 1 t/m 19, 43.

**Diefdijk 7**

**Locatie** : op 500 m achter dijk.

**Constructie** : baksteen, pannen dak.

**Schade** : voorgevel (dijkzijde) [ruit 39, 40] grote ruiten 170 x 135 cm (6 mm dik) kapot, [ruit 41, 42] kleine ruitjes 110x55 cm, 6 mm heel, op de ruitjes in de voordeur na. Verder geen schade.  
Foto 25.

**Diefdijk 8**

**Locatie** : op 450 m achter dijk.

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, zolder onder rieten dak.

**Schade** : rechterzijkant (explosie kant) [ruit 43, 44] groot 3 mm, 90 x 115 cm kapot, [ruit 45] 30 x 90 heel, boven [ruit 46] dubbelglas 150 x 115 heel. Dijkzijde alleen [ruit 47] 3 mm, 85x 85 cm kapot, kleinere ruitjes heel.  
Nauwelijks schade aan constructie.  
Foto 24.

**Schuur**

**Constructie** : baksteen, half steen, circa 6 m hoog, pannendak.

**Schade** : grote bestaande scheuren waren nog groter geworden. Een aantal dakpannen waren eraf.  
Foto 22, 23.

**Schapenloods.**

**Constructie** : staalconstructie, ca. 5 m hoog. Wand en dak van staalplaat met damwandprofiel. Dijkzijde was open.

**Schade** : aan explosiezijde waren enkele profielen naar buiten geplooid, maximaal circa 20 cm.

Foto 26, 40.

**Diefdijk 9**

**Locatie** : 340 m van explosie, achter dijk.

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, begane grond plus zolder, rieten dak.

**Schade** : aan voorzijde huis (explosiezijde) bakstenen rollaag van het dak gescheurd. Scheur in schoorsteen. Geen schade aan dakconstructie (opgave eigenaar). Alle ruiten aan voorzijde gebroken: [ruit 48] 3 mm enkelglas, 65 x 100 cm, [ruit 49, 50] 100 x 130 cm, zolderraam. Aan achterzijde waren alle ruiten heel (ongeveer dezelfde afmetingen).

Foto 20, 41.

**Schuur**

**Constructie** : houten balken frame, wanden en dak van staalplaat met damwandprofiel, dijkzijde half open.

**Schade** : 1 dakbalk gebroken.

Foto 21.

**Diefdijk 11**

**Locatie** : op 280 m, achter dijk.

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, begane grond plus zolder, pannendak.

**Schade** : ruitbreuk, dakpannen kapot. (geen medewerking eigenaar).

Foto 42.

**Diefdijk 12**

**Locatie** : op 175 m, achter de dijk.

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen spouwmuur, 1 verdieping, rieten dak.

**Schade** : muur voorzijde 1 x gepenetreerd door brokstuk, met spall (Foto 23). Ruiten (enkel glas, 3 mm) aan voorzijde eruit, inclusief kozijn.

Scherven ingeslagen in pleisterlaag muur. Ruiten aan zijkant bezweken. Dak en houten verdiepingsvloer geperforeerd door brokstuk. Dakbalk gebroken, schijnbaar door blast. Constructie ontzet.

Schokschade : geiser gevallen.  
Foto 66.

#### Hooischuur

Constructie : houten frame, bekleed met stalen golfplaat.  
Schade : dakbalk gebroken (circa 5x20 cm). Dak geperforeerd.  
Foto 64, 65.

#### Schuur

Constructie : baksteen muur tot 2 m, rieten dak.  
Schade : dak ingedrukt over circa 5 m, aan explosiezijde.  
Foto 68.

#### Erf

Achter hooischuur bezaaid met brokstukken (afstand 100 tot 150 m). 2 I-balken, flensbreedte circa 120 mm, lengte circa 2 m, IPE 240 of misschien HEA 120. Lijf geplooid, zodat flenzen op circa 8 cm van elkaar zaten. Veel vuurwerk, waaronder "Bomberrakete 7, 910 klasse IV". TL-bak, brandslang en haspel, warmtewisselaar (boiler?). Dichtgeplooid stuk aluminium pijp, circa 25 cm lang, dikte 1 mm, diameter 30 a 40 mm  
Foto 63.

#### Diefdijk 13

Locatie : op 100 m, achter dijk.

#### Woonhuis

Constructie : baksteen (spouwmuren), een verdieping, pannendak op dicht houten dak.  
Schade : alle ruiten aan de dijkzijde en zijkant kapot. Ruiten achterzijde onbeschadigd, op een ruit v.e. dubbele ruit (4 mm) na. Kleine scheuren in buitenmuren. Binnenblad spouwmuur dijkzijde ontzet. Kapconstructie vrijwel intact. Dakpannen ca. 50 % eraf.

#### Schuur

Constructie : hout, pannendak op pannenlatten.  
Schade : dak ingedrukt, alle pannen eraf.

#### Stal

Constructie : houten frame, houten wanden, eternit golfplaten dak.  
Schade : geperforeerd door ca. 5 brokstukken, door dak en voorzijde. 1 brokstuk (ca. 20x20x20 cm) lag nog op het dak.

**Diefdijk 14**

**Locatie** : op 150 m, achter de dijk

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, een verdieping, rieten dak, constructie ramen, alle ramen met roe-over-spanning maten glas  $\pm 30 \times 30$  cm.

**Schade** : gevel dijkzijde alle ruiten begane grond eruit, deur er totaal uitgevlogen met stuk van de sponning. Dakkapel ruiten nog heel. Linkerzijgevel alle ruiten eruit, sommige met sponning. Deur er nog in, wel twee van de vier ruiten in de deur kapot. Achtergevel al het dubbel glas heel op de deur na waarvan de binnen ruit kapot was en de buiten ruit heel. Rechter zijgevel ruiten eruit, linker dakkapel ruiten heel, rechter dakkapel ruiten kapot. Rieten dak buitenzijde geen schade, dakconstructie volgens bewoner ontzet. Scheuren in plafonds en kleine scheur in de voorgevel.

**Schuur/stal**

**Constructie** : houten frame, houten wanden, rieten dak ligging, tussen woonhuis en explosie in.

**Schade** : een dakspant gebroken, dakconstructie ontzet.

**Diefdijk 15**

**Locatie** : op 230 m, achter de dijk

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, rieten dak (geen verdieping).

**Schade** : ruiten aan dijkzijde gebroken. Geen schade aan dakconstructie (opgave eigenaar) of muren.

**Stal**

**Constructie** : houten frame, eternit golfplaten dak.

**Schade** : ca. 50 % golfplaten ingedrukt.

**Vakantiewoning**

**Constructie** : hout, plat dak, geen verdieping.

**Schade** : constructie ontzet (opgave eigenaar). Geperforeerd door brokstuk (door ruit naar binnen en door wand naar buiten). [Ruit 57] Raam van dubbel glas aan dijkzijde (1,40 x 1,30 m) intact.

**Schuur 1**

**Constructie** : houten frame, houten wand, eternit golfplaten dak.

**Schade** : zijwand ingedrukt, dak geperforeerd.

**Schuur 2**

**Constructie** : bakstenen muren, pannendak alleen op daklatten.

**Schade** : pannen eraf, daklatten gebroken.

**Zolwijkse weg**

Enkele takken van de bomen afgebroken.

**Zolwijkseweg 1:**

Locatie: 850 - 875 m.

Geen toegang verkregen. Niemand deed open. Honden op het erf. Vanaf de weg alleen een dichtgetimmerd ruitje geconstateerd, geen verdere schade kunnen onderscheiden.

**Zolwijkseweg 4:**

Locatie : 900 - 950 m.

Ouderdom plusminus 10 jaar

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, 1 verdieping met schuin pannendak. Ramen in zolderkamers hebben directe zichtlijn met de explosie.

Alle ruiten dubbel uitgevoerd. Geen ruiten bezwaken (dubbele ruiten van plusminus 2.5 x 1.75 m, alsmede enkele kleinere ruiten). Hardhouten kozijnen zolderkamer gescheurd en bezwaken (foto 48 en 49). Enkele scheuren (mogelijk reeds bestaand) in badkamer.

**Begane grond** : luchtroosters (plastic 0.2 x 0.2 m<sup>2</sup>) van de muur gevallen. Open haard losgekomen van direct belaste gevel. Vensterbanken uit kozijnen geschoven.

**Schuur**

Scheur in direct belaste gevel (bij bestaande scheuren)

Garagedeur ontzet (kan niet meer dicht). Binnen muur los van gevel. Ruiten [ruit 53 t/m 56] (enkelglas 75 x 55 x 0.4 cm<sup>3</sup>) gebroken, twee van de vier in de gevel echter geen breuk in zijgevel (foto 53). Inwendige muur direct achter garagedeur gescheurd (foto 51), spant verschoven (foto 50).

Dak licht ingedeukt tussen eerste twee spanten.

**Open loods**

Houten spanten in voorzijde (direct belast) gescheurd (foto 52). Achterzijde loods ontzet.

Foto 48 t/m 52.

**Stokvisweg**

Takken van bomen afgebroken, bomen getroffen door brokstukken.



## Stokvisweg 7

Locatie : 650-700 m.

## Woonhuis

Constructie : baksteen (spouwmuur), een verdieping, schuin pannendak.

Schade : ruitbreuk: aan zijkant (explosiezijde) twee ruiten, aan andere zijkant een ruit.  
Pannen aan explosiezijde voor 50 % eraf. Dakconstructie intact (opgave eigenaar).  
Voorzijde woonhuis (van explosie afgekeerd):

- beneden 3 van de vier beweegbare kozijnen met ruiten ingedrukt (zie foto)
- boven enkele ruitjes kapot.

Zijkant woonhuis: identieke beweegbare kozijnen ingedrukt

Achterzijde woonhuis (kijkt tegen geitenstal aan): enkele ruiten. Bestaande scheur is uitgebreid.

Foto 45, 47.

## Stal

Constructie : eternit golfplaten dak

Schade : ca. 20 % breuk van de golfplaten. Schoorsteenconstructie ontzet.  
Foto 46.

## Geitenstal

Constructie : baksteen, eternit golfplaten schuin dak, vloering.

Schade : 30 % golfplaten aan explosiezijde bezwaken. Scheuren in muur (gedeelte onder raam ca. 1 mm naar binnen gedrukt).  
Foto 38, 39.

## Schuur

Constructie : houten frame, houten wanden, eternit golfplaten dak.

Schade : grote deuren uit sponningen gevallen.  
Opstaande betonnen funderingsrand gescheurd.

Inwendig : houten spanten gescheurd, dak ontzet.  
Foto 44.

## Stokvisweg 9

Locatie 500 m.

## Woonhuis

Constructie : baksteen, pannendak. Ramen met roe-overspanning glasmaat 30 x 30 cm.

Schade : linkerzijkant (naar explosie) b.g. ramen naar binnen gekomen boven glas heel.  
Achtergevel alle ruiten eruit, dakkapel getordeerd. Rechter zijgevel alle ruiten heel.

Voorgevel alle ruiten kapot. Dak aan de buiten zijde geen schade, binnen veel scheuren in plafonds en schoten los.

#### Honden kennel

Constructie : baksteen muur, eternit golfplaten dak

Schade : al het glas eruit. Twee brokstukken door het dak.

#### Stokvisweg 11

Locatie : 350 m.

Geen bewoners gesproken

#### Woonhuis

Constructie : baksteen, pannendak, b.g. dubbelglas in kunststof kozijnen.

Schade : voorgevel (naar explosie) [ruit 51] kapot  $\pm 180 \times 150$  cm, [ruit 52] er naast  $\pm 80 \times 150$  cm heel, enkelglas boven kapot. Linker zijkant 1 ruit kapot, rest heel, achter ruiten heel. Dak zichtbaar beschadigd, veel pannen eraf.

#### Schuur/garage

Constructie : hout, stalen garage deur.

Schade : garage deur bol.

#### Stokvisweg 12

Gezien vanaf de weg.

Locatie : achter nummer 11

#### Woonhuis

Constructie : baksteen, pannendak

Zichtbare schade : voorzijde ruiten eruit, dakkapel ruit heel. Rechterzijde b.g. ruit kapot, boven 1 ruit kapot 1 ruit heel beiden  $\pm 60 \times 100$  cm. Dak veel pannen eraf.

#### Stokvisweg 15

Locatie : op 250 m van explosiepunt.

#### Woonhuis

Constructie : bakstenen muren, een verdieping, schuin pannendak

Schade : muren ontzet (opgave eigenaar), aan buitenzijde bestaande scheuren vergroot (opgave eigenaar). Niet getroffen door brokstukken. Pannen voor 20 % van het dak.

Foto 27.

#### Schuur 1

Constructie : baksteen?, dakpannen op daklatten.

Schade : alle pannen eraf, daklatten gebroken, deuren naar buiten gevallen. Brokstuk door stalen profiel wand.

Foto 34, 35, 36, 37.

#### Schuur 2

Constructie : houten frame, muren van staalplaat met damwandprofiel, eternit golfplaten dak.

Schade : profielen ingedrukt, zowel aan explosie als achterzijde. Dak intact, op een perforatie na.

Foto 28, 29.

#### Erf

Groot betonnen brokstuk, ca. 20x20x20 cm.

Foto 30.

#### Stokvisweg 15a

Locatie : achter 15, op 175 m van explosiepunt.

#### Caravanloads

Constructie : houten frame, kalkzandsteen muren (1.50 m hoog), eternit golfplaten dak, isolerend plafond. Schade: muren ca. 1 cm ingedrukt. Dak geperforeerd door tientallen brokstukken, zowel aan explosiezijde als de andere zijde. Brokstukken: beton, rode baksteen. Dakconstructie lokaal bezwaken. Dak was niet over grote gedeelten ingedrukt.

Foto 31, 32, 33.

Foto 24 vanaf Stokvisweg. Aantal zichtbare (grote) brokstukken op het weiland achter de caravanloads: circa 0,5 stuks/m<sup>2</sup>.

#### Kerkweg 42

Locatie : op 360 m.

**Woonhuis**

**Constructie** : baksteen, begane grond plus zolder, rieten dak.

**Schade** : dak 2 maal getroffen aan achterzijde door brokstukken (circa 10x10x10 cm beton, van kanaalbetonplaat). Niet geperforeerd. Helling v/h dak ongeveer 50 graden. Lichte tussenwand ontzet. Ruitbreuk. Aan straatzijde: [ruit 9] 3 mm, 30 x 95 stuk, [ruit 10] andere heel. [ruit 11] 80 x 95 stuk, [ruit 12, 13] andere heel. Aan explosiezijde: [ruit 14] 60 x 80 enkelglas kapot, [ruit 15] 60 x 90 enkel glas kapot. Achterzijde: [ruit 16, 17] 200 x 125 kapot. Aan zijkant (luwtezijde) 1 ruit gebroken.

**Schuur**

**Constructie** : hout met eternit golfplaten dak.

**Schade** : dak geperforeerd door brokstuk (trafo van tl-balk?).

**Kerkweg 44**

**Locatie** : op 310 m.

**Woonhuis**

**Constructie** : bungalow, bakstenen muren, pannendak.

**Schade** : dakgoot geperforeerd door betonnen brokstuk. Dakbalken intact. Voordeur kapot. Constructie iets ontzet (een binnendeur sloot niet meer goed). Ruitbreuk voorzijde: [ruit 18, 19, 20, 21] 4 mm, 85x200 cm gebroken. Achterzijde: [ruit 22 t/m 26] 4 mm 100x115 cm gebroken. Serre: [ruit 27, 28] 6x6 mm, 125x200 cm intact, kunststof sandwich profiel dak intact. Bewoonster (dochter) hoorde 2 grote klappen. Bij de eerste braken ruiten, daarna vluchtte ze naar de loods, waar een tweede klap de deur eruit deed vallen.

**Loods**

**Constructie** : bakstenen muur, stalen kapframe, eternit golfplaten dak.

**Schade** : enkele golfplaten eraf. Muur aan explosiezijde (verder) gescheurd. Tl-bak half los-geraakt. Deur naar buiten gevallen.

**Kerkweg 46**

**Locatie** : op 230 m, achter dijk.

**Constructie** : moderne bungalow, baksteen spouwmuur, betonnen zoldervloer, pannendak.

**Schade** : dakconstructie intact, circa 5 m2 pannen eraf (opgave eigenaar). Geen scheuren in de muren. Deuren opengeklapt. Ruitbreuk. Begane grond. Voorzijde: [ruit 29, 30, 31] 4x4 mm, 1,0x1,15 m, waarvan 2 gebroken en 1 heel. Naast deur [ruit 32] 4x4 mm, 85x125 cm, intact. Achterzijde: [ruit 33] 6x6 mm, 190x170 cm, gebroken. [ruit 34 t/m 37] circa 4x4 mm, 70x125 cm, intact. Zolderverdieping: dijkzijde, [ruit 38] 4 mm, 100x120 cm gebroken, scherven in gipsstenen muur.

**Erf**

Brokstuk van kanaalplaat, circa 2 m lang wapeningsstaal met 3 brokken beton van ongeveer 30x20x15 cm.

**Kerkweg 47**

Locatie : op 400 m.

**Woonhuis**

Constructie : baksteen, een verdieping, zolder, schuin pannendak.

Schade : ruitbreuk, enkele pannen scheef. Explosiezijde: [ruit 1] 4x4 mm, 215 x 140 cm juist gebroken (geen snelle scherven). [ruit 2] 56 x 70 cm gebroken, [ruit 3 t/m 6] 56 x 100, 1 gebroken, 3 andere heel. Straatkant: [ruit 7] dubbele ruit 4x4 mm, 175 x 185 cm heel. Van een zelfde ruit [ruit 8] aan de andere kant was de binnenste ruit gebroken.

## BIJLAGE 2 BROKSTUKAFSTAND EN -VERDELING

## 10.2.e

In de onmiddellijke omgeving van het explosiecentrum zijn een aantal sectoren uitgezet. Iedere sector is door de recherche met behulp van een groot aantal politie- en BOD mensen afgezocht op mogelijk bewijsmateriaal. Daarbij zijn tevens de brokstukken met een gewicht groter dan ongeveer 0.5 kg verzameld en gewogen. Een overzicht van de gevonden hoeveelheden wordt gegeven in tabel 2-1.

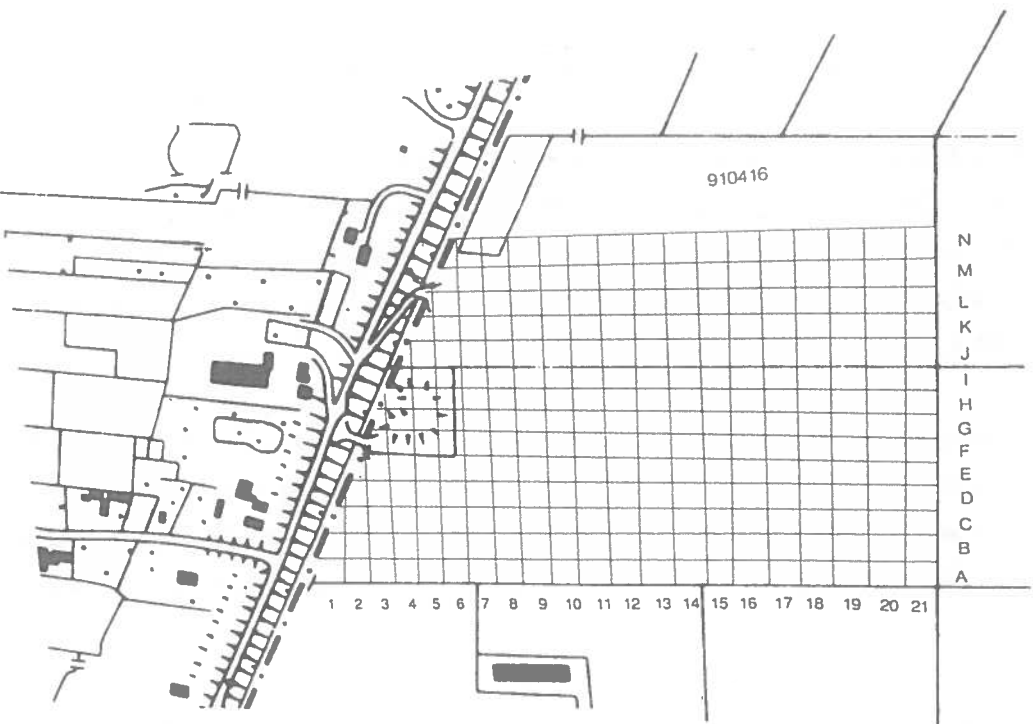
De indeling in sectoren is weergegeven in figuur 2-1.

Duidelijk onderscheidbaar is dat op de loodlijnen van de wanden van het opslaggebouw de grootste concentratie van brokstukken optreedt.

Een aantal sectoren bestrijken het fabrieksterrein. Deze zijn in deze analyse niet meegenomen. Ook enkele sectoren ten noorden van de fabriek niet, gezien het zeer grote aantal kleine brokstukken.

Tabel 2-1 Totaalgewicht van de per sector verzamelde brokstukken

| SECTOR<br>NUMMER: | SECTOREN: N: |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TOTAAL<br>VAN<br>ALLE<br>SECTOREN |
|-------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
|                   | A            | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    | J    | K    | L    | M    | N    |                                   |
| TRAM              | vink         | vink | vink | vink | nekk | nekk | nekk | nekk | nekk | warn | warn | warn | warn | warn |                                   |
| 1                 | 143          | 0    | 43   | 183  | 215  | 175  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | A 1415,5                          |
| 2                 | 147          | 165  | 175  | 104  | 45   | 177  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | B 1797,5                          |
| 3                 | 70           | 146  | 158  | 238  | 99   | 1220 | 0    | 0    | 0    | 0    | 16   | 0    | 0    | 0    | C 1882,5                          |
| 4                 | 57           | 302  | 172  | 70   | 0    | 1550 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | D 2036,5                          |
| 5                 | 48           | 175  | 239  | 230  | 995  | 1816 | 0    | 0    | 0    | 243  | 0    | 14   | 0    | 0    | E 2417                            |
| 6                 | 199          | 321  | 393  | 475  | 543  | 674  | 0    | 0    | 0    | 83   | 80   | 48   | 51   | 47   | F 6879,5                          |
| 7                 | 28           | 119  | 125  | 144  | 0    | 124  | 129  | 0    | 0    | 165  | 21   | 27   | 68   | 14   | G 1369,5                          |
| 8                 | 99           | 78   | 94,5 | 118  | 87   | 94   | 66   | 80   | 82   | 102  | 20   | 23   | 62   | 0    | H 1088,5                          |
| 9                 | 150          | 113  | 116  | 92   | 44   | 46   | 19   | 121  | 87   | 175  | 212  | 64   | 25   | 0    | I 1287                            |
| 10                | 93           | 54   | 47   | 24,5 | 61   | 50   | 50   | 61   | 95   | 63   | 74   | 145  | 74   | 0    | J 1423,5                          |
| 11                | 66           | 36,5 | 51   | 82,5 | 55   | 55   | 0    | 105  | 58   | 88   | 65   | 54   | 41   | 0    | K 863,5                           |
| 12                | 39           | 25   | 26   | 33   | 20   | 72   | 113  | 109  | 164  | 0    | 35   | 84   | 27   | 0    | L 788                             |
| 13                | 38           | 17   | 17   | 42,5 | 0    | 58   | 249  | 148  | 133  | 104  | 55   | 42   | 16   | 13   | M 556                             |
| 14                | 25,5         | 9    | 20   | 27   | 31   | 0    | 205  | 149  | 100  | 125  | 25,5 | 23   | 17   | 0    | N 84                              |
| 15                | 17           | 29,5 | 7    | 22   | 113  | 621  | 120  | 177  | 85   | 40   | 38   | 14   | 20   | 0    |                                   |
| 16                | 31           | 22   | 39   | 25   | 14   | 13   | 144  | 19   | 87   | 44   | 42   | 151  | 30   | 10   |                                   |
| 17                | 33           | 42   | 41,5 | 45   | 33,5 | 71   | 29   | 34   | 324  | 31   | 20   | 26   | 34   | 0    |                                   |
| 18                | 24           | 7    | 26   | 12   | 10,5 | 39   | 7,5  | 8    | 14   | 43,5 | 51   | 36   | 60   | 0    |                                   |
| 19                | 21,5         | 36   | 25   | 31   | 15   | 12   | 77   | 35   | 20   | 81   | 40   | 17   | 22   | 0    |                                   |
| 20                | 49,5         | 38   | 32   | 17,5 | 20   | 11,5 | 40   | 34,5 | 20,5 | 32   | 14   | 12   | 0    | 0    |                                   |
| 21                | 37           | 62,5 | 35,5 | 20,5 | 16   | 1    | 121  | 8    | 17,5 | 4    | 55   | 8    | 9    | 0    | TOTAAL                            |
| Totaal sector     | 1415         | 1797 | 1882 | 2036 | 2417 | 6879 | 1369 | 1088 | 1287 | 1423 | 863, | 788  | 556  | 84   | =23488,50 KG                      |



Figuur 2-1 Sectorindeling

Buiten de sectoren is slechts globaal onderzocht waar de brokstukken terecht zijn gekomen om daarmee een totaalindruk te krijgen. Daarbij bleek dat brokstukken en gebouwonderdelen voornamelijk in oostelijke richting werden weggeworpen.

De teruggevonden brokstukken en gebouwonderdelen bestonden voornamelijk uit drie types:

- rode bakstenen, in stukken, enkele stenen en soms meerdere stenen samen, waarschijnlijk afkomstig van de buitenmuren van de het opslaggebouw;
- stukken beton en kalkzandsteen met als typische afmeting  $0.2 \times 0.2 \times 0.2 \text{ m}^3$  en gewicht van 10 à 20 kg (foto 30), waarschijnlijk zijn deze delen afkomstig van respectievelijk de vloer en de wanden van de opslagbunkers;
- een aantal stukken stalen profielen en strippen al of niet met verbindingsmiddelen.

In zuidelijke richting werden tot een afstand van 350 m brokstukken teruggevonden. Op die afstand lagen ze 75 à 100 m uit elkaar verspreid. Vernomen werd dat op de snelweg A2, die op minimaal 550 afstand ligt, ook brokstukken zijn gevonden. Zelf hebben we niets kunnen vinden.

Eenzelfde beeld gaf het gebied in noordelijke richting te zien. Aanvullend werden echter ook twee stukken stalen onderdelen gevonden.

In oostelijke richting werden tot op grote afstand stukken teruggevonden. Binnen een afstand van 300 à 550 m bedroeg de onderlinge afstand van de brokstukken ongeveer 50 m.

Een aantal stukken stalen profielen en strippen al of niet met verbindingsmiddelen werd teruggevonden binnen een afstand van 300 tot 550 m. Een stuk profiel werd zelfs op 650m afstand gevonden.

Een overzicht van het type profiel en de plaats waar deze zijn teruggevonden wordt gegeven in tabel 2-2 en figuur 2-2.



Tabel 2-2 Locatie en type profiel

| Locatie | Omschrijving  |
|---------|---|
| 1       | profiel IPE 180, lengte 4 m (foto 56 en 57)<br>inclusief twee stukken beton   |
| 2       | kokerprofiel afm. $5.5 \times 5.5 \text{ cm}^2$ , lengte 3m (foto 61, 62)   |
| 3       | stalen pijp, lengte 0.5 m (foto 58)   |
|         | profiel IPE 160, lengte 3.5 m   |
| 5       | kokerprofiel als 2  |
| 8       | IPE 180, 4m   |
| 9       | IPE 180, 4m   |
| 10      | koker 3m met strip $8 \times 0.5 \text{ cm}^2$  |
| 11      | als 10  |
| 12      | strip $8 \times 0.5 \text{ cm}^2$ , lengte 1.5 m  |
| 13      | IPE 180, lengte 4m  |
| 14      | stuk strip  |
| 15      | cylinder met Russische opschrift, lengte 0.88m<br>diameter 0.32m en wanddikte 7 mm<br>strip met opgelaste pijpen  |
| 16      | IPE 160 met op vier plaatsen aan beide zijden van de<br>flens opgeschroefde ronde pijpen van 0.75m lengte   |
| 17      | stuk strip  |
| 18      | IPE 180, 4m   |
| 19      | stuk kokerprofiel, 2m   |
| 20      | door bezoeker Zolwijkseweg 4 aangereikt: plastic zak<br>met opschrift:<br>KIK<br>Kanmik Yugoslavien<br>Kanmik Fuerwerkpulver<br>BAM-PS_065<br>Gew 2,5 kg      H.K. 1,65 - 2,5 mm<br>Karton nr      568 1990 |



Figuur 2-2 Locatie van de stalen onderdelen

De stalen profielen zijn onder te verdelen in vier groepen:

- PE 180;
- IPE 160;
- koker  $5.5 \times 5.5 \text{ cm}^2$ ;
- strip  $8.0 \times 0.5 \text{ cm}^2$ .

Op de bestektekeningen zijn deze stalen onderdelen echter niet teruggevonden. De stalen onderdelen van het opslaggebouw bestond volgens tekening uit IPE 220 spanten waarover houten gordingen en met een windverband van staven doorsnede 13 mm. De stalen kolommen waren uitgevoerd in HE 120A.

Op een later verkregen tekening blijkt dat het gebouw enigzins anders was uitgevoerd dan op de bestektekening stond aangegeven.

De dakprofielen in deze tekening zijn aangegeven als IPE 180 met daarin een windverband van strippen  $8 \times 3 \text{ cm}^2$  en kokers  $6 \times 6 \text{ cm}^2$ . Dit is in overeenstemming met de teruggevonden onderdelen.

### BIJLAGE 3 SCHATTING VAN DE STERKTE VAN DE EXPLOSIE AAN DE HAND VAN OPGETREDEN RUITBREUK.

#### 10.2.e

De hoeveelheid vrijgekomen energie tijdens de explosie is te schatten door aan de hand van de opgetreden schade de druk van de schokgolf te schatten.

De meest nauwkeurige indicator hiervoor is ruitbreuk. De procedure is in theorie eenvoudig. Van alle ruiten wordt de theoretische bezwijkdruk berekend. De opgetreden schokdruk moet dan liggen tussen de bezwijkdruk van de ruiten die kapot zijn gegaan en de bezwijkdruk van de ruiten die heel gebleven zijn.

In de praktijk is het wat ingewikkelder. Om te beginnen is de schokdruk niet overal hetzelfde. Hij wordt beïnvloed door obstakels, en zal aan de voorkant van een gebouw hoger zijn dan aan de achterkant. Verder vertoont de sterkte van ruiten een grote spreiding en is de formule waarmee de bezwijkdruk van ruiten berekend wordt afgeleid voor nieuwe ruiten, die sterker zijn dan oude ruiten. Dit leidt ertoe dat uiteindelijk alleen een oordeel over de orde van grootte van de explosie kan worden uitgesproken.

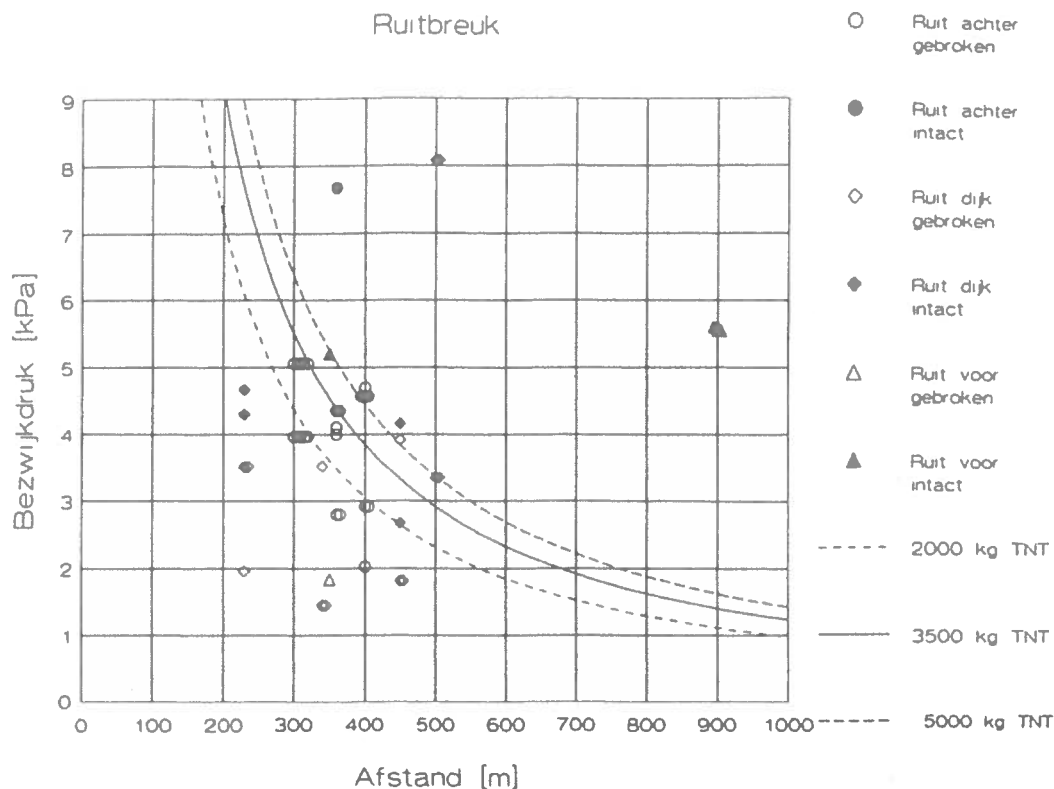
De berekende bezwijkdrukken van de ruiten staan in tabel 3-1. In kolom 1 staat het nummer van de ruit, wat verwijst naar bijlage 1. In kolom 2 staat de afstand tot de bron van de explosie, terwijl in kolom 3 de berekende statische bezwijkdruk staat. Deze druk is berekend met het programma "GLASS", volgens de methode beschreven in [1]. In kolom 4 staat een schokdruk die hetzelfde effect heeft. Deze druk is berekend door er vanuit te gaan dat de schokgolf driehoekig is, met een positieve faseduur van 75 ms. In kolom 5 is het effect van reflecties in rekening gebracht, wat de uiteindelijk berekende bezwijkdruk oplevert. In kolom 6 staat of de ruit al dan niet bezweken is. 1 betekent gebroken, 0 betekent intact.

Tabel 3-1 Bezwijkdruk van ruiten

| Ruit | r<br>[m] | ft(50)<br>[kPa] | ft,dyn<br>[kPa] | Ps(50)<br>[kPa] | Breuk |
|------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1    | 400      | 5               | 4.04            | 2.02            | 1     |
| 2    | 400      | 17.6            | 9.4             | 4.7             | 1     |
| 3    | 400      | 16.5            | 9.14            | 4.57            | 1     |
| 4    | 400      | 16.5            | 9.14            | 4.57            | 0     |
| 5    | 400      | 16.5            | 9.14            | 4.57            | 0     |
| 6    | 400      | 16.5            | 9.14            | 4.57            | 0     |
| 7    | 400      | 3.17            | 2.92            | 2.92            | 1     |
| 8    | 400      | 3.17            | 2.92            | 2.92            | 1     |
| 9    | 360      | 14.8            | 7.68            | 7.68            | 1     |
| 10   | 360      | 14.8            | 7.68            | 7.68            | 0     |
| 11   | 360      | 7.66            | 4.36            | 4.36            | 1     |
| 12   | 360      | 7.66            | 4.36            | 4.36            | 0     |
| 13   | 360      | 7.66            | 4.36            | 4.36            | 0     |
| 14   | 360      | 14.8            | 8.22            | 4.11            | 1     |
| 15   | 360      | 14.5            | 8               | 4               | 1     |
| 16   | 360      | 3.68            | 2.8             | 2.8             | 1     |
| 17   | 360      | 3.68            | 2.8             | 2.8             | 1     |
| 18   | 310      | 8.53            | 5.06            | 5.06            | 1     |
| 18   | 310      | 8.53            | 5.06            | 5.06            | 1     |
| 19   | 310      | 8.53            | 5.06            | 5.06            | 1     |
| 20   | 310      | 8.53            | 5.06            | 5.06            | 1     |
| 21   | 310      | 8.53            | 5.06            | 5.06            | 1     |
| 22   | 310      | 6.62            | 3.97            | 3.97            | 1     |
| 23   | 310      | 6.62            | 3.97            | 3.97            | 1     |
| 24   | 310      | 6.62            | 3.97            | 3.97            | 1     |
| 25   | 310      | 6.62            | 3.97            | 3.97            | 1     |
| 26   | 310      | 6.62            | 3.97            | 3.97            | 1     |
| 29   | 230      | 11.7            | 7.01            | 3.51            | 1     |
| 30   | 230      | 11.7            | 7.01            | 3.51            | 1     |
| 31   | 230      | 11.7            | 7.01            | 3.51            | 0     |
| 32   | 230      | 16.4            | 9.35            | 4.67            | 0     |

| Ruit | r<br>[m] | ft(50)<br>[kPa] | ft,dyn<br>[kPa] | Ps(50)<br>[kPa] | Breuk |
|------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 38   | 230      | 6.57            | 3.92            | 1.96            | 1     |
| 39   | 500      | 5.43            | 3.35            | 3.35            | 1     |
| 40   | 500      | 5.43            | 3.35            | 3.35            | 1     |
| 41   | 500      | 15.3            | 8.08            | 8.08            | 0     |
| 42   | 500      | 15.3            | 8.08            | 8.08            | 0     |
| 43   | 450      | 5.73            | 3.62            | 1.81            | 1     |
| 44   | 450      | 5.73            | 3.62            | 1.81            | 1     |
| 45   | 450      | 16.1            | 8.33            | 4.16            | 0     |
| 46   | 450      | 8.21            | 5.33            | 2.67            | 0     |
| 47   | 450      | 6.85            | 3.92            | 3.92            | 1     |
| 48   | 340      | 11.9            | 7.03            | 3.52            | 1     |
| 49   | 340      | 4.45            | 2.89            | 1.45            | 1     |
| 50   | 340      | 4.45            | 2.89            | 1.45            | 1     |
| 51   | 350      | 4.45            | 3.65            | 1.83            | 1     |
| 52   | 350      | 18.1            | 10.3            | 5.2             | 0     |
| 53   | 900      | 20.7            | 11.2            | 5.6             | 1     |
| 54   | 900      | 20.7            | 11.2            | 5.6             | 1     |
| 55   | 900      | 20.7            | 11.2            | 5.6             | 0     |
| 56   | 900      | 20.7            | 11.2            | 5.6             | 0     |
| 57   | 230      | 6.36            | 4.3             | 4.3             | 0     |

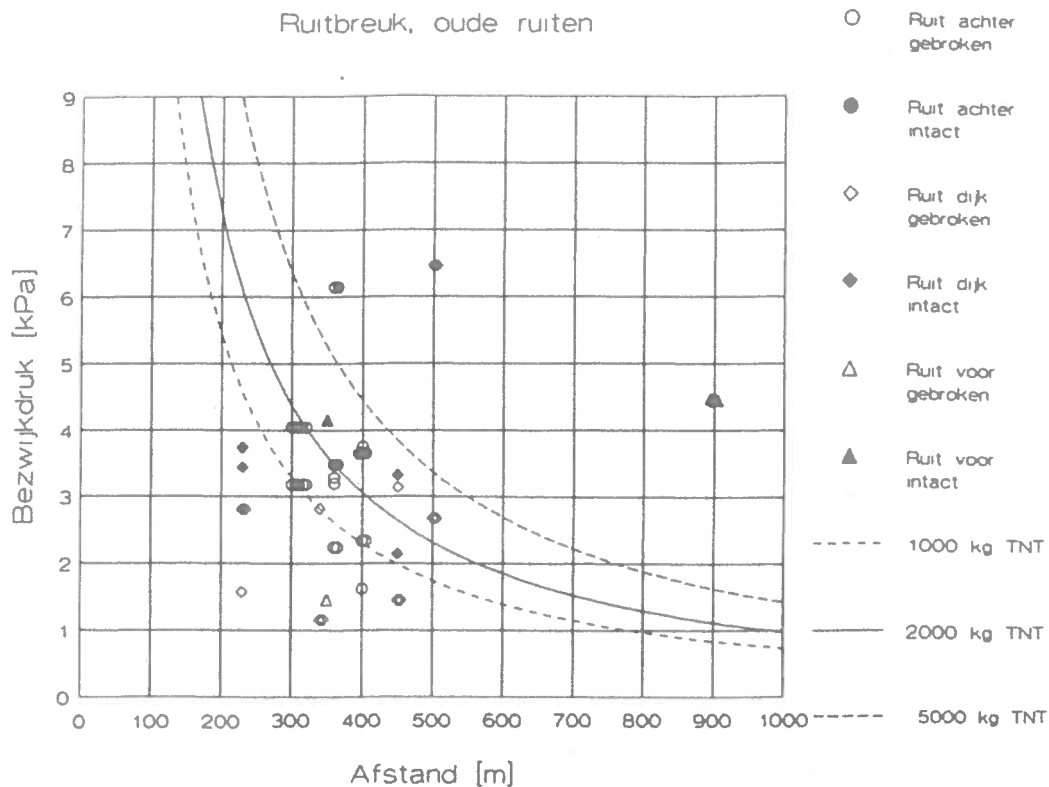
De resultaten uit de tabel 3-1 zijn weergegeven in figuur 3-1. Hierbij is tevens onderscheid gemaakt naar 3 categorieën ruiten: ruiten in huizen die aan de voorkant van de vuurwerkbunkers lagen (dus aan de Stokvisweg en de Zolwijkseweg), ruiten in huizen die aan de achterkant van de vuurwerkbunkers lagen, en ruiten in huizen die vlak achter de dijk lagen. De reden hiervoor is dat de schokgolf wellicht gericht was, dus aan de voorkant sterker dan aan de achterkant. Verder kan de dijk de sterkte van de schokgolf beïnvloeden.



Figuur 3-1 Ruitbreuk

Door een curve met de theoretisch verwachte druk van een TNT explosie door de gevonden punten te leggen kan uiteindelijk de sterkte van de explosie in kg TNT geschat worden. Door de grote spreiding van de punten kan dit niet op een eenduidige wijze gebeuren, maar het lijkt de sterkte van de explosie tussen 2000 en 5000 kg TNT lag, met 3500 kg TNT als de curve die het best bij de data past.

Dit is een erg grote hoeveelheid. Dit komt wellicht omdat de formule voor de bezwijkdruk van de ruiten uitgaat van nieuwe ruiten. Norville en Minor [2] vonden, gebaseerd op ruim 130 beproefde ruiten, dat de sterkte van ruiten in 10 jaar afneemt tot ongeveer 80 % van de door ons berekende sterkte. Als we de data hiermee aanpassen komen we op figuur 3-2. Hieruit kan een explosiesterkte van 2000 kg TNT afgeleid worden.



Figuur 3-2 Ruitbreuk, oude ruiten

De uiteindelijke conclusie is dat de beste schatting van de sterkte van de explosie 2000 kg TNT is. De onzekerheid is groot: 1000 kg TNT en 5000 kg TNT is ook mogelijk.

Nota bene.

Tot in de verre omtrek zijn ruiten gesneuveld. Dit lijkt op het eerste gezicht vreemd, maar kan verklaard worden door te bedenken dat de sterkte van ruiten sterk varieert. Stel dat bij een schokgolfdruk van 2,0 kPa 50 % ruitbreuk optreedt. Dan zal bij een druk van 0,77 kPa nog 0,1 % ruitbreuk optreden. Dat zijn dus ruiten waar nog geen zichtbare barsten inzaten! Het is dus goed verklaarbaar dat in het centrum van Culemborg nog enkele ruiten sneuvelden.



## REFERENTIES

- 1    Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen  
     Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen door het vrijkomen  
     van gevaarlijke stoffen  
     Directoraat-Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1990.
  
- 2    Norville, H.S., Minor, J.E.  
     Glass Failure Prediction for Arnold Engineering Development Center  
     AEDC, AEDC-TR-87-32, Arnold AFB, TN, 1987

## BIJLAGE 4 FACTOREN VAN INVLOED OP EEN BOLVORMIGE SCHOKGOLFUITBREIDING.

### 10.2.e

#### 4.1 Inleiding

In bijlage 3 worden een tweetal figuren gegeven op basis waarvan de explosiesterkte is bepaald. In de figuren zijn punten aangegeven behorende bij al dan niet bezwaken ruiten. De bijbehorende druk is de druk in de schokgolf die ter plekke de ruit zouden doen bezwijken. De grenslijn tussen de gebroken en niet gebroken ruiten zou het verloop van de opgetreden druk als functie van de afstand opleveren. Voor een vrije halfbolvormige uitbreiding van de schokgolf rondom een explosie is de druk als functie van de afstand en de hoeveelheid explosieve stof bekend.

Door de grenslijn zo goed mogelijk aan een dergelijke functie te relateren is de explosiesterkte af te schatten.

In realiteit treedt alleen onder ideale omstandigheden een halfbolvormige schokgolfuitbreiding op. Ombouwning van de bron, terreinoneffenheden, obstakels en een niet homogene atmosfeer beïnvloeden de ideale uitbreiding.

In deze bijlage wordt kort op deze invloeden ingegaan.

#### 4.2 Invloed van het opslaggebouw.

In het algemeen beïnvloedt de constructie waarbinnen een explosie plaatsvindt de naar buiten tredende effecten. Indien een zwakke wand aanwezig is wordt de druk daardoor ontlast. De rest van de constructie kan zo sterk zijn dat de gereduceerde druk kan worden opgenomen. Hierdoor ontstaan zeer sterke richtingseffecten.

Zelfs indien de rest van de constructie alsnog bezwijkt is er sprake van richtingseffecten.

Het effect is dan dat de isobaren rondom de bron geen zuivere cirkels meer zijn maar uitstulpingen vertonen in een richting loodrecht op de zwakke wand.

Een groot aantal experimenten zijn internationaal uitgevoerd om op ware grootte en op schaal de drukverdeling rondom explosievenopslag te bepalen. Door PML-TNO zijn de gegevens ervan gebruikt om een model af te leiden op basis waarvan berekeningen kunnen worden uitgevoerd.

Uit de experimenten en ook uit het model blijkt dat het richtingseffect voornamelijk in de onmiddellijke nabijheid van de bron een rol speelt. Het blijkt dat op een afstand van ongeveer  $20 \times W^{1/3}$  ( $W$ : kg springstof) de verschillen zijn vereffend en er nauwelijks nog een richtingseffect aanwezig is. Bij de situatie in Culemborg waarbij de wand in oostelijke richting een zwakke wand vormde gezien de aanwezige deuren en omdat aan die zijde van het gebouw de opslag was gesitueerd zal ook een richtingseffect zijn opgetreden. Echter indien wordt uitgegaan van enige tonnen explosieve stof, wordt verwacht dat de invloed van de constructie op een afstand van 200 m niet meer merkbaar was.

#### 4.3 Invloed van de dijk, al dan niet in combinatie met reflectie tegen bewolking

In het algemeen zal een obstakel de schokgolfvoortplanting beïnvloeden. Net als bij wind ontstaan achter de obstakels luwtezones. Bekend is dat de beïnvloedde zone achter dijklichamen ongeveer een grootte hebben van drie à vijf maal de hoogte van de dijk. Op een grotere afstand achter de dijk is geen invloed meer merkbaar.

De dijk manifesteert zich doordat een gedeelte van de schokgolf tegen de dijk weerkaatst, omhoog bij een dijkhelling van 45 graden of terug bij een helling van 90 graden. Het gedeelte van de schokgolf dat boven de dijk uitkomt, loopt over de dijk heen en expandeert achter de dijk met een plaatselijke drukafname tot gevolg.

De Diefdijk in Culemborg heeft een hoogte van 5.80 m ten opzichte van het omringende maaiveld. De afstand van de explosiebron tot de dijk bedroeg ongeveer 50 m. Dus de hoogte van de schokgolf ter plaatse van de dijk bedroeg eveneens 50 m. Hieruit volgt dat slechts een gering gedeelte van de schokgolf door de dijk werd gereflecteerd.

Het gereflecteerde gedeelte zal omhoog zijn gestuurd en kan door hogere luchtlagen wederom naar beneden worden teruggekaatst. Het moet echter worden gerealiseerd dat tijdens het omhoog en weer terugbewegen er ook weer een bolvormige uitbreiding van de schokgolf ontstaat, waardoor de geometrische demping de druk in de golf sterk doet afnemen. De afstand omhoog en weer terug moet eigenlijk horizontaal worden uitgezet om de invloed te kunnen vergelijken met de ongestoorde uitbreiding.

Op basis van het bovenstaande wordt gesteld dat het effect van een door hogere luchtlagen gereflecteerde golf minimaal zal zijn en dat de aanwezigheid van de dijk de direct erachter gelegen bebouwing heeft behoud voor waarschijnlijk zeer grote schade.

#### 4.4 Meervoudige explosies

Omdat er in Culemborg mogelijk sprake was van twee explosies wordt er hier kort op het effect ingegaan.

Veel is er niet bekend over de invloed van meervoudige explosies op de mate van schade. Wel is bekend dat het effect van een grote explosie groter is dan de schade van een aantal explosies met een totaal gelijke explosieve kracht. Verwacht wordt daarom dat bij een meervoudige explosie de schade wordt bepaald door de sterkste explosie.

Onder een meervoudige explosie wordt verstaan dat de achtereenvolgende explosies te onderscheiden zijn in tijd en plaats. Een tijdsverschil van enkele milliseconden zal op enige afstand van de bron niet meer te onderscheiden zijn omdat de effecten van de tweede explosie die van de eerste inhalen. Het tijdsverschil zal minimaal in de orde van een/tiende seconde dienen te liggen om onderscheidbaar te zijn. Voor de mate van schade zal het verschil in de orde van een seconde dienen te liggen gezien de reactietijd van constructies.

## BIJLAGE 5 INVLOED VAN DE ATMOSFEER OP DE UITBREIDING VAN DRUKGOLVEN

### 10.2.e

In een homogene atmosfeer zal de schokgolf, die door een explosie wordt veroorzaakt, zich bolvormig rond het explosie centrum uitbreiden. Vaak zal het schadepatroon bij een explosie echter een richtingsafhankelijkheid vertonen, omdat er in de atmosfeer lokale variaties optreden in de temperatuur, de luchtvochtigheid, de luchtdruk en de windsnelheid. Op grote afstand van het explosie centrum (typisch 1 tot 10 km) worden dan gebieden afgeschermd van de schokgolf, of er treedt juist focussing op. Bij focussing neemt de overdruk ter plaatse sterk toe; in ongunstige gevallen is een verviervoudiging waargenomen. Schade kan optreden in de vorm van ruitbreuk, scheuren in muren en lostrillende voorwerpen.

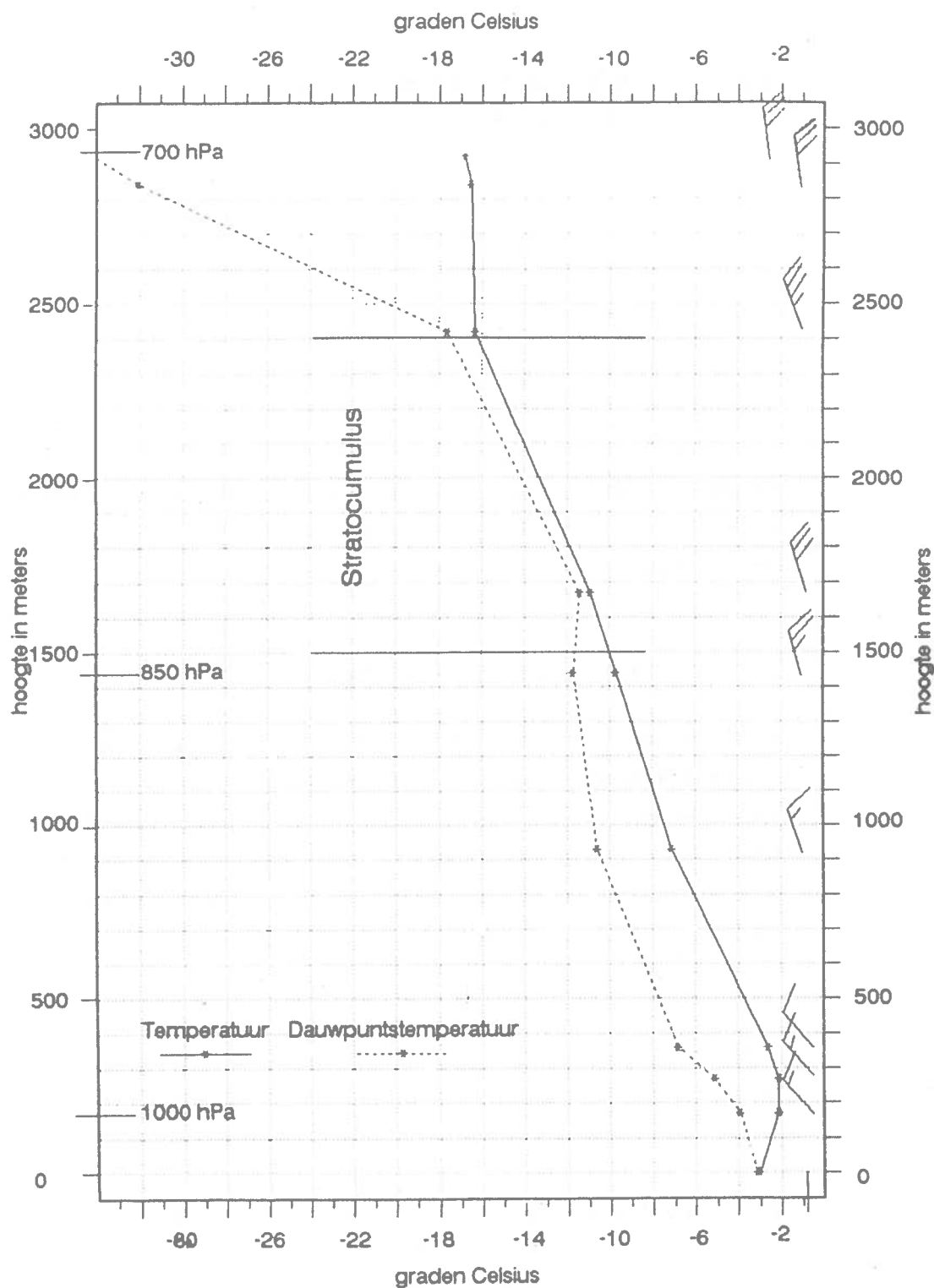
Om deze reden moet bij het inschatten van explosieschade rekening worden gehouden met de weersomstandigheden. Focussing is afhankelijk van de windsnelheid en de temperatuurgradiënt in de atmosfeer. Daarnaast kan laaghangende bewolking een rol spelen.

- 1 De windsnelheid is veel kleiner dan de snelheid van de schokgolf en verandert dus de grootte van golfsnelheid nauwelijks. De richting van de schokgolf wordt wel sterk beïnvloed; in de windrichting wordt de golf teruggebogen naar het aardoppervlak. Bij de terugbuiging zal de schokgolf aan het aardoppervlak reflecteren. Dit proces van terugbuiging en reflectie kan zich een aantal maal herhalen.
- 2 De richting van de schokgolf wordt ook gewijzigd door het temperatuurverloop tot op enkele kilometers hoogte in de atmosfeer. Bij het optreden van een zogenaamde inversie neemt de temperatuur in de hogere luchtlagen toe, waardoor afbuiging naar het aardoppervlak optreedt. Grillig verlopende temperatuurgradiënten kunnen geluidkanalen vormen, waarin de golf zich over een grote afstand voortplant met een geringe verzwakking.
- 3 Er is weinig bekend over de invloed van bewolking. De schokgolf zal zich in de bewolking uitbreiden en hierbij sterk worden gedempt. Gedeeltelijk wordt de schok ook door de waterdamp teruggekaatst naar het aardoppervlak.

Op verzoek van het PML heeft het KNMI uit metingen met een radiosonde een aantal gegevens afgeleid over de meteorologische omstandigheden op 14 februari j.l. omstreeks 12.00 uur in

windsnelheid (vaantjes) zien tot op een hoogte van 3000 m. Uit de gegevens kunnen de volgende conclusies worden getrokken over de invloed van de weersomstandigheden:

- 1 De windrichting was vanaf 100 m hoogte ongeveer NWN. De schokgolf in de richting van Culemborg werd hierdoor nauwelijks beïnvloed, maar wel werd Everdingen afgeschermd. Om de mate van afscherming te bepalen moet de baan worden berekend, die de schokgolf heeft afgelegd. Zo een berekening valt echter buiten het bereik van dit rapport.
- 2 Uit figuur 5-1 blijkt, dat er geen temperatuur-inversie optrad in de eerste 3000 m.
- 3 De hemel was voor ongeveer 3/4 gedeelte bedekt met Stratocumulus bewolking. Deze bewolking hing op een hoogte van ongeveer 1500 m. De schokgolf, die aan de bewolking reflecteerde, moest minimaal 3000 m afleggen om het aardoppervlak weer te bereiken. Bij een afgelegde weg ter grootte  $R$  neemt de druk van de golf ruwweg af als  $1/R$ . Tot op 1000 m afstand van de explosie was de door de bewolking gereflecteerde schok dus veel zwakker dan de primaire schok, zodat de reflectie in de schade-analyse kan worden verwaarloosd. Wel is het mogelijk, dat de bewolking op grotere afstand invloed heeft gehad op het drukniveau.



Figuur 5-1 De temperatuur, de dauwpuntstemperatuur en de windrichting (vaantjes) als functie van de hoogte. Ook zijn de atmosferische druk en de bewolkingslaag aangegeven.

## BIJLAGE 6 VERGELIJKING BROKSTUKAFSTAND EN -VERDELING MET EXPERIMENTEN

### 10.2.e

#### 6.1 Inleiding

In bijlage 3 is getracht om op basis van ruitbreuk een schatting te maken van de explosiesterkte. Om de explosiesterkte ook nog op en andere manier te kunnen schatten is gezocht naar experimentele gegevens waarmee de geconstateerde brokstukafstand en -verdeling kan worden vergeleken.

Het blijkt dat er slechts weinig gegevens voorhanden zijn van goed gedefinieerde experimenten. Veelal zijn gegevens bekend van ongelukken waarbij de explosiesterkte ook moest worden geschat.

Een uitzondering vormen de zogenaamde Joint Australian/UK Stack Fragmentation Trials (Fase 3 van het onderzoek is gerapporteerd in: Minutes of the 23 Explosives Safety Seminar of the US Department of Defense Explosives Safety Board. Atlanta, Georgia, August 1988. pp 709-730).

#### 6.2 Joint Australian/UK Stack Fragmentation Trials

In een gezamenlijk researchprogramma zijn door Australië en Engeland grootschalige experimenten uitgevoerd om de effecten te kunnen bepalen van hoeveelheden explosieven kleiner dan 6000 kg die opgeslagen liggen in, voor Engeland en Australië, typische opslaggebouwen van metselwerk en beton. Tevens was een van de doelen om het brokstuk criterium te verifiëren dat veelal wordt gehanteerd bij veiligheidsafstanden rondom de opslag van explosieve stoffen.

Dit criterium bepaald dat per  $56 \text{ m}^2$  grondoppervlak één brokstuk met een kinetische energie van 79 J acceptabel is (geconverteerd van niet-SI eenheden).

Ongeveer 15 experimenten zijn uitgevoerd. In het kader van dit onderzoek zijn van belang de drie experimenten in bakstenen gebouwen met een betonnen afdekplaat. De hoeveelheid explosieve stof bedroeg respectievelijk 500, 1800 en 5600 kg TNT equivalent.

De gebouwen bestonden uit gemetselde spouwmuren met een binnenspouwblad van 230 mm een spouw van 50 mm en een buitenspouwblad van 115 mm. Het dak was een gewapend betonnen plaat van 150 mm. Ook de vloer was van gewapend beton. Onduidelijk is of de deuropening van  $1.4 \times 2 \text{ m}^2$  open of gesloten was. De gebouwen waren op staal gefundeerd.



De interne afmetingen varieerden:

- 500 kg:  $4.3 \times 4.3 \text{ m}^2$
- 1800 kg:  $6.0 \times 6.0 \text{ m}^2$
- 5600 kg:  $9.0 \times 4.5 \text{ m}^2$

De interne hoogte bedroeg in alle gevallen 2.5 m.

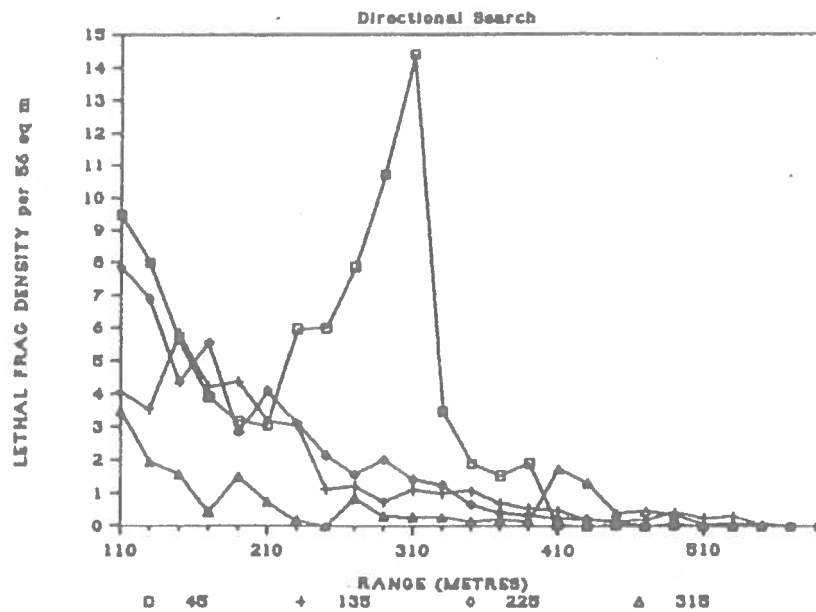
Een voor een goede vergelijking complicerende factor is dat de gebouwen gedeeltelijk omringd waren door een grondwal. Echter de voorzijde met de deur en een zijkant waren vrij.

De resultaten van de experimenten zijn gepresenteerd in grafieken waarbij het aantal gevaarlijke fragmenten per  $56 \text{ m}^2$  op een tweetal manieren zijn uitgezet:

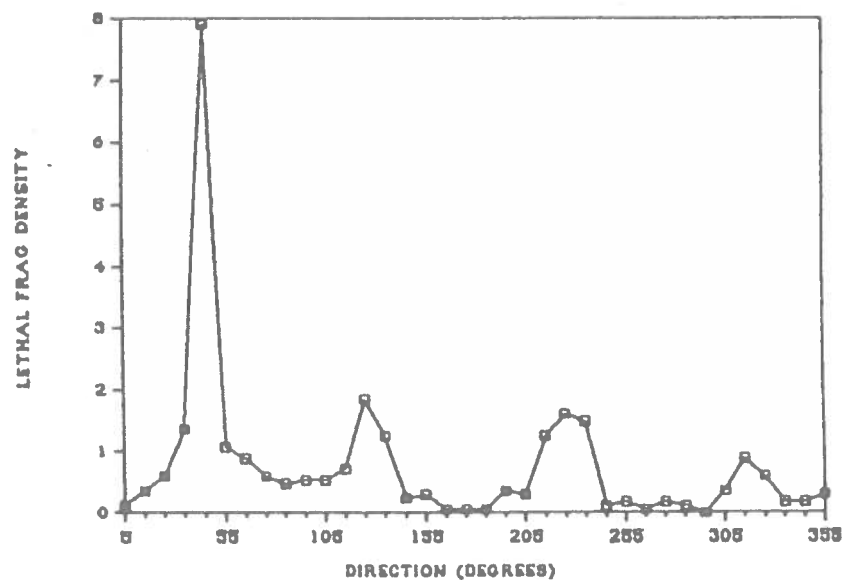
- als een functie van de afstand voor verschillende richtingen
- als een functie van de richtingshoek op een bepaalde afstand.

Figuur 6-1 geeft een voorbeeld van de 1800 kg proef. De hoek behorende bij de loodlijn op de voorgevel bedroeg 45 graden.

# **TRIAL 9 BRICK WALLS CONCRETE ROOF**



# **TRIAL 9 RANGE 270 METRES**



**Figuur 6-1** Aantal gevaarlijke fragmenten per 56 m<sup>2</sup> voor de 1800 kg proef.  
 A : loodrecht op de vier zijden van het gebouw  
 B : op een afstand van 270 m

Duidelijk blijkt uit figuur 6-1B het opgetreden richtingseffect wat betreft de brokstukverdeling in de richtingen loodrecht op de wanden. Het effect is het sterkst in de richting loodrecht op de zijde met de deur.

Dit effect is typisch voor alle proeven.

Tijdens de proeven zijn alle fragmenten groter dan 75 gram verzameld. De gemiddelde valsnelheid van 40 m/s zorgt ervoor dat bij dit gewicht het criterium al bijna wordt bereikt.

### 6.3 Vergelijking

Ondanks dat het type gebouw overeenkomt met de nieuwbouw in Culemborg en ook de hoeveelheid explosieve stof waarschijnlijk in de zelfde orde van grootte is, blijft de vergelijking toch globaal.

Er zijn echter wel een aantal zaken aan te wijzen op basis waarvan een vergelijking mogelijk is.

Uit de gegevens van de proef met 5600 kg blijkt dat de brokstukdichtheid tot op grote afstand hoog blijft: 5 per 56 m<sup>2</sup> op een afstand van 400 m vanaf de voorzijde. Uit de gegevens blijkt dat het gewicht van de brokstukken in het algemeen groter is dan 400 à 500 gr.

Een dergelijke dichtheid is in Culemborg niet geconstateerd. Daarbij komt nog dat in het experiment er geen belangrijke fragmenten werden teruggevonden binnen de eerste 100 m. Dit is ook in tegenpraak met hetgeen in Culemborg is geconstateerd.

De proef met 1800 kg laat ook een hoge dichtheid tot op grote afstand zien. Opvallend is wel de hoge piek op 300 m (figuur 6-1A). De meeste grote brokstukken werden binnen 200 m teruggevonden. De proef met 500 kg laat een vergelijkbaar beeld zien echter met een piek op 200 m

Indien naar de kratergrootte wordt gekeken dan besloeg de krater bij de 1800 en 5600 kg proef de totale vloeroppervlakte terwijl de krater bij de 500 kg proef slechts een gedeelte van de vloeroppervlakte besloeg.

Ondermeer vanwege het verschil in kraterafmetingen met de 500 kg proef en vanwege het opmerkelijke verschil in brokstukdichtheid met de 5600 kg proef wordt geconstateerd dat er een voorkeur bestaat voor de 1800 kg proef als vergelijking voor hetgeen in Culemborg is geconstateerd.

## BIJLAGE 7 GEVARENKLASSEN, VEILIGHEIDSAFSTANDEN EN CLASSIFICATIE-TESTEN

### 10.2.e

#### 7.1 Gevarenklassen

De effecten ten gevolge van een calamiteit met een hoeveelheid explosieve stoffen die schade aan de omgeving kunnen veroorzaken zijn:

- de luchtschok of blast;
- de grondschock en krater Vorming;
- scherven en brokstukken;
- hittestraling.

Al deze effecten komen in meer of mindere mate voor bij een explosie afhankelijk van de hoeveelheid en het type explosieve stof, de wijze van verpakking, de wijze van opslag en van het al dan niet aanwezige opslaggebouw.

Explosieve stoffen alsmede artikelen die explosieve stoffen bevatten worden voor transport en vervoer ingedeeld in een aantal gevarenklassen. Deze indeling is zodanig dat de effecten, die optreden in geval van een calamiteit, bekend zijn, zodat maatregelen kunnen worden genomen. Ook horen bij iedere gevarenklasse bepaalde preventieve maatregelen en veiligheidsafstanden.

De onderverdeling in klassen voor opslag en het bijbehorende bepalende effect is als volgt:

##### - klasse 1.1:

Massa-explosief, alle aanwezige artikelen exploderen tegelijkertijd, waardoor er een krachtige luchtschok ontstaat vergezeld van scherven en brokstukken afkomstig van de omhulling en van het opslaggebouw, die over grote afstand worden weggeslingerd. De bijbehorende schade is afhankelijk van de totale hoeveelheid aanwezige explosieve stof.

##### - klasse 1.2:

In geval van ontsteking worden scherven en brandende delen alsook niet-ontstoken artikelen weggeslingerd. Deze laatste kunnen bij het neerkomen alsnog exploderen. De artikelen ontsteken niet tegelijkertijd zodat kleine explosies gedurende lange tijd kunnen optreden. Het schokgolfeffect blijft beperkt tot de explosieve inhoud van enkele artikelen.

- klasse 1.3:

Bij ontsteking wordt een heftige brand verwacht met de bijbehorende hittestraling. Brandbare delen kunnen worden weggeslingerd. Scherfwerking en luchtdrukeffect blijven zeer beperkt

- klasse 1.4:

Bij ontsteking wordt geen groot gevaar verwacht. Ook dragen deze artikelen niet bij tot een vergroting van de effecten. De effecten blijven beperkt tot op zeer geringe afstanden. Een explosie in een verpakkingseenheid zal geen vervolgexplosies veroorzaken.

## 7.2 Classificatie

Om explosieve stoffen en artikelen gevuld met explosieve stoffen in een bepaalde klasse in te delen, bestaat er een systeem van testen waarmee allerlei voorkomende situaties worden gesimuleerd. De wijze van doorlopen van dit systeem bepaalt de uiteindelijke klasseindeling.

De achtereenvolgende testen bestaan uit:

- Single Package Test

Een test op een enkele verpakking om na te gaan of ontsteking van de inhoud brand of explosie tot gevolg hebben met eventuele propagatie in de verpakking en om de effecten op de omgeving na te gaan. Zandzakken moeten worden aangebracht voor extra opsluiting.

- Stack Test

Gelijk aan de Single Package Test maar nu uitgevoerd op een stapel van minimaal vijf verpakkingen waarbij extra opsluiting door zandzakken wordt verkregen.

- External Fire Test

Hiertoe worden minimaal vijf verpakkingen onderworpen aan een brand en wordt waargenomen wat er gebeurt.

De testen moeten in deze volgorde worden afgewerkt.

De Single Package Test en de Stack Test moeten drie maal worden uitgevoerd tenzij een detonatie optreedt. De External Fire Test wordt normaliter slechts eenmaal uitgevoerd.

Met grote nadruk wordt gesteld dat de wijze van verpakking zeer belangrijk is. De classificering voor artikelen die in transportverpakking zijn verpakt, kan anders zijn dan de classificering van de onverpakte artikelen. Ook kan de explosieve stof als 1.1 worden aangemerkt, terwijl het artikel met daarin de explosieve stof een andere klasseindeling heeft.

Hierbij komt nog dat indien meerdere klassen samen worden vervoerd of opgeslagen, de zwaarste klasse voor het totaal moet worden aangehouden.

Indien 1.1 met 1.3 wordt opgeslagen zal bij ontsteking van 1.1 het gedeelte 1.3 als 1.1 reageren, zodat het ontstane schokgolfeffect door het totaal aan aanwezige explosieve stof wordt bepaald.

Door een adequate verpakking is het dus mogelijk om de klasseindeling te beïnvloeden en dus het verwachte effect in geval van een calamiteit te beperken.

Indien geen classificatietesten worden uitgevoerd moet het artikel worden beschouwd als 1.1. Bij opslag wordt de mogelijkheid opengehouden dat een ter zake deskundig persoon, op basis van een vergelijking met andere vergelijkbare en wel geteste artikelen, een classificatie mag bepalen.

Internationaal gezien is het land van fabricage verantwoordelijk voor een adequate classificatie. Wordt het materiaal geëxporteerd dan neemt het ontvangende land de classificatie in het algemeen over. In Nederland wordt de classificatie gecontroleerd door het Corps Controleurs van Gevaarlijke Stoffen. Bij twijfel wordt het classificatierapport opgevraagd en indien dit niet aanwezig is wordt het artikel in gevarenklasse 1.1 ingedeeld.

### 7.3 Veiligheidsafstanden

Om een indruk te krijgen van de benodigde afstanden wordt een kort overzicht gegeven van de aanbevelingen door de NAVO storage sub group AC/258. Deze aanbevelingen gelden voor opslag en hebben betrekking op de externe veiligheid. Dit zijn dus afstanden tussen de opslaggebouwen op het opslagterrein en de bebouwing in de omgeving buiten het terrein.

#### - Gevarenklasse 1.1.

In deze klasse bepaald de totale hoeveelheid explosieve stof de afstand volgens:

$$R = 22.2 \times W^{1/3}$$

Waarin R de veiligheidsafstand in meters en W de netto hoeveelheid explosieve stof in kilogrammen voorstelt. Voor 10.000 kg geldt dus  $R = 480$  m.

De term veiligheidsafstand is misleidend omdat op deze afstand nog steeds schade kan ontstaan in de vorm van gebroken ruiten, scheuren in muren en schoorstenen en dakpannen die van het dak waaien. Daarom moet voor kwetsbare en belangrijke gebouwen zoals ziekenhuizen de factor 22.2 door 55.5 worden vervangen.

Voor hoeveelheden kleiner dan 6000 kg geldt de formule niet meer omdat dan het gevaar door brokstukken en scherven het gevaar van de luchtschok overheerst. In deze gevallen geldt een vaste afstand tot bebouwing van 400m.

Ook dan echter bestaat de mogelijkheid dat scherven verder komen, het gevaar wordt echter acceptabel geacht.

#### -                   Gevarenklasse 1.2

De veiligheidsafstand bedraagt:

$$R = 68 \times W^{0.18}$$

met een minimum van 180 of 270 m tot bebouwing afhankelijk van het soort 1.2.

Omdat toch de totale hoeveelheid aanwezige stof is in de formule is deze waarschijnlijk gebaseerd op de dichtheid van de weggeschoten niet geëxplodeerde artikelen.

#### -                   Gevarenklasse 1.3

De veiligheidsafstand tot bebouwing is:

$$R = 6.4 \times W^{1/3}$$

en is gebaseerd op een bepaald hittestralingsniveau.

Globaal is de veiligheidsafstand voor 1.3 dus een factor 3.5 kleiner dan die voor klasse 1.1.

**BIJLAGE 8 INVENTARISATIE VAN HET GEEXPLODEERDE GROOT-VUURWERK IN  
COMBINATIE MET HET VERLOOP VAN DE EXPLOSIE.**

10.2.e

8-1 Samenvatting/Summary

8-1 Inleiding

8-2 Terugzoeken vuurwerk en/of vuurwerkresten

8-3 Schadebeeld in de directe omgeving van explosie

8-4 Conclusie

8-5 Aanbevelingen

8-6 Referenties



### Samenvatting

In nauwe samenwerking met het Gerechtelijk Laboratorium (Rijswijk) en de Arbeidsinspectie 4<sup>e</sup> district is door het PML-TNO een onderzoek uitgevoerd, om op technische gronden vast te stellen hoe de explosie van groot vuurwerk, ingedeeld in gevarenklasse 1.3G, heeft kunnen plaatsvinden. Het groot vuurwerk lag opgeslagen in 4 opslagbunkers speciaal geschikt voor de gevarenklasse 1.3G. Aan de hand van de teruggevonden groot vuurwerk artikelen, verpakkingsmaterialen, verscherfde materialen en het schadebeeld is een mogelijke verklaring gevonden voor hoe de explosie(s) door de 4 opslagbunkers chronologisch heeft kunnen verlopen.

Een technische aanwijzing voor het ontstaan van de explosie is niet gevonden.

### Summary

The PML-TNO has made an investigation into the accidental explosion of fireworks which were stocked in four storagebunkers. These bunkers were specially build for explosive materials or articles which belong to the hazard division 1.3G. The investigation was done in co-operation with the Dutch Nat.Forensic Science Lab. of the Ministry of Justice and the Inspection of Labour 4<sup>e</sup> district. In relation with the firework articles, package materials and other fragments, which were found, there is given a possibility for the chronological order in which the explosion took place. This was done by the way of fragments which were found and the damage pattern.

An explanation for the initiation of the explosion is not found, for this no technical evidence was found.

## 8-1 INLEIDING

Het onderzoek naar de soorten groot vuurwerk die in opslag hebben gelegen is uitgevoerd aan de hand van de teruggevonden groot vuurwerk artikelen, delen van het vuurwerk, de verpakkingsmaterialen en het schadebeeld. Het terugzoeken is beperkt tot een straal van ca. 25 m in de directe omgeving van de Plaats van het Delict (PD). Dit omvat de opslagbunkers 6, 7, 8 en 9 en de daartegen aangebouwde werkbunkers, loods en kantine en een deel rond deze plaats. Een schematisch overzicht van de gebouwindeling is te zien in hoofdstuk 4 van het algemene deel van dit rapport. Het teruggevonden vuurwerk bestaat grotendeels uit delen van vuurwerk dat geheel of gedeeltelijk uit elkaar is geslagen. Dit is veroorzaakt door een explosie van het vuurwerkartikel zelf, een deel van het vuurwerk is verbrand teruggevonden. Een klein gedeelte bestaat uit intact gebleven vuurwerken die niet zijn verbrand of ontstoken. Door het Gerechtelijk Laboratorium (GL) is een aantal van deze vuurwerken meegenomen voor analyse van de inhoud, bestaande uit pyrotechnische mengsels met mogelijk detonabele eigenschappen. Indien het noodzakelijk is, kan op het PML-TNO een nader onderzoek worden gedaan naar de gevoeligheid van de explosieve stoffen voor stoot, wrijving of vonk. Het resultaat van het gevoeligheidsonderzoek kan eventueel een verklaring geven voor de oorzaak van de heftige explosie (detonatie) van het groot vuurwerk.

Bij het terugzoeken van het groot vuurwerk is speciaal gelet op:

- groot vuurwerk artikelen die afwijken van de standaard soorten, dit zou kunnen duiden op een gevarenklasse anders dan 1.3G (ref 1);
- verpakkingsresten van dozen en kisten die zouden kunnen wijzen op een andere gevarenklasse dan 1.3G;
- verpakkingsresten anders dan hout of karton, dit kan mogelijk wijzen op oorzaken van het ontstaan van de explosie;
- groot vuurwerkartikelen waarvan bekend is dat zij een verhoogd risico hebben voor het geven van een detonatie. Dit zijn meestal de artikelen waarin de pyrotechnische slagmengsels zijn verwerkt (ref.2).

In samenwerking met het GL is tevens gezocht naar stukken van materialen die niet afkomstig zijn van de vuurwerkartikelen, hun verpakking of van bouwmaterialen. Deze stukken materiaal kunnen mogelijk een aanwijzing geven naar de oorzaak van de explosie. Bij deze materialen moet gedacht worden aan:

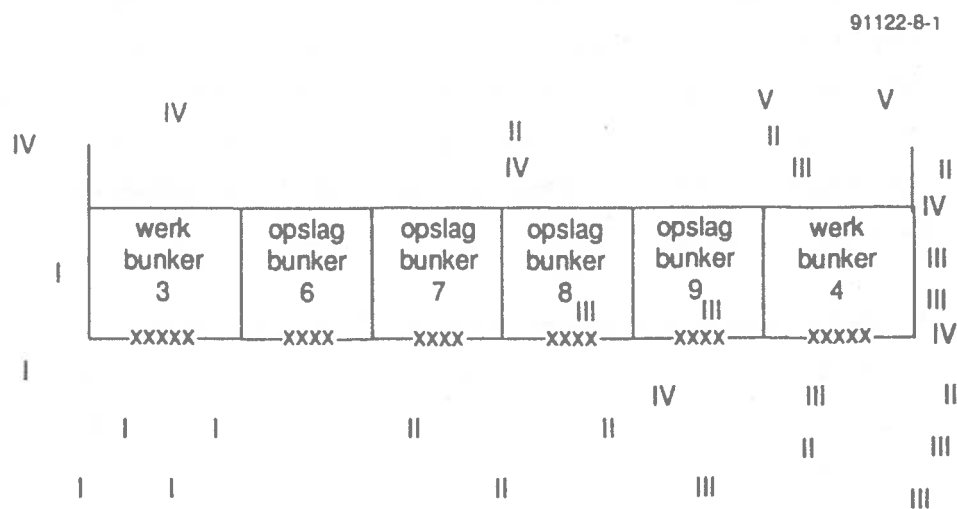
- vonktrekkende gereedschappen
- statisch oplaadbare materialen

- spanningsbronnen
- vlamverwekkers
- gedeelten van de (opslag)bunkerdeuren.

Aan de hand van de delen van de opslagbunkerdeuren is vast te stellen of er eventueel een overgang heeft plaats gevonden van een deflagratie (explosieve verbranding) naar een detonatie. Namelijk bij een deflagratie zullen er grote stukken worden teruggevonden, terwijl bij een detonatie slecht kleine stukken en meer versplinterde stukken worden gevonden.

## 8-2 TERUGZOEKEN VUURWERK EN/OF VUURWERKRESTEN

Het soort vuurwerk en de globale plaats waar veel van het groot vuurwerk is teruggevonden (in de directe omgeving van de PD) is weergegeven in figuur 8-1.



Figuur 8-1 Schematisch overzicht van de plaatsen waar het meeste van het groot vuurwerk is teruggevonden

- x = dubbele houten deuren
- I = kartonnen bollen, diameter ca. 8 cm en 5 cm
- II = knatter vulkan (goudkleurig, verpakking gele dozen)
- III = romeinse kaars Russische makelij.
- IV = bollen met een diameter van 18 cm. Japanse makelij
- V = scherven koker Le maitre Silver Gerb 7 lbs

Het aantal keren dat een vuurwerkartikel is aangegeven in de figuur 8-1, is geen maat voor de totaal teruggevonden hoeveelheid. Het geeft aan waar zich concentraties van de vuurwerkartikelen hebben bevonden.

Van het teruggevonden vuurwerk, zijn van de Russische romeinse kaarsen nog een aantal geheel intact. Dit wil zeggen dat ook de elektrische onsteker met daaromheen ca. 2 gram zwart buskruit niet is verbrand of is afgegaan. Van deze romeinse kaarsen is tevens een groot aantal teruggevonden die niet als romeinse kaars hebben gefunctioneerd, maar waarvan de huls uit elkaar is geslagen doordat het pyrotechnische mengsel is geëxplodeerd. De huls is vervaardigd van gewikkeld papier (diameter=5 cm, lengte=circa 45 cm). De houten kisten (grijs geverfd) waarin deze romeinse kaarsen waren opgeslagen, zijn voor een groot deel uitelkaar geslagen en gedeeltelijk versplinterd.

De kartonnen bollen met een diameter van circa 18 cm, waarvan de tekst op de bol luidt: size 8 (vermoedelijk inches) effect SUN, zijn afkomstig uit Japan (fabrikant is Marutamaya Ogatsu Fireworks co.ltd. Tokyo). De bollen zijn over het algemeen teruggevonden zonder dat de explosieve lading heeft gefunctioneerd. De bollen zijn in een aantal gevallen opengescheurd, dit als gevolg van het losraken van de plaknaad (vocht of hard neergekomen op de grond). De explosieve inhoud van de bollen bestaat uit een pyrotechnisch mengsel dat is vermengd met een soort zaden. Dit geeft geen aanleiding tot een nader onderzoek, omdat deze lading naar onze mening niet tot een detonatie zal komen.

Van de bollen met een diameter van circa 8 cm en 5 cm is het merendeel geëxplodeerd teruggevonden, dit is in overeenstemming met het gebruiksdoel van dit groot vuurwerkartikel. Aan de hand van de niet geëxplodeerde bollen is de soort pyrotechnisch mengsel bepaald. Het betreft in ieder geval een Al (of Mg) houdend pyrotechnisch knalmengsel, waarvan bekend is dat massa explosie (transport gevarenklasse 1.1) mogelijk is (ref 2). De kwantitatieve en kwalitatieve samenstelling wordt door het GL bepaald en indien nodig wordt de gevoeligheid voor een explosieve ontsteking door het PML-TNO bepaald.

De uitgebrande "knätter vulkan" (afkomstig uit Duitsland) liggen verspreid in de hele omgeving. De explosieve inhoud is opgebrand zonder dat hierbij het vuurwerk is geëxplodeerd.

Van het vuurwerkartikel Silver Gerb 7 lbs welke zijn vervaardigd door de fabrikant Le Maitre Fireworks Limited Fourth Drove, Peterborough, PE1 5UR, England, zijn delen van de bakeliet-achtige kokermantel teruggevonden. De scherven (delen) hebben afmetingen van enkele cm<sup>2</sup> tot

enkele 10-tallen  $\text{cm}^2$ . Het terugvinden van deze scherven duidt erop dat de explosieve stof in de koker is gedetoneerd.

De originele maten van de kokers zijn: diameter = 9 cm, wanddikte = 0.6 cm en de lengte is ca. 40 cm. De explosieve inhoud van dit vuurwerkartikel is ca. 3.5 kg. De kokers zijn vervaardigd van een soort kunststof, waarschijnlijk een in kunststof gedrenkt papier. Het geheel is gewikkeld tot een harde onvervormbare bakelietachtige koker, dit levert extra gevaar voor verscheuring op.

Het is bekend dat met dit soort vuurwerk al eerder een aantal ongevallen heeft plaatsgevonden, namelijk:

- 1987?? te Wassenaar bij de firma J.Knip, alleen materiële schade
- 1990-2-25 te Helmond, explosie van 1 Silver Gerb 7 lbs, alleen materiële schade.
- 1990 te Peterborough (GB), bij de fabricage, 2 slachtoffers. Gedetailleerde informatie is ter beschikking bij de Arbeidsinspectie 4<sup>e</sup> district (Ing.J.de Klerk)

Materialen die zijn teruggevonden en die niet behoren tot vuurwerkartikelen of vuurwerkverpakkingsmaterialen zijn voornamelijk afkomstig van de bouwmaterialen.

Opvallend echter is het terugvinden van een groot aantal groene kunststof scherven. Dit is waarschijnlijk afkomstig van een verrijdbare huisvuil mini-container. De scherven zijn teruggevonden zowel in de omgeving van de PD als in de krater van de PD, ter plaatse van opslagbunker 6 onder de delen van de betonnen vloerplaat afkomstig van opslagbunker 7 of 8. Door het GL worden analyses uitgevoerd van de verbrandingsaanslag op de groene scherven. Tevens wordt het breukvlak geanalyseerd om aan te tonen of de verscheuring veroorzaakt is door een inwendige danwel een uitwendige explosie.

In de directe omgeving van de PD zijn geen materialen zoals gereedschappen gevonden. Wel zijn delen teruggevonden van een accu, onder andere loden platen en aansluitpolen.

De groot vuurwerkartikelen die lagen opgeslagen in de oude vestingbunker zijn in bewaring gesteld bij de Explosieve Opruimingsdienst-KL. Deze groot vuurwerkartikelen zijn bekeken. Het betrof onder andere een grote partij (enkele 10-tallen dozen) Bluestars welke verpakt zijn in UN-dozen ( $47 \times 25 \times 18 \text{ cm}^3$ ) die zijn voorzien van een gevarenklasse etiket met de klassevermelding 1.4G.

Enkele dozen met romeinse kaarsen met de gevarenklasse aanduiding 1.3G.

Een kist (zonder deksel) en enkele dozen met Silver Gerb 7lbs van de firma Le maitre Fireworks.

Twee kistjes en één droogijsdoos (polystyreenschuim) met pyrotechnische grondstoffen en één droogijsdoos met circa 5 kunststofflessen met rode draaideksels die zijn voorzien van een elektrische ontsteker. De flessen zijn gevuld met een wit poeder (Naftaleen).

### 8-3 SCHADEBEELD IN DE DIRECTE OMGEVING VAN DE KRATER

Bij het bepalen van het schadebeeld in de directe omgeving van de krater is met name gezocht naar de houten deuren (of grote delen daarvan) afkomstig van de opslagbunkers. Indien de explosie zou zijn ontstaan door een brand in een van de opslagbunkers is het waarschijnlijk dat de deuren, die zowel als brandvertraging als voor drukontlasting dienst doen, geheel of gedeeltelijk worden teruggevonden. Deze zijn niet aangetroffen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat waarschijnlijk een detonatie niet is ingeleid door een deflagratie.

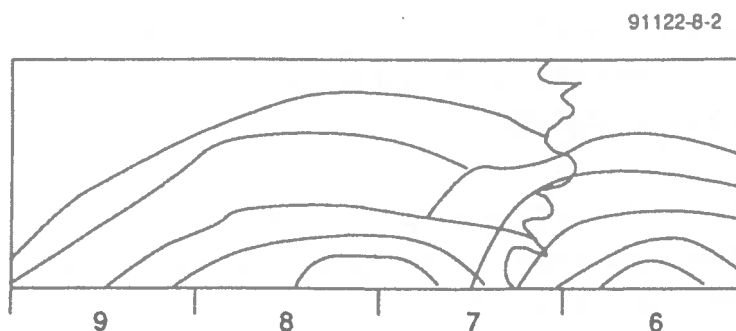
Het kratergedeelte bestond uit twee delen, een kraterdeel direct gelokaliseerd onder opslagbunker 6 en een kraterdeel ter hoogte van opslagbunker 8. Deze laatste heeft de grootste diepte. Het is niet aan te geven of dit komt door een zwaardere explosie. Namelijk een gedeelte van de grond die afkomstig is van de tweede krater (opslagbunker 7, 8 en 9) is in de eerste krater geschoven. De betonnen vloerplaten van opslagbunker 7 en/of 8 waren gedeeltelijk over de betonnen vloerplaten van opslagbunker 6 geschoven.

Dit kan betekenen dat de vloer van opslagbunker 6 is gefragmenteerd en naar beneden is gedrukt voordat de vloer van 7 en/of 8 daar overheen is gekomen. Het schadebeeld geeft aan dat er eerst in opslagbunker 6 een explosie heeft plaatsgevonden die direct gevolgd is door een explosie in de opslagbunkers 7, 8 en 9.

Een tweede belangrijke aanwijzing voor bovengenoemde volgorde is de opbouw van het scheurenpatroon, dat zich in de betonnen vloerplaten direct voor het krater gedeelte bevindt. De scheuren voor opslagbunker 6 breiden zich cirkelvormig uit doorgaand over de aanwezige dwarsscheuren. De cirkelvormige scheuren voor de opslagbunkers 7, 8 en 9 lopen niet door over de dwarsscheuren. De bezwijkvorm van de betonnen vloerplaat geeft aan dat de eerste explosie in opslagbunker 6 heeft plaatsgevonden en direct daarna gevolgd is door een explosie in opslagbunkers 7, 8 en 9.

Dit bevestigt het beeld dat verkregen is aan de hand van de krateropbouw. Een schematische voorstelling van het scheurenpatroon is getekend in figuur 8-2. Het GL heeft het scheurenpatroon geheel gedetailleerd gefotografeerd.

Het afschuiven van de betonnen vloerplaten kan alleen veroorzaakt zijn door de brisante werking van een detonatie. Uit het scheurenpatroon in de betonnen vloerplaten voor de opslagbunkers is te zien dat, zoals bekend is, de brisante werking zeer lokaal aanwezig is



Figuur 8-2 Schematische voorstelling van het scheurenpatroon

#### 8-4 CONCLUSIES

Bij het terugzoeken naar het groot vuurwerk is geen vuurwerk aangetroffen waarvan op voorhand kan worden vastgesteld dat deze niet waren ingedeeld in de transport gevarenklasse 1.3G.

Groot-vuurwerk met een uitwerking, welke is opgetreden tijdens dit ongeval, die duidelijk afweek van de normale functionering, zijn de romeinse kaarsen van Russische makelij en de Silver Gerb 7 lbs van Le Maitre Fireworks.

Van beide groot vuurwerkartikelen is een groot aantal geëxplodeerd, zodat de koker (huls) open geslagen of gefragmenteerd is. Bij normale functionering zou de koker leeg branden zonder dat de koker daarbij fragmenteert of opengeslagen wordt.

De kartonnen bollen met een diameter van 5 cm waarin zich een Al-(of Mg) houdend pyrotechnisch knalmengsel bevindt, geven door hun doel van functionering een blastwerking.

Deze Al-(of Mg) houdend pyrotechnisch knalmengsel kunnen aanleiding geven tot detonaties. Dit is uit eerdere proeven gebleken (ref 2).

Vuurwerken waarin deze Al-(of Mg) houdende pyrotechnische knalmengsels niet zijn verwerkt, hebben bij ons weten echter nog nooit een detonatie effect vertoond (ref 3, 4, 5 en 6).

Een overgang van een deflagratie (explosieve verbranding) in een detonatie is naar onze mening niet opgetreden. Er zijn geen opslagbunkerdeuren of grote delen van deze deuren teruggevonden.

Wel zou het mogelijk geweest kunnen zijn dat een ontstane brand in zeer korte tijd, enkele 10-tallen ms, overgegaan is in een detonatie of zeer snelle deflagratie. Dit verschijnsel kan optreden als er in de opslagbunker(s) waar de brand is ontstaan, enkele 10-tallen kilo's onverpakt pyrotechnisch

mengsel (Al/perchloraat) aanwezig is. Wordt dan een combinatie gemaakt met grote hoeveelheden los groot vuurwerk, welke liggen opgeslagen in de stellingen, dan is het optreden van een detonatie op voorhand niet uitgesloten.

Als gevolg van de door de explosie veroorzaakte grote schade is voor het ontstaan of de inleiding van deze explosie een technische aanwijzing niet gevonden. Het is niet realistisch om hiervoor een mogelijkheid aan te geven omdat de oorzaken van velerlei aard kunnen zijn.

Het schadebeeld duidt op een inleidende eerste explosie in opslagbunker 6, of in de directe omgeving daarvan. Hierbij is betrokken geweest, of heeft er zeer dichtbij gestaan, een groene huisvuil mini-container. Deze eerste explosie is direct gevolgd door een tweede explosie, waarschijnlijk een sympathische detonatie, in opslagbunkers 7, 8 en 9. Of de laatste drie opslagbunkers nagenoeg tegelijkertijd zijn geëxplodeerd lijkt waarschijnlijk gezien de grootte en de vorm van de krater.

Indien de conclusie juist is dat de explosie in opslagbunker 6 is begonnen dan is de tijd tussen deze explosie en de explosie van opslagbunker 7, 8 en 9 zeer kort geweest, gedacht moet worden aan enkele 10-tallen milliseconden. Deze conclusie is gebaseerd op het feit dat nagenoeg alle groot vuurwerkartikelen uit deze opslagbunkers zijn geëxplodeerd en niet zijn weg geblazen door de explosie van opslagbunker 6.



## 8-5 AANBEVELINGEN

Algemeen kan gesteld worden dat een nader onderzoek naar de opslag van groot vuurwerk in relatie met de classificatie van 1.3G nuttig is om de kans dat dit soort calamiteiten optreden, te verkleinen.

Nagegaan moet worden hoe de classificatie tot stand is gekomen en door wie is de classificatie is uitgevoerd? Zie tevens bijlage 7.

Mogelijk vallen bepaalde groot vuurwerkartikelen in een andere gevarenklasse dan 1.3G, bijvoorbeeld 1.1G of 1.2G. Een beperkt onderzoek naar de gevaren van groot vuurwerk wordt op dit moment door het PML-TNO uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Defensie afd. Hinderwetzaken.

Een gedegen periodieke controle naar de opslag methoden en soorten groot vuurwerkartikelen door een deskundige instantie is gewenst. Hierbij moet speciaal gelet worden op de inhoud van het groot vuurwerk en de handelingen die ermee worden verricht. Een inventarisatie is eerder uitgevoerd in 1988 (ref 7) door bureau Hinderwetzaken en PML-TNO.

Een onderzoek uitvoeren of het gezamenlijk opslaan van verschillende groot vuurwerkartikelen extra gevaar met zich meebrengt. Mogelijk moet een scheiding aan gebracht worden tussen groot vuurwerk met knaleffect en groot vuurwerk met lichteffect.

## 8-6 REFERENTIES

- 1 Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Tests and Criteria, second edition  
United Nations, New York, 1990
- 2 Amelsfort, R.J.M. van  
Inleidende beproevingen van enkele soorten groot vuurwerk.  
PML 1990-28, mei 1990.
- 3 Groothuizen, Ing.Th.M.; Romijn Ing.J.  
Oriënterende brandproeven met vuurwerk in transport en opslagverpakking  
TNO-TL Rijswijk, 2 juni 1975, opdr.T 4218
- 4 Kodde, Ing H.H.  
Grootschalige brandexperimenten met klein vuurwerk  
PML, 1984-18
- 5 Gool, M.A. van; Kodde, H.H.; Harmanny, A.  
Brandexperimenten met klein vuurwerk  
PML 1986, PML 1986-C57
- 6 Evaluation of the hazards in transportation from internal fires on freight containers loaded  
with common fireworks.  
October 1983, Department of Transportation, Washington, D.C.
- 7 Rooijers, Ing. A.J.Th  
Inventarisatie van legaal aanwezig groot vuurwerk binnen Nederland  
PML 1988-IN36

## BIJLAGE 9 INVENTARISATIE REGISTER M.S. VUURWERK B.V.

## 10.2.e

Een inventarisatie is uitgevoerd aan de hand van de door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V & W) Hoofdafdeling Gevaarlijke Stoffen ter beschikking gestelde register. Het register is de balans van de opgeslagen groot vuurwerk artikelen per 31-12-1990.

Met behulp van de bij V & W aangevraagde invoervergunningen is het mogelijk gebleken een nauwkeurige optelling te maken van het totaal bruto gewicht aan groot vuurwerk artikelen.

De nauwkeurigheid van het totaal brutogewicht is  $\pm 10\%$ . Deze spreiding wordt veroorzaakt doordat gelijksoortige vuurwerk artikelen door verschillende leveranciers zijn geleverd. Dit geeft een verschil in brutogewicht per item.

Van de bruto/netto verhouding is een schatting gemaakt aan de hand van de informatie die vermeld staat op de invoervergunningen. In het algemeen kan gezegd worden dat het "nettogewicht" ca. 80 % is van het brutogewicht.

Met de bruto hoeveelheden van 10.500 kg groot vuurwerk is het "nettogewicht" ca. 8000 kg.

Onder "nettogewicht" wordt verstaan het gewicht van de groot vuurwerk artikelen zonder de transportverpakking (kist of doos)

Voor de periode tussen 01-01-1991 en 14-02-1991 moet het totaal gewicht worden gecorrigeerd. Een vergelijking met begin 1990 (01-01-1991 en 14-02-1991) geeft het aantal van 3 vuurwerken. De correctie zal dus minimaal zijn.

Het is niet bekend of bij deze balans de hoeveelheden groot vuurwerk zijn meegeteld die voor derden in opslag lagen. Tijdens het leeghalen van de oude vestingbunker bleek dat er groot vuurwerk lag opgeslagen voor derden. Volgens onze informatie zijn deze hoeveelheden bekend bij de EOC-KL, waar het vuurwerk momenteel ligt opgeslagen.

Tabel 9-1 Optelling

| Rekening<br>nummer | omschrijving<br>artikel |         | aantal<br>items | bruto gewicht<br>per item (kg) | bruto gewicht<br>(kg) |
|--------------------|-------------------------|---------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| 5000               | kreisel-bom             | 24      | 19.447          | 0.018                          | 350                   |
| 5001               | cil.-bom                | 45      | 8.196           | 0.06                           | 492                   |
| 5002               | bomber                  | 15      | 109.755         | 0.003                          | 329                   |
| 5003               | cil.-bom                | 60      | 2.734           | 0.110                          | 300                   |
| 5004               | cil.-bom                | 80      | 550             | 0.210                          | 116                   |
| 5005               | bom-raket               | 910/915 | 4.473           | 0.150                          | 671                   |
| 5006               | bom-raket               | 930     | 0               | -                              | -                     |
| 5007               | sign.-raket             | 910     | 415             | 0.298                          | 124                   |
| 5008               | boeket-rak              | 905/906 | 4038            | 0.09                           | 363                   |
| 5009               | poliep.-r.              | 737/738 | 363             | 0.170                          | 62                    |
| 5010               | cil/kog.-bom            | 60      | 0               | -                              | -                     |
| 5011               | kogel-bom               | 65      | 4               | 0.250                          | 1                     |
| 5012               | kogel-bom               | 75      | 229             | 0.260                          | 60                    |
| 5013               | cil/kog.bom             | 100     | 3569            | xxxxx                          | 1.088                 |
|                    |                         |         | 500             | 0.7                            | 350                   |
|                    |                         |         | 544             | 0.2                            | 109                   |
|                    |                         |         | 288             | 0.3                            | 86                    |
|                    |                         |         | 55              | 0.585                          | 32                    |
|                    |                         |         | 41              | 0.780                          | 32                    |
|                    |                         |         | 30              | 0.28                           | 8                     |
|                    |                         |         | 1282            | 0.25                           | 320                   |
|                    |                         |         | 756             | 0.25                           | 151                   |
| 5014               | kogel-bom               | 125     | 402             | 0.325                          | 130                   |
| 5015               | m.slag-bom              | 150     | 0               |                                |                       |
| 5016               | kogel-bom               | 150     | 712             | 0.500                          | 356                   |
| 5017               | m.slag-bom              | 150     | 132             | 1.34                           | 177                   |
| 5018               | kogel-bom               | 175     | 246             |                                |                       |
|                    |                         |         | 210             | 1.25                           | 262                   |
|                    |                         |         | 36              | 2.02                           | 72                    |
| 5019               | kogel-bom               | 210     | 89              | 2.0(?0.18)                     | 178                   |
| 5020               | kogel-bom               | 250     | 11              | <1990 geleverd                 | .                     |
| 5021               | kogel-bom               | 300     | 163             |                                |                       |
|                    |                         |         | 97              | 4.0                            | 388                   |
|                    |                         |         | 66              | 10.7                           | 1.296                 |

Tabel 9-1 (vervolg) Optelling

| Rekening<br>nummer | omschrijving<br>artikel | aantal<br>items | bruto gewicht<br>per item (kg) | bruto gewicht<br>(kg) |
|--------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| 5022               | waterbom                | 150             | 50                             | 1.2                   |
| 5023               | dagbom jap              | 150             | 22                             | 1.2                   |
| 5024               | dagbom jap              | 125             | 62                             | 0.528                 |
| 5025               | dagbom jap              | 100             | 45                             | 0.32                  |
| 5026               | flowerbed               |                 | 0                              |                       |
| 5027               | dag-bom                 | 210             | 132                            | 0.18                  |
| 5028               | dag-bom                 | 150             | 75                             | <1990 geleverd        |
| 5029               | gerb 4oz-8oz            |                 | 710                            | 0.100                 |
|                    |                         |                 |                                | 0.226                 |
|                    |                         | gemiddeld       | 0.163                          | 116                   |
| 5030               | gerb 7lbs               | 144             | 3.5                            | 504                   |
| 5031               | fontein                 | 4001            | 0.110                          | 440                   |
| 5032               | waterval brand          | 317             | 0.145                          | 46                    |
| 5033               | rom.kaars mo-wec        | 462             | 0.34                           | 157 max               |
|                    |                         |                 | 0.19                           | 87 min                |
| 5034               | rom.kaars               | 40              | 1                              | 0.5                   |
| 5035               | rom.kaars               | 60              | 43                             | 2.1                   |
| 5036               | flowerbed 225 sh.       | 145             | geen importvergunning gevonden |                       |
| 5037               | flowerbed               | 0               | -                              | -                     |
| 5038               | bengaal brand           | 109             | 1.0                            | 109                   |
| 5039               | rusland                 | 310             | 0                              | -                     |
| 5040               | cil.-bom                | 55              | 950                            | 0.035                 |
| 5060               | rusland                 | 310             | 88                             | 15.0                  |
| 5061               | rusland                 | 195             | 95                             | 4.0                   |
| 5062               | rusland                 | 105             | 497                            | 0.7                   |
|                    |                         |                 | Totaal (min)                   | 10.445                |
|                    |                         |                 | Totaal (max)                   | 10.515                |

BIJLAGE 10 FOTO'S



Foto 1 Krater ter plaatse van de nieuwbouw en restanten gebouw rondom oude bunker



Foto 2 Diefdijk 12: ruitbreuk en inslag brokstuk

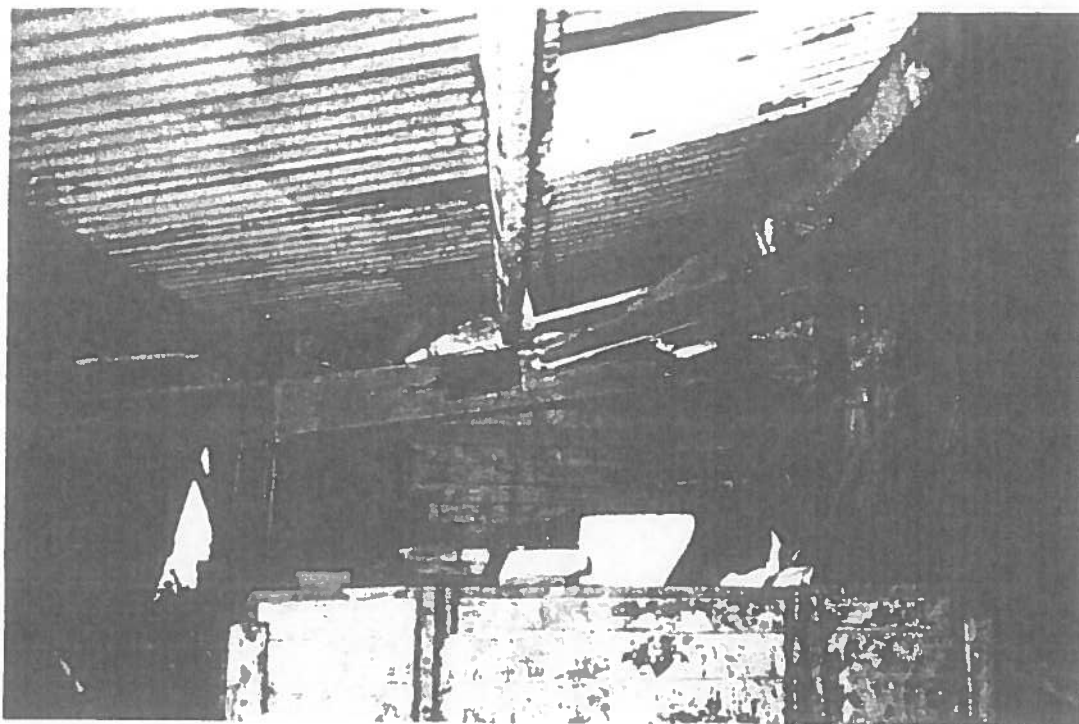


Foto 3 Diefdijk 12, hooischuur

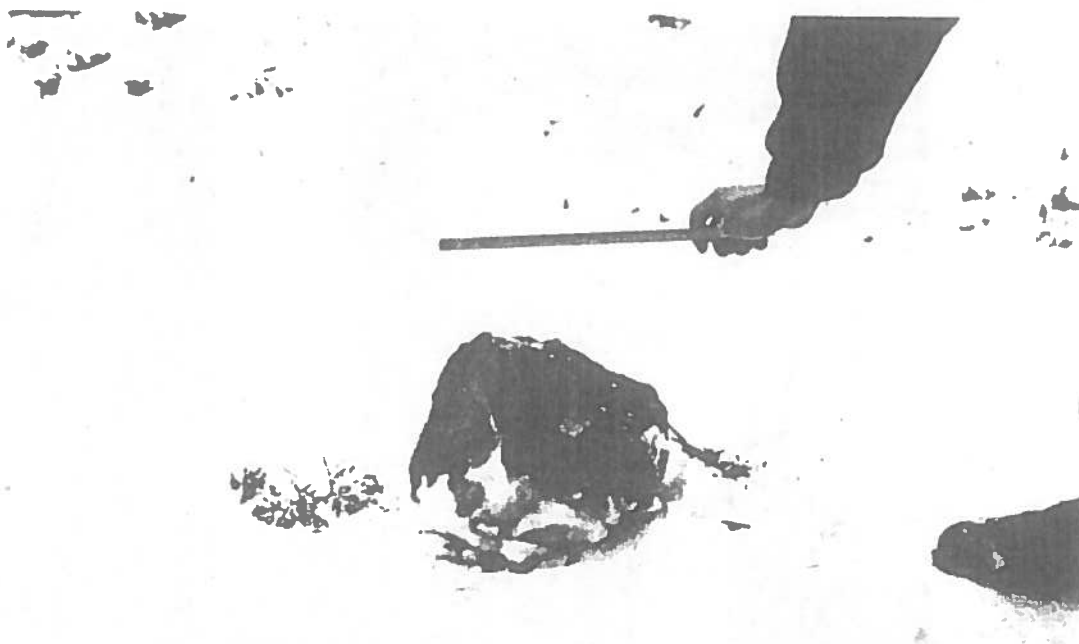


Foto 4 Kenmerkend brokstuk op 250 m afstand

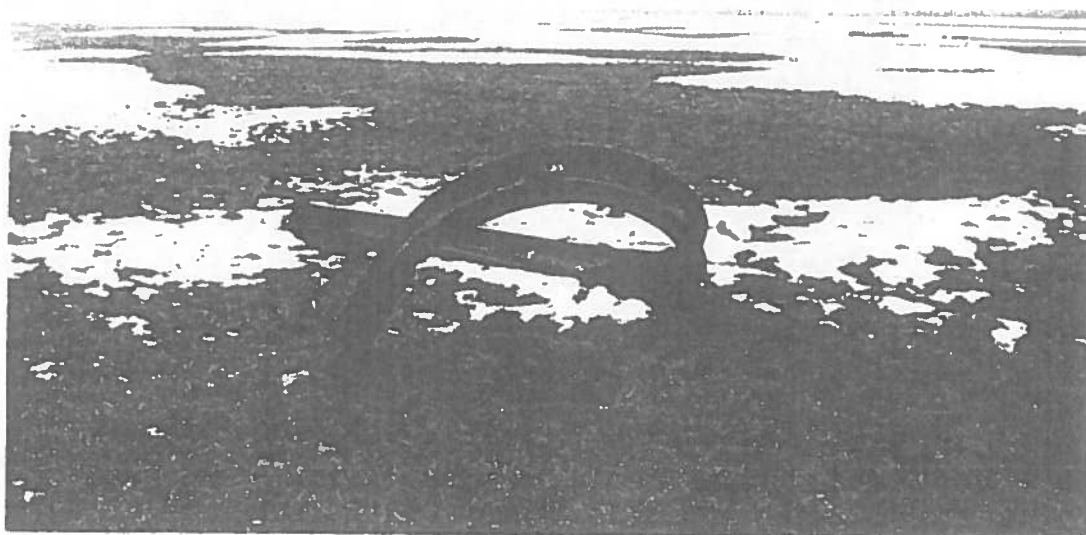


Foto 5 Stalen spantdeel, locatie 1 op 500m afstand

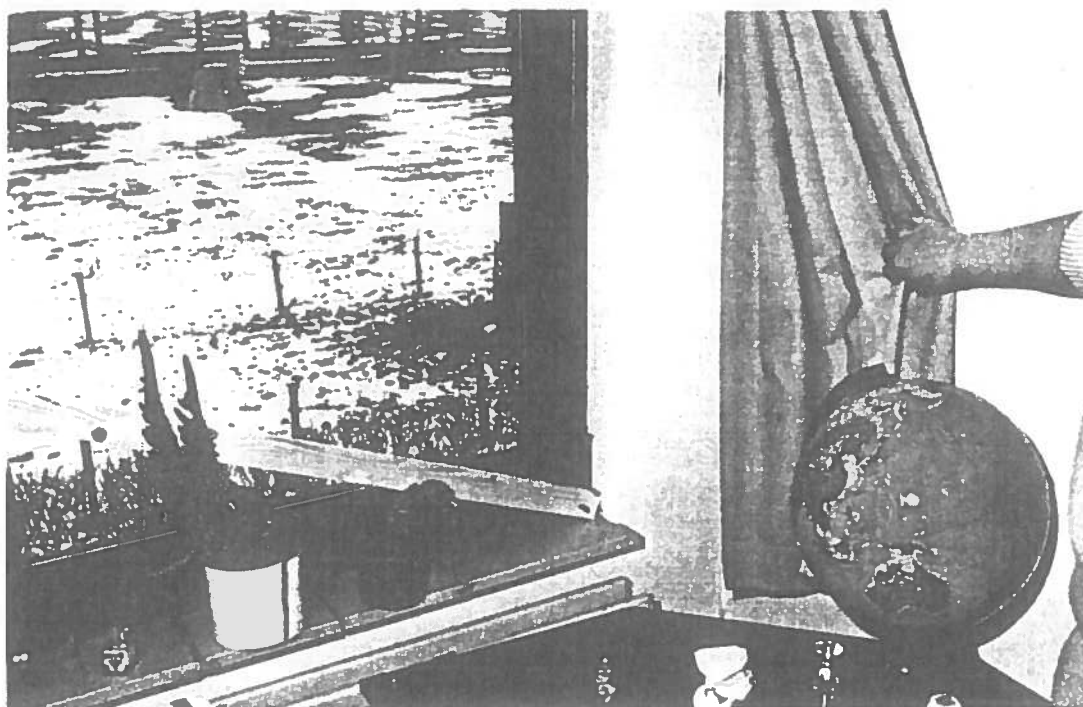


Foto 6 Zolwijkseweg 4, gespleten kozijn, afstand 900m.



|   |   |
|---|---|
| <p><b>SAMENVATTING:</b></p> <p>Op 14 februari 1991 werd de vuurwerkfabriek 'MS Vuurwerk' te Culemborg door een zware explosie totaal vernield.</p> <p>Een onderzoek is uitgevoerd om aan de hand van schade aan bebouwing in de omgeving de sterkte van de explosie te kunnen vaststellen. Aan de hand van een ruitbreuk analyse en onder een aantal nader toegelichte aannamen werd vastgesteld, dat de explosie vergelijkbaar was met een oppervlakte explosie van minimaal 1000 kg TNT. Een gemiddelde waarde voor de explosiesterkte bedraagt 2000 kg TNT. Ook andere gegevens leiden tot dit sterkteniveau.</p> <p>Er wordt ingegaan op de mogelijke explosie effecten, de klasse indeling en classificering van explosieve stoffen en artikelen en de bijbehorende veiligheidsafstanden. Op basis hiervan kon worden vastgesteld dat de opgeslagen artikelen gereageerd hebben als zijnde van de gevarenklasse 1.1. Aangegeven is dat explosieve stoffen en artikelen van andere gevarenklassen onder omstandigheden toch kunnen reageren als zijnde van de gevarenklasse 1.1.</p> <p>Een onderzoek is uitgevoerd om de oorzaak van de explosie te kunnen bepalen. Er zijn echter geen aanwijzingen gevonden betreffende de oorzaak. Wel zijn vuurwerk artikelen en vuurwerk onderdelen gevonden waarbij de juistheid van de classificering in gevarenklasse 1.3 wordt betwijfeld. Deze artikelen kunnen de inleiding geweest zijn van de explosie van de totale hoeveelheid aanwezige explosieve stof.</p> | <p><b>SAMENVATTING:</b></p> <p>Op 14 februari 1991 werd de vuurwerkfabriek 'MS Vuurwerk' te Culemborg door een zware explosie totaal vernield.</p> <p>Een onderzoek is uitgevoerd om aan de hand van schade aan bebouwing in de omgeving de sterkte van de explosie te kunnen vaststellen. Aan de hand van een ruitbreuk analyse en onder een aantal nader toegelichte aannamen werd vastgesteld, dat de explosie vergelijkbaar was met een oppervlakte explosie van minimaal 1000 kg TNT. Een gemiddelde waarde voor de explosiesterkte bedraagt 2000 kg TNT. Ook andere gegevens leiden tot dit sterkteniveau.</p> <p>Er wordt ingegaan op de mogelijke explosie effecten, de klasse indeling en classificering van explosieve stoffen en artikelen en de bijbehorende veiligheidsafstanden. Op basis hiervan kon worden vastgesteld dat de opgeslagen artikelen gereageerd hebben als zijnde van de gevarenklasse 1.1. Aangegeven is dat explosieve stoffen en artikelen van andere gevarenklassen onder omstandigheden toch kunnen reageren als zijnde van de gevarenklasse 1.1.</p> <p>Een onderzoek is uitgevoerd om de oorzaak van de explosie te kunnen bepalen. Er zijn echter geen aanwijzingen gevonden betreffende de oorzaak. Wel zijn vuurwerk artikelen en vuurwerk onderdelen gevonden waarbij de juistheid van de classificering in gevarenklasse 1.3 wordt betwijfeld. Deze artikelen kunnen de inleiding geweest zijn van de explosie van de totale hoeveelheid aanwezige explosieve stof.</p> |
| <p>Prins Maurits Laboratorium TNO</p> <p>Rapportnummer: PML 1991-C35</p> <p>Opdrachtnummer(s): 292191122</p> <p>Datum: april 1991</p> <p>Titel: Verslag van het Prins Maurits Laboratorium TNO betreffende de explosie van de vuurwerkfabriek 'MS Vuurwerk' te Culemborg op donderdag 14 februari</p> <p>Auteur: 10.2.e</p> <p>Trefwoorden: Explosions      Environments<br/>Industrial Plants      Explosives<br/>Pyrotechnics      Clasification<br/>Explosion Effects      Hazards<br/>Damage      Distance</p>  | <p>Prins Maurits Laboratorium TNO</p> <p>Rapportnummer: PML 1991-C35</p> <p>Opdrachtnummer(s): 292191122</p> <p>Datum: april 1991</p> <p>Titel: Verslag van het Prins Maurits Laboratorium TNO betreffende de explosie van de vuurwerkfabriek 'MS Vuurwerk' te Culemborg op donderdag 14 februari</p> <p>Auteur: 10.2.e</p> <p>Trefwoorden: Explosions      Environments<br/>Industrial Plants      Explosives<br/>Pyrotechnics      Clasification<br/>Explosion Effects      Hazards<br/>Damage      Distance</p>  |



# GEMEENTEPOLITIE CULEMBORG

C140

BESPROKEN MET : 10.2.e

MINDERJARIGE(N) : -

SLACHTOFFER WENST: ☐ Schadevergoeding  
☐ Op de hoogte te blijven

PROCES-VERBAAL:

91026 A

ERTREDING VAN :

Zie blad 1 van dit proces-verbaal.

UM EN PLAATS  
HET MISDRIJF :

donderdag 14 februari 1991 te Culemborg.

GEVER :

-

DACHTE(N) :

10.2.e  
10.2.e

UIGE(N) :

vier, zie blad 3 van dit proces-verbaal.

BALISANT(EN) :

10.2.e , brigadier-rechercheur van politie te Culemborg  
10.2.e , hoofdagent-rechercheur van politie te Culemborg.  
10.2.e , inspecteur van de Arbeidsinspectie.

ESLAG  
OMEN ZAKEN :

AGE(N) :

2

AMSTERDAMSE DIENST VAN JUSTITIE  
: UTRECHT  
15 APR. 1991  
INBOEGEVENDE DIENST

*Verdachte*

Besproken met: mr. 10.2.e

\* \* \* \* \*

No. Proces-verbaal: 91026 A.

Overtreding van : artikel 26 lid 1 van de  
Arbeidsomstandigheden wet, juncto art.  
160 lid 1 van het Veiligheids Besluit  
voor Fabrieken of Werkplaatsen 1938,  
zijnde een Economisch delict als  
bedoeld in artikel 1 onder lid 4 van de  
Wet op de Economische delicten.  
en  
artikel 28 lid 1 in verband met artikel  
2a lid 1 gezien artikel 31 van de  
Hinderwet zijnde een Economisch delict  
als bedoeld in artikel 1 onder 3 van de  
Wet op de Economische delicten.

Datum en plaats  
van het delict. : do. 14 februari 1991 te Culemborg.

Verdachte : 10.2.e  
10.2.e

Getuigen : Zie bijgevoegde lijst getuigen.  
(blad 3 van dit proces-verbaal).

Verbalisanten : 10.2.e  
brigadier-rechercheur van  
gemeentepolitie te Culemborg  
en  
10.2.e  
hoofdagente-rechercheur van  
gemeentepolitie te Culemborg  
en  
10.2.e  
inspecteur van de Arbeidsinspectie.

Bijlage : 2.

Onderwerp: inhoud proces-verbaal.

\*\*\*\*\*

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| Blad 1.        | Kopblad.                           |
| blad 2.        | Inhoud.                            |
| blad 3.        | Overzicht getuigen.                |
| blad 4 t/m 10  | Aanleiding onderzoek.              |
| blad 11 t/m 15 | Verhoor verdacht <sup>10.2.e</sup> |
| blad 16 t/m 18 | Verhoor getuige                    |
| blad 19 en 20  | Verhoor getuige                    |
| blad 21        | Verhoor getuige                    |
| blad 22 en 23  | Verhoor getuige                    |
| blad 24        | Sluitblad.                         |

Onderwerp: overzicht getuigen

\* \* \* \* \*

1. 10.2.e  
10.2.e

2. 10.2.e  
10.2.e

3. 10.2.e  
10.2.e

4. 10.2.e  
10.2.e

Onderwerp: aanleiding onderzoek

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Naar aanleiding van het proces-verbaal nummer 91026 van de gemeentepolitie te Culemborg, betreffende het onderzoek naar de oorzaak van de explosie in de vuurwerkfabriek van de firma M.S. Vuurwerk bv, gevestigd aan de Stokvisweg 21 te Culemborg, op donderdag 14 februari 1991, hebben wij:

Verbalisanten: 10.2.e  
brigadier-rechercheur van gemeentepolitie te Culemborg en  
10.2.e  
hoofdagente-rechercheur van gemeentepolitie te Culemborg en  
10.2.e  
inspecteur van de Arbeidsinspectie  
een nader onderzoek ingesteld.

Na daartoe te zijn uitgenodigd verscheen op vrijdag 22 maart 1991, te 10.00 uur de eigenaar /directeur van het onderhavige bedrijf. Nadat wij hem in kennis hadden gesteld van de bevindingen van met name het ingestelde technisch onderzoek en dat hij gehoord diende te worden als verdachte in verband met het feit dat er sprake was van een aantal overtredingen van de Hinderwet, gaf hij op te zijn genaamd:

Verdachte: 10.2.e  
10.2.e

Nadat wij deze verdachte hadden medegedeeld dat hij niet tot antwoorden verplicht was, werd door hem een verklaring afgelegd welke onder doornummering in dit proces-verbaal is opgenomen op de bladnummers 11 t/m 15.

Door de verdachte werd verklaard dat er in zijn bedrijf altijd zwart kruit aanwezig is en dat dit lag opgeslagen in de oorlogsbunker. Tevens deelde hij ons mede dat wanneer het kruit niet in de oorlogsbunker was aangetroffen dit in werkbunker 3 moet hebben gestaan. Het zou hier gaan om een voorraad van 80 of 100 kilogram.

Vervolgens werd op vrijdag 29 maart 1991 te 10.40 uur andermaal gehoord:

Getuige 1: 10.2.e  
10.2.e

Zijn verklaring is in dit proces-verbaal opgenomen op de bladnummers 16 t/m 18.

In deze verklaring spreekt deze getuige over de opslag van 40 kg zwart kruit in de oorlogsbunker. Dit in tegenstelling met hetgeen hij op de dag van de explosie mededeelde aan de adjudant van gemeentepolitie te Culemborg, 10.2. , dat er vermoedelijk 200 kg zwart kruit^lag opgeslagen. Eén en ander is gerelateerd in het eerder opgemaakte proces-verbaal nummer 91026 van de gemeentepolitie Culemborg.

Op dinsdag 2 april 1991, hoorde ik,  
verbalisant Schuijl, de getuigen:  
Getuige 2: 10.2.e 1,  
10.2.e

Verklaring is opgenomen op de bladen 19 en 20.  
en  
Getuige 3: 10.2.e 10.2.e 1,  
10.2.e

Deze verklaring is opgenomen op blad 21 van dit proces-verbaal.

Vervolgens werd op woensdag 3 april 1991 te  
14.45 uur, gehoord de getuige:  
Getuige 4: 10.2.e  
10.2.e

Zijn verklaring werd onder doornummering opgenomen in dit proces-verbaal op de bladnummers 22 en 23.

Bevindingen: Uit het door mij, verbalisant 10 ,  
ingestelde onderzoek is het navolgende gebleken.

Toedracht van de explosie:

\* Aanwezigheid van massa explosief materiaal.

Primair dient vastgesteld te worden wat de kracht van de explosie is geweest en waar de explosie is gefinitieerd.

Overeenkomstig de bevindingen van PML-TNO en het Gerechtelijk laboratorium ga ik ervan uit dat de detonatie is gefinitieerd in of in de directe omgeving van bunker 6 van het ontplofte gebouw. Deze explosie heeft de materialen in de bunkers 7, 8 en 9 tot detonatie gebracht. (sympatische detonatie)

Voor wat betreft de kracht van de explosie zijn de resultaten overeenkomstig de berekeningen van PML-TNO. De explosie kracht moet gelegen hebben tussen de 1000 en 5000 kg TNT equivalent. Op basis van ruitbreuk-analyses is het aannemelijk dat er sprake is van een explosie met de kracht van gemiddeld 2000 kg TNT equivalent.

De drukgolf van de detonatie behoort bij explosieven van de categorie 1.1. Uitgaande van 2000 kg TNT equivalent komt 40% effectief volume explosieve stof in vuurwerk overeen met ongeveer 5000 kg brutogewicht vuurwerk van klasse 1.1.

De aanname van 40% effectief volume explosieve stof is een gemiddelde waarde. Het werkelijke percentage is achteraf feitelijk niet vast te stellen. De berekening van het brutogewicht vuurwerk geeft dan ook een orde van grootte aan.

Op basis van de Hinderwet vergunning was in de bunkers totaal 4400 kg vuurwerk van de klasse 1.3 toegestaan.

De verdachte 10.2.e verklaarde ongeveer 3400 kg vuurwerk in opslag te hebben.

Zoals ook aangegeven in het PML-TNO rapport kan een beperkte hoeveelheid explosieve stof reageren volgens gevarenklasse 1.1, die opgeslagen is met materiaal van andere gevarenklassen, de totaal aanwezige hoeveelheid explosieve stof tot explosie (detonatie) brengen.

Op grond van deze overwegingen is het niet feitelijk vast te stellen of de firma M.S. Vuurwerk bv. grotere hoeveelheden vuurwerk in opslag had dan op grond van de Hinderwet vergunning was toegestaan. De toegestane hoeveelheid (4400 kg) ligt in de zelfde orde van grootte als de berekende hoeveelheid (5000 kg).

Wel kan geconcludeerd worden dat op basis van de effect berekeningen in loads 2 explosief materiaal van de klasse 1.1 aanwezig moet zijn geweest. In ieder geval een hoeveelheid die in staat is om tot detonatie te komen. De rest van de opslag gaat vervolgens in de detonatie mee.

De verdachte 10.2.e verklaarde in de opslagbunkers 8 en 9 vuurwerk van de klasse 1.1 in voorraad te hebben.

Aan de veronderstelling van de aanwezigheid van klasse 1.1 materiaal zoals aangegeven in het PML-TNO rapport (blz 15) dient de mogelijkheid van de aanwezigheid en opslag van zwart kruit te worden toegevoegd. Dit wordt ondersteund door het feit dat op 900 meter afstand een plastic zakje voor zwart kruit werd gevonden. Wat geheel overeenkomt met de verpakkingseisen van het ADR (vervoersreglement).

De verdachte 10.2.e verklaarde dat ongeveer 100 kg zwart kruit in het bedrijf aanwezig was en dat deze hoeveelheid waarschijnlijk in werkbunker 3 heeft gestaan.

De veronderstelling dat klasse 1.1 materiaal aanwezig is geweest in loads 2 wordt eveneens ondersteund door de resultaten van het onderzoek naar de explosie in de Engelse vuurwerkfabriek van 10. Het pyrotechnisch mengsel van de 7Lb<sup>2</sup> fontein nad een drukstijgsnelheid die overeenkwam met die van zwart kruit en was in Engeland niet geklassificeerd omdat het bedrijf daartoe geen verzoek had ingediend.



Volgens de verklaring van de verdachte 10.2.e lag in opslagbunker 7 een aantal van deze ronten opgeslagen.

De veronderstelde aanwezigheid van klasse 1.1 materiaal in loods 2 hangt nauw samen met de gebezigde werkwijze bij M.S. Vuurwerk bv. Uit de verklaring van de verdachte 10.2.e kan worden opgemaakt dat voor het samenstellen van vuurwerk programma's zwart kruit nodig was.

Vanuit de oorlogsbunker werd zwart kruit (zak van 2,5 kg) naar de werkbunker 3 gebracht en daar werden zakjes van 5 of 10 gram stuwloading kruit klaargemaakt.

Deze stuwloadingen waren bestemd voor het vuurwerk dat lag opgeslagen in de bunker 8 en 9. Het vuurwerk in de bunkers 6 en 7 was door de leverancier voorzien van aandrijfloadingen.

Het zelf aanmaken van stuwloadingen was voor het bedrijf nieuw (jan 1991) en had te maken met de herziene transport voorschriften.

Aangezien op het moment van de explosie geen zwart kruit in de oorlogsbunker aanwezig was, is het waarschijnlijk dat de totale hoeveelheid (100 kg) zwart kruit in loods 2 in de werkbunkers of opslagbunkers aanwezig was.

Volgens de verklaring van de verdachte 10.2.e is het ongevoen dat er zoveel kruit in de werkbunker aanwezig was.

Tenzij het slachtoffer Visser vuurwerk programma's aan het klaarmaken was. In een dergelijk geval wordt een vuurwerk programma in een UN doos verpakt waar dan een zak van ongeveer 4 kg zwart kruit bijgaat ook in UN verpakking.

De verdachte 10.2. verklaarde dat het gebruikelijk was<sup>a</sup> net vuurwerk uit de verpakking te halen en in schappen in de opslagbunkers te leggen. Deze werkwijze kan ertoe leiden dat verpakt vuurwerk van de klasse 1.3 -buiten de verpakking opgeslagen in schappen- aangemerkt moet worden als klasse 1.1 materiaal. Hierdoor zou de totale hoeveelheid klasse 1.1 materiaal opgeslagen in de opslagbunkers 6 t/m 9 beduidend groter geweest kunnen zijn.

Op dit moment ontbreekt een eenduidige regelgeving met betrekking tot een dergelijke opslag en is derhalve geen sprake van een vermoedelijke overtreding van enig artikel van de Arbeidsomstandigheden wet.

\* Ontstekingsmogelijkheden waardoor brand, deflagratie en/of detonatie zou kunnen ontstaan.

Gezien de in het bedrijf gebruikelijke werkwijze richt het onderzoek zich in eerste instantie op het werken met zwart kruit.

Andere mogelijkheden zoals spontane ontleding van vuurwerk en het experimenteren met pyrotechnische mengsel geven vooral nog onvoldoende aanleiding tot nader onderzoek naar de oorzaak van de explosie.

Van zwart kruit mag worden aangenomen dat het op enig moment in de werkbunker of in de opslagbunkers vrij aanwezig kan zijn geweest.

Aangezien M.S. Vuurwerk grote vuurwerk programma's verzorgde ligt het voor de hand dat stuwladings in het bedrijf werden aangemaakt (zie verklaring H.J. Koolen).

Zwart kruit is in korrelvorm (korrel grootte 2 mm) en in poedervorm verkrijgbaar. M.S. Vuurwerk gebruikte de Korrelvorm.

Uit casuïstiek van ongevallen en proeven met zwart kruit is bekend dat los liggend kruit zeer fel en hard kan branden en afhankelijk van de hoeveelheid kan deflagreren respectievelijk detoneren.

Zeker is dit risico aanwezig in open verpakking. De ontsteking van zwart kruit korrels kan door wrijving (stoten, vallen) of door statische elektriciteit veroorzaakt worden.

Bij statische elektriciteit moet men denken aan statische ontlading van voorwerpen of personen op geaard of goed geleidend materiaal.

Om het risico van statische ontlading te voorkomen wordt bij het werken met zwart kruit dan ook speciale kleding en schoeisel gedragen. Synthetische kleding en goed isolerend schoeisel verhogen het risico van statische oplading. Gezien het grote geleidingsvermogen van zwart kruit is het bij voorbaat niet uit te sluiten dat een statische ontlading van een persoon het zwart kruit tot ontsteking zou kunnen brengen.

Het bovenstaande roept de vraag op of het vrouwelijk slachtoffer op enigerlei wijze een rol kan hebben gespeeld bij de detonatie. Het onderzoek van het Gerechtelijk Laboratorium wijst uit dat zij zeer dicht bij de explosie moet zijn geweest.

De vrouw droeg synthetische kleding en geen speciaal schoeisel. Ook het slachtoffer Visser droeg geen speciale kleding.

Het is niet feitelijk vast te stellen of dit enig verband houdt met de oorzakelijkheid van de explosie. Dit geldt eveneens voor de mogelijkheid van een gas explosie door gaslekage van de centrale verwarmingsinstallatie.

#### Conclusies van de bevindingen.

Bij de beschouwing over een vermoedelijke overtreding van de Arbeidsomstandigheden wet dient een onderscheid gemaakt te worden tussen werkwijze en opslag.

Met betrekking tot de gebezigde werkwijze bij M.S. Vuurwerk bv is op basis van de beschikbare feiten geen vermoedelijk overtreding van de Arbeidsomstandigheden wet geconstateerd.

De veiligheidsvoorschriften verbonden aan de opslag van klasse 1.1 explosief materiaal zijn in grote lijnen overeenkomstig hetgeen geformuleerd is in de voorwaarden van de vigerende Hinderwet vergunning. Vuurwerk van klasse 1.1 en 1.2 mag niet worden opgeslagen in de bunkers 6 t/m 9 van loods 2 en zwart kruit mag slechts worden opgeslagen in ruimte 10 en 11 (oorlogsbunker), Volgens de verklaring van verdachte 10.2.e lag er in de opslagbunkers 8 en 9 vuurwerk van klasse 1.1 en was er zwart kruit in het bedrijf aanwezig.

Feitelijk is door de recherche van de gemeentepolitie Culemborg vastgesteld dat op het moment van de explosie geen zwart kruit in de ruimte 10 en 11 aanwezig was. De verklaring van de verdachte 10.2. doet vermoeden dat het zwart kruit in loods 2 aanwezig moet zijn geweest.

De vaststelling dat zwart kruit in het bedrijf buiten de daarvoor ingerichte opslagbunkers (ruimte 10 en 11) aanwezig was, is op zichzelf geen feitelijk gegeven voor een vermoedelijke overtreding van de Arbeidsomstandigheden wet. Immers de Arbeidsinspectie staat in zijn algemeenheid de aanwezigheid van een dagvoorraad (werkvoorraad) op de werkvloer toe. Hoe groot de dagvoorraad in de werkbunker op het moment van de explosie had mogen zijn is op basis van de beschikbare gegevens niet na te gaan.

Door de vaststelling dat vuurwerk van de klasse 1.1 in de opslagbunkers 8 en 9 lag opgeslagen is er sprake van een vermoedelijke overtreding van artikel 26 lid 1 van de Arbeidsomstandigheden wet, juncto artikel 160 lid 1 van het Veiligheids Besluit voor Fabrieken of Werkplaatsen 1938, zijnde een Economisch Delict als bedoeld in artikel 1 onder lid 4 van de Wet op de Economisch Delicten.

De bouwkundige konstruktie van deze opslagbunkers was niet gerekend voor vuurwerk van de klasse 1.1 zijnde massa explosief materiaal. Hierbij dient opgemerkt te worden dat ik, verbalisant De Klerk, de genoemde overtreding niet zelf heb geconstateerd, omdat op het moment van onderzoek de opslag door de explosie was vernietigd.

Het bedrijf was op de hoogte van de risico's van klasse 1.1 explosief materiaal en had daarvoor binnen het kader van de Hinderwet vergunning voor de opslag van zwart kruit een speciale opslag ruimte (oorlogsbunker) toegewezen gekregen.

Tevens werd door ons, verbalisanten Schuijl en Scholten, in samenspraak met het Ministerie van Defensie vastgesteld dat er in de betreffende onderneming nog sprake was van een aantal overtredingen van de Hinderwet, te weten:

- 1. Blijkens het Gerechtelijk Laboratorium was er in de opslagbunker 6 een accu aanwezig.
  - Bijlage B punt 5 van de Hinderwetvergunning.  
"In de opslagbunkers mogen geen andere goederen worden opgeslagen."
- 2. Blijkens de verklaring van de verdachte 10.2.e lag in opslagbunker 8 en 9 lag ook nog vuurwerk van de klasse 1.1 en 1.2, dit was massa-explosief. Het gaat hier om een soort vuurwerk patroon die een harde knal geeft.
  - Bijlage B punt 1 van de Hinderwetvergunning.  
"Vuurwerk van de gevarenklasse 1.1 en 1.2 mag niet binnen de inrichting aanwezig zijn."
- 3. Tijdens het ontruimen van de oude oorlogsbunker werd daar een flinke hoeveelheid vuurwerk aangetroffen, in plaats van zwart kruit.
  - Bijlage F punt 2 van de Hinderwetvergunning.  
"In de oude bunker mogen geen andere goederen (dan zwart kruit) worden opgeslagen."
- 4. Blijkens verklaring van de verdachte werd het vuurwerk in de opslagbunkers uitgepakt in de schappen gelegd.
  - Bijlage B van de Hinderwetvergunning.  
"Het vuurwerk dient zoveel mogelijk in de originele transportverpakking aanwezig te zijn."

Na overleg met de officier van justitie te Utrecht, 10. werd door de heer 10.2.e een afstandsverklaring ondertekend, waarin afstand werd gedaan van een 4 tal dozen en 1 kist Silber Gerb 7Lb, vuurwerk. Eén en ander werd ter beschikking gesteld van TNO voor het nemen van een aantal proeven. Alvorens afstand werd gedaan werd hierover door mij, verbalisant Schuijl, telefonisch overlegd met de eigenaar van de betreffende goederen, de heer 10.2. Een ondertekende afstandsverklaring gaat als bijlage bij dit proces-verbaal.

Onderwerp: verhoor verdachte.

Personalia verdachte: 10.2.e  
10.2.e

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Op vrijdag 22 maart 1991, om 10.00 uur, hoorden  
wij,  
10.2.e  
noordagent-recnercneur van gemeentepolitie te Culemborg,  
en  
10.2.e  
inspecteur van de Arbeidsinspectie,  
de eerder genoemde verdachte.

Nadat de verdachte was medegedeeld dat hij niet tot antwoorden verplicht was, verklaarde hij:  
"In aansluiting op mijn verklaring van de vorige keer kan ik u vertellen dat er in de opslagbunkers van loods 2 ongeveer 800 kilogram vuurwerk per bunker opgeslagen lag. Als ik zeg 800 kilogram kan aangenomen worden dat dit vrij juist klopt omdat ik veel met vuurwerk omga. In de werkbunker aan de zijde van de Stokvisweg lag wat lont, ik denk dat er een paar honderd doosjes van ieder 8 meter hebben gelegen. In de andere werkbunker lag wat vuurwerk, ik denk een paar honderd kilo Romeinse kaarsen. In opslagbunker 6 lag ongeveer 800 kg. Chinees vuurwerk. In opslagbunker 7 lag Spaans vuurwerk (meerslag bommen)) en de fonteinen van Le Maitre uit Engeland, in denk ongeveer 35 stuks. In bunker 8 en 9 lag Duits vuurwerk. Ik kan niet precies zeggen wat er lag omdat 10.2.e en mijn zoon 10.2 de zaken in de achterste loods regeiden.

In opslagbunker 8 en 9 lag ook nog vuurwerk van de klasse 1.1, dit was massa-explosief. Het gaat hier om een soort vuurwerk patroon die een harde knal geeft. Dit was het enige vuurwerk van de klasse 1.1 wat in mijn bedrijf was. Verder had ik natuurlijk ook kruit, zwart kruit, hetgeen ook tot de klasse 1.1 hoort. Wij hadden daarvan het kruit in korrelvorm. Ik had vergunning voor de opslag van 200 kilogram van dat kruit. Op het moment van de explosie hadden wij maar 100 kg. op voorraad hetgeen in de oorlogsbunker lag. Dit kruit betrok ik van de firma Zink uit Duitsland. Voor een groot vuurwerk had ik ongeveer 4 kg. kruit nodig. In een jaar gebruikte ik nog geen 1000 kg. kruit in mijn bedrijf voor het afsteken van vuurwerk. Dit ligt uiteraard nooit in één keer opgeslagen.

Wanneer wij een vuurwerk hadden werd kort daarvoor het kruit klaargemaakt, dat werkte als volgt. Vanuit de oorlogsbunker werd dan een zak kruit van 2,5 kg. meegenomen naar werkbunker 3 waar zakjes met 5 of 10 gram werden aangemaakt.

Vervolgens werd het gehele vuurwerk klaargemaakt voor transport. Op de plaats van het vuurwerk werden deze zakjes in de kokers gedaan en werd het vuurwerk met behulp van een lont afgestoken.

Voorheen kregen wij vuurwerken aangeleverd met daaronder de kruit stuwladingen. Sinds kort maken wij deze zelf.

Ik weet zeker dat Louis ten tijde van het ongeval niet met kruit aan het werk was.

Voor zover ik weet lag in de oorlogsbunker het navolgende opgeslagen, flower-bedjes, fontein van Le Maitre en nog wat kleine vuurwerken, ik bedoel potjes, en verder vermoedelijk het zwarte kruit. Dit spul lag daar omdat het kruit gevaarlijk spul is. De fontein heb ik daar neergelegd omdat er in Engeland een ongeluk mee is gebeurd en ik het daarom ook gevaarlijk spul vindt. Hoeveel fontein er in die bunker lagen weet ik niet. Na een ongeluk met een fontein in Helmond, heb ik de oude voorraad in de oorlogsbunker gelegd en de nieuwe die ik van Le Maitre kreeg heb ik in bunker 7 laten leggen.

De elektrische ontstekers, met een lakje, lagen in één van de bunkers van het voorste pand. Naar mijn mening hadden we daar 5 of 10 doosjes van 100 stuks van op voorraad. Ik had geen pyrotechnische mengsels en dergelijke voor handen, wij gebruikten alleen compleet aangeleverde produkten.

Het vuurwerk was bij ons opgeslagen in de opslagbunkers. Het was gebruikelijk dat het vuurwerk werd uitgepakt en vervolgens op de schappen werd gelegd. Deze schappen waren gemaakt van hout.

In het bedrijf werd speciale kleding gebruikt, de zogenaamde Nomex met metaalfase. Ik bedoel hier de stofjassen en overalls. Verder ook nog speciale schoenen, anti-statisch met stalen neuzen.

Wanneer er met vuurwerk gewerkt werd moest deze kleding gedragen worden en dit gebeurde ook in mijn bedrijf. Ik kan mij voorstellen dat mijn schoonzoon tijdens het vegen die kleding niet aangehad heeft, dat was ook niet nodig.

In het bedrijf werd niet geëxperimenteerd met het vuurwerk. Het enige wat wij wel deden was het maken van letters. Dit gebeurde overigens in de loods van het voorste pand.

Voor zover ik weet hingen er in het achterste pand 6 brandblussers. Deze werden periodiek gekeurd. Ik weet zeker dat ze waren van het merk No-Swift. Ook de brandblussers van Saval werden periodiek, één keer per jaar, gekeurd. Als er een brandblusser leeg was werd deze direct vervangen door een volle.

In april 1990 is de loods 2 opgeleverd door de aannemer 10.2.e

De elektrische installatie is toen gekeurd door de Regionale Energievoorziening Dordrecht, van die instelling heb ik toen een brief gekregen dat een aantal zaken niet helemaal juist waren. Hierop heb ik de installateur 10.2.e gebeld dat die zaken hersteld moesten worden. Ik weet ook zeker dat zij toen zijn teruggekomen om één en ander te herstellen.

Nu kan ik mij herinneren dat het hier om de aard-leiding ging.

Het enige wat ik hier verder over kan zeggen is dat ik de R.E.D. heb laten weten dat het hersteld was en dat ze het moesten herkeuren, dat is echter nooit gebeurd.

Voorheen werd het kruit aangeleverd in houten kisten. Sinds 1 januari 1991 kwam het in zogenaamde UN verpakking, zijnde kartonnen dozen met daarin 20 of 25 kilogram, verdeeld in zakjes van 2 of 2,5 kg. Deze dozen werden door ons opgeslagen in de oorlogsbunker waar wij de dozen zo op het houten schap zetten.

Voor het vuurwerk wat ik in Bahrein heb afgestoken is al het vuurwerk verpakt en vervoert door een daarin gespecialiseerd bedrijf. Zij hebben toen ook gezorgd voor de verpakkingsmiddelen.

In het verleden heb ik kistjes laten maken om het zwarte kruit in op te slaan. Dit was in de tijd voor de UN verpakking kwam. Het was toen verplicht het kruit op te slaan in kisten die werden afgesloten met behulp van messing schroeven. Sinds het kruit in de UN verpakking kwam hebben wij die kisten niet meer gebruikt, waar wij die kisten hebben gelaten is mij niet bekend. Als ik mij goed herinner hebben wij toen 4 van die kisten laten maken. De afmeting weet ik niet meer precies, wel weet ik dat er precies 20 of 25 kg. in kon.

Als er tijdens het afsteken van een vuurwerk een bom of iets dergelijks niet afging, gingen wij als volgt te werk. Na enige tijd te hebben gewacht werd de bom onschadelijk gemaakt door hem plat te trappen en het lont af te knippen waarna de resten mee terug werden genomen naar het bedrijf. Op het bedrijf keek ik het betreffende artikel na of het een kwestie van het lont was, in dat geval maakte ik er een nieuw lont aan en werd het weer gebruikt. Was er iets anders aan de hand werd het terug gestuurd naar de leverancier.

Restanten lont werden door ons twee dagen in een emmer met water gezet waarna het de container inging. Ik bedoel hier een grote container van de firma Weverwijk."

Al ons afval ging in de container van de firma Weverwijk, dat was ook de enige container die op het bedrijf aanwezig was.

Verder hadden wij in het bedrijf een stuk of tien groene afval containers welke ik in Roosendaal had gekocht. Het was gebruikelijk dat wij intern in het bedrijf in die containers het vuil verzamelden waarna ze in de grote container van Van Weverwijk werden geledigd. Wanneer er ergens in het bedrijf werd schoongemaakt of geveegd nam men een dergelijke groene container mee om het vuil in te deponeren.

Ik weet dan ook zeker dat 10.2.e op de dag van de explosie een container bij zich had toen hij de veranda aan het vegen was.

Het is mij ook nog bekend dat er in Saragoza een week voor het ongeval in mijn fabriek ook een ongeval is geweest in een vuurwerkfabriek. Voor zover mij bekend is er daar in schafttijd een explosie geweest waarbij een spontane ontbranding is ontstaan in kant en klaar vuurwerk.

Het is inderdaad zo dat ik altijd kruit in voorraad heb in mijn bedrijf. Ik weet nagenoeg zeker dat er op het moment van de explosie ongeveer 100 kg, zeker weet ik dat het 4 dozen van 20 of 25 kg., geweest moet zijn.

Wanneer deze niet in de oorlogsbunker gestaan hebben moeten deze in werkbunker 3 hebben gestaan om te worden verwerkt.

Het kan zijn dat 10.2.e het kruit moest verwerken voor één of meer vuurwerken. wij hebben namelijk iedere week wel meerdere vuurwerken af te steken.

Ik heb niet gezien dat 10.2.e de dozen met kruit naar de werkbunker heeft gebracht. Wel heb ik gezien, toen ik om 10.30 uur met 10.2.e stond te praten, wij stonden toen voor de werkbunker 3 waarvan de deur openstond, dat er in die bunker dozen stonden. Hoeveel dozen er stonden en wat erin zat weet ik niet.

Van het vuurwerk in opslagbunker 6 en 7 was dit voorzien van de aandrijfloadingen terwijl het spul in bunker 8 en 9 geen aandrijf lading had. Deze werden gemaakt op de wijze zoals ik al heb aangegeven met behulp van het kruit.

Op zich is het ongewoon dat er zoveel kruit in de werkbunker aanwezig is. Tenzij 10.2.e vuurwerk aan het klaarmaken was voor bijvoorbeeld Koninginnedag. In een dergelijk geval wordt vuurwerk in een UN doos verpakt waar dan ongeveer 4 kg. kruit bijgaat, ook in UN verpakking.



Het geheel gaat dan in één doos met als opschrift 1.1 G en 1.3 G.

Deze wijze van verpakken is besproken met het Korps Controleurs Gevaarlijke stoffen, de heer Woudenberg.

Verder heb ik niets aan mijn verklaring toe te voegen."

Nadat de verdachte de verklaring had doorgelezen, verklaarde hij daarbij te volharden en ondertekende hij deze in concept.

Waarvan door ons op ambtseed en ambtsbelofte werd opgemaakt dit proces-verbaal dat werd gesloten op 22 maart 1991.

De verbalisant(en),

10.2.e

Onderwerp: verhoor getuige / verdachte

Personalia verdachte: 10.2.e  
10.2.e

1,

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Op vrijdag 29 maart 1991, om 10.40 uur, hoorde ik,

10.2.e

brigadier-recruteur van gemeentepolitie te Culemborg,  
de eerder genoemde verdachte.

Nadat de getuige / verdachte was medegedeeld dat hij niet tot antwoorden verplicht was, verklaarde hij:  
"Zoals ik al eerder verklaarde ben ik werkzaam bij het familiebedrijf van mijn vader MS Vuurwerk BV. Mijn vader is directeur van dit bedrijf en mijn zwager 10.2.e was bedrijfsleider. Ik zelf was medewerker. Er waren nog enkele vaste medewerkers zoals 10.2.e

Ook stonden er nog enkele free lance medewerkers op de zogenaamde schietlijst. Dat zijn mensen die alleen vuurwerken afschoten in drukke tijden. Deze mensen kwamen zeker niet in de werkbunkers, alleen in de kantine of kantoor. De werkverdeling in ons bedrijf was de volgende. Mijn vader deed alleen nog het PR werk naar buiten. Zelf met vuurwerk was hij niet bezig. 10.2.e was de boekhouder en werd door Septer administratie bijgestaan. Ook zij hielden zich niet met vuurwerk bezig en kwamen dan ook nooit in de werkbunkers, laat staan in de opslagbunkers. Mijn zwager had de feitelijke leiding bij het samenstellen van de vuurwerkprogramma's. Hij hield dus ook bij hetgeen moest worden ingekocht en hetgeen wat er was opgeslagen of moest worden klaargemaakt. Samen maakten wij vervolgens de respectievelijk vuurwerken. Dat wil zeggen wij knoopten de bommen aaneelkaar en maakten deze vervoersgereed zodat het kon worden afgeschoten. Dit afschieten deden wij zelf en als er meer waren, deed een van de medewerkers die op de schietlijst stonden. Vaak kwamen er Duitsers van de firma Zink en Weco. De werkzaamheden die wij, 10.2.e en ik moesten verrichten bestonden vaak alleen maar uit het samenknopen van de bommen en het fabriceren van de zogenaamde letters. De term vuurwerkfabriek is dan ook feitelijk verkeerd, immers wij maakten geen vuurwerk, maar stelden deze alleen samen. Vuurwerk werd door ons alleen kant en klaar gekocht. Van veel vuurwerkartikelen waren de kruitladingen reeds fabrieksmatig klaargemaakt. Van enkele soorten, zoals de kaliber 24, 45 en 60, dat is vuurwerk van de firma Zink, waren niet voorzien van kruitladingen. Daar moesten wij zelf de kruitladingen voor maken. Daar hadden wij ook zwart kruit in het bedrijf aanwezig. Hoeveel zwart kruit er kort voor de explosie in het bedrijf aanwezig was weet ik niet.

Ook kan ik niet zeggen hoeveel zwart kruit er per vuurwerk wordt gebruikt. Mijn zwager 10.2.e en ik maakten deze kruitladingen. Dit ging zo. Wij naalden een hoeveelheid kruit naar een van de werkbunkers en een hoeveelheid vuurwerk. Normaal namen wij altijd een zakje kruit mee. Daar zit dan 2 kilo in. In een doos zitten tien zakjes. Samen met een zakje kruit namen wij dan ook doos vuurwerk mee. Met een maatschepje werd dan de juiste hoeveelheid kruit afgemeten en in een zakje gedaan. Dit zakje werd afgetaped en eveneens met tape aan de bom bevestigd. Zodat dit dus een geheel werd. Dit geheel werd dan in de schappen in de bunkers gelegd en wel soort bij soort en kleur bij kleur, zodat als er een vuurwerk moest worden samen gesteld Visser of ik de betreffende bunker kon in lopen en dan het benodigde pakken en vervoergereeds maken zoals ik al eerder zei. Het is niet zo dat wij ieder onze eigen werkbunker hadden. Wel is het zo dat wij altijd alleen in een bunker werkten, dus nooit samen. Indien wij met vuurwerk bezig waren droegen wij speciale anti statische kleding van het merk Nomex. Ook hielden wij rekening met de andere kleding. Zo droegen wij altijd katoenenkleding. Ook droegen wij speciale schoenen met anti statische zolen.

Van het gebeuren op die dag kan ik weinig vertellen. Zoals ik al eerder verklaarde was ik die week vrij en thuis aan de studie. Voor zover ik weet was er alleen op dinsdag een vuurwerk geweest. Dat is normaal afgeschoten. Met welke werkzaamheden 10.2.e bezig was kan ik dan ook niet zeggen. Ik hoorde later dat hij aan het opruimen was.

Vuurwerk dat op de plaats van afsteken niet was afgegaan werd door mij meestal ter plaatse kapot gemaakt. Soms werd ook een tweede poging gedaan zodat het alsnog werd afgestoken. Ik moet zeggen dat het zeer zelden voorkwam dat dit gebeurde. Kon het kruit uit het vuurwerk niet ter plaatse in water worden gegooid, dan gebeurde dit aan het bedrijf in een emmer water, waarna het in de container van Weverwijk ging. De groene containers die in het bedrijf stonden werden gebruik voor het afval uit het bedrijf. Ook dit ging later in de container. In ieder geval kan ik zeggen dat ik nooit vuurwerk mee terug heb genomen, om dat dit niet nodig was.

Wat betreft de klassificatie van vuurwerk kan ik zeggen dat wij 1.1 mogen hebben in de vorm van zwart kruit. Ander vuurwerk van klasse 1.1. mogen wij niet hebben. Dat hadden wij zeker niet in voorraad. Ik vraag mijzelf af of er wel vuurwerk is van klasse 1.1. Vuurwerk dat wij hadden was in de klasse 1.3 G, 1.4 G en 1.4 S. Voor zover ik weet veranderd er niets aan de klassificatie als het vuurwerk uit gepakt is en op de schappen is gelegd. Al het vuurwerk dat wij binnen krijgen en dat er bij ons uitgaat, is verpakt in de zogenaamde UN dozen voorzien van de klassificatie.

Ik kan mij herinneren dat ik op de dag van de explosie heb verteld dat er mogelijk zwart kruit in de oude (oorlogs)bunker lag. Ik meen dat ik toen zei dat er iets van 40 kilo kon liggen. Het zwarte kruit is daar altijd opgeslagen. Zoals ik al eerder verklaarde haalden wij nooit meer dan 1 zakje (2 kilo) daaruit.

Als het er niet lag moet het dus op geweest zijn of het moet tijdelijk verplaatst zijn. Hoewel dit laatste voor mij onbegrijpelijk dan wel onmogelijk is. Normaal is er op de plaats waar kruit is gelegen alleen kruit aanwezig en geen ander vuurwerk. Ik heb zeker het kruit niet verplaatst naar een andere bunker en ik weet ook niet of 10.2.e of mijn vader dit gedaan kan hebben.

In ons bedrijf werd niet geëxperimenteerd met vuurwerk. Wij produceerden geen vuurwerk.

In totaal had ons bedrijf een 24 brandblussers. Enkele daarvan waren in de vrachtauto's gemonteerd en anderen waren allemaal in het bedrijf opgehangen. Er is in ons bedrijf nog nooit brand geweest, dus ook de blussers zijn niet gebruikt. Daar deze periodiek gekeurd werden, kunnen zij alleen maar vol zijn geweest. Indien er een lege blusser is aangetroffen, dan kan het volgens mij alleen maar zijn dat deze is leeggespoeten na de explosie, dus doordat het puin of iets dergelijks is opgevallen. Met de bouw van het bedrijf heb ik mij nooit bezig gehouden, daar kan ik dus ook niets over verklaren.

Zoals ik al verklaarde was ik niet verantwoordelijk voor de bedrijfsvoering. Verder waren 10.2.e en ik ieder voor zijn eigen werk verantwoordelijk. Ik heb geen idee wat er die dag is mis gegaan. Wij hebben er alle belang bij het te weten, daar wij het bedrijf gaan voortzetten."

10.2.e

Nadat 10.2.e zijn verklaring had gelezen, verklaarde hij daarbij te volharden en ondertekende deze.

Waarvan door mij op ambtsbelofte werd opgemaakt dit proces-verbaal dat werd gesloten op 29 maart 1991.

10.2.e De verbalisant(en),

Onderwerp: verhoor getuige.

Personalia getuige: 10.2.e  
10.2.e

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Op dinsdag 2 april 1991, om 20.20 uur, hoorde ik,  
10.2.e  
noordagent-recnercneur van gemeentepolitie te Culemborg,  
de eerder genoemde getuige.

Aan de hand van de gestelde vragen, verklaarde hij  
het navolgende:

"Het is inderdaad juist dat ik wel eens werkzaamheden  
verricht heb op het bedrijf van de heer 10.2.e, M.S.  
Vuurwerk bv. Wanneer ik daar aan het werk was was ik weleens  
behulpzaam bij het maken van vuurwerken, dat wil zeggen dat  
ik dan hielp om bepaalde vuurwerken van verschillende  
kalibers bij elkaar te verzamelen uit de opslag bunkers  
waarnaar deze verder verwerkt werden door 10.2 of  
10.2.e

Hoofdzakelijk bestond mijn werk uit het schoonmaken van de  
Stalin-orgels en andere materialen.

Het is mij bekend dat er in de oorlogs-bunker zwart kruit  
opgeslagen lag, hoeveel weet ik niet. Ik weet ook dat in de  
werkbunker van de nieuwe loods en wel aan de zijde van de  
Stokvisweg meestal gewerkt werd met het zwarte kruit. In die  
werkbunker werd door 10.2 of 10.2.e met het zwarte kruit  
stuwladings gemaakt voor de diverse kalibers vuurwerk.  
Wanneer zij deze stuwladings maakten werden deze in de  
opslagbunkers van de nieuwe loods opgeslagen bij het kaliber  
vuurwerk waar ze bij hoorden. Voor het maken van die  
stuwladings werd dan ook een pak kruit uit de oorlogsbunker  
gehaald en meegenomen naar de werkbunker. Ik denk dat in  
zo'n pak ongeveer 2 of 2,5 kg kruit zat. Vanuit dit pak  
werden plastic zakjes gevuld met een afgemeten hoeveelheid  
kruit, speciaal afgemeten voor een bepaald stuk vuurwerk.  
Voor zover ik weet lag er nooit kruit opgeslagen in de  
werkbunker.

Ik heb voor het laatst op oudjaarsdag 1990 bij 10.2.e  
gewerkt.

Het is mij niet bekend wat er in de respectievelijke bunkers  
opgeslagen lag.

Als ik bij 10.2.e aan het werk was moest ik altijd speciale  
kleding dragen.

Voor zover ik weet werd er bij 10.2.e nooit geëxperimenteerd  
met vuurwerk.

Verder kan ik alleen nog verklaren dat ik ook wel eens  
meeging om een vuurwerk af te steken."

10.2.e

Nadat de getuige deze verklaring had doorgelezen,  
verklaarde hij daarbij te volharden en ondertekende deze.

10.2.e

Waarvan door mij op ambtseer werd opgemaakt dit  
proces-verbaal dat werd gesloten op 2 april 1991.

De verbalisant(en),

10.2.e

Onderwerp: verhoor getuige.

Personalia getuige: 10.2.e  
10.2.e

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Op dinsdag 2 april 1991, om 20.50 uur, hoorde ik,  
10.2.e  
noordagent-recnercneur van gemeentepolitie te Culemborg,  
de eerder genoemde getuige.

Aan de hand van de gestelde vragen, verklaarde hij  
het navolgende:

"In het verleden heb ik voor de firma M.S. Vuurwerk wel eens  
vuurwerken afgestoken. Meestal deed ik dat met 10.2.e of  
10.2.e . Het was gebruikelijk dat wanneer een vuurwerk  
werd argestoken de spullen voor dat vuurwerk klaar stonden.  
In een apart kistje zaten dat de kruit-ladingen die wij  
nodig hadden als stuwloading voor bepaalde soorten vuurwerk.  
Deze ladingen waren kruit ladingen welke verpakt zaten in  
plastic-zakjes met precies afgemeten hoeveelheden kruit.  
Het is mij niet bekend hoe lang voor een vuurwerk deze  
ladingen werden klaar gemaakt. Ik heb daar nooit bij  
geholpen.

Verder heb ik bij 10.2.e alleen nog schoonmaakwerk gedaan.  
Ik bedoel het schoonspoelen van de zogenaamde Stalin-  
orgels.

Het is mij niet bekend wat er precies in de verschillende  
bunkers lag opgeslagen.

Voor zover ik weet werkten alleen 10.2.e en 10.2 met het  
zwarte kruit.

10.2.e werd alleen gewerkt met standaard vuurwerk, er  
werd voor zover mij bekend nooit gerommeld met het vuurwerk.  
Verder kan ik niets verklaren."

Nadat de getuige deze verklaring had doorgelezen,  
verklaarde hij daarbij te volharden en ondertekende deze.

10.2.e

Waarvan door mij op ambtseed werd opgemaakt dit  
proces-verbaal dat werd gesloten op 2 april 1991.

De verbalisant(en),

10.2.e

Onderwerp: verhoor getuige.

Personalia getuige: 10.2.e  
10.2.e

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Op woensdag 3 april 1991, om 14.45 uur, hoorde ik,  
10.2.e  
noordagent-recnercneur van gemeentepolitie te Culemborg,  
de eerder genoemde getuige.

Aan de hand van de gestelde vragen, verklaarde hij  
het navolgende:

"Het is juist dat ik wel eens voor 10.2.e vuurwerk afstak.  
Ik moet zeggen dat ik de laatste tijd geen werk meer voor  
hem verrichte op zijn bedrijf. In het verleden is dat wel  
het geval geweest. Ik praat hier over de tijd dat hij nog in  
de kippenschuur aan de Stokvisweg zat. In die tijd hielp ik  
de heer 10.2.e senior met het maken van de vuurwerken. Dat  
hield in dat ik hem ook hielp met het maken van de kruit  
ladingen voor het afschieten van bepaalde projectielen.  
Dit werd op de volgende wijze gedaan. Afhankelijk van het  
soort en de grootte van het projectiel werd een bepaalde  
hoeveelheid kruit afgeschept, met een koperen maatbeker,  
hetgeen in een plastic-zakje werd gedaan. Vervolgens werd  
dit zakje dichtgeplakt. Deze zakjes werden vervolgens  
opgeslagen bij het vuurwerk in de bunker.

Wanneer een vuurwerk werd afgestoken werden deze zakjes met  
kruit in de ijzeren pijpen gedaan waarna het vuurwerk  
projectiel erop werd geplaatst. Dit werd pas gedaan op de  
plaats waar het vuurwerk plaats vond. De onderdelen van  
vuurwerk, kruit en afsteek middelen werden los in een bus  
vervoert naar de plaats van het vuurwerk. De gevaarlijke  
stoffen werden altijd met een aparte bus gebracht omdat daar  
een speciale auto voor nodig was en een bestuurder die  
daarvoor de benodigde papieren had.

Ik weet dat 10.2.e zijn zwart kruit voorraad had opgeslagen  
in de oorlogsbunker, hoeveel hij daarvan in voorraad had  
weet ik niet. Wel is het mij bekend dat wanneer er in een  
werkbunker met kruit gewerkt werd er vanuit de oorlogsbunker  
een hoeveelheid kruit werd gehaald. Naar mijn mening was dat  
nooit meer dan 10 kilogram. Als deze werk hoeveelheid op was  
werd er nieuw kruit gehaald om mee verder te werken.

Ik kan verder alleen nog verklaren dat ik mee ben geweest  
naar een vuurwerk wat 10.2.e in Bahrijn heeft afgestoken.  
Voor het vervoer van de vuurwerken en het kruit naar Bahrijn  
heeft Koolen kisten laten maken waar het kruit en het  
vuurwerk in verpakt werd. Voor zover ik weet zijn deze  
kisten per schip tetruggebracht naar Nederland.  
Verder kan ik u niets terzake dienende verklaren."

10.2.e



Nadat de getuige deze verklaring had doorgelezen,  
verklaarde hij daarbij te volharden en ondertekende deze.

10.2.e

Waarvan door mij op ~~ambtseed~~ werd opgemaakt dit  
proces-verbaal dat werd gesloten op 3 april 1991.

De verbalisant(en),

10.2.e

Onderwerp: sluitblad.

\* \* \* \* \* P R O C E S - V E R B A A L \* \* \* \* \*

Als bijlage gaat bij dit proces-verbaal:

- een verificatie- en informatiestaat betreffende de verdachte 10.2.e
- een afstandsverklaring.

Waarvan door ons, ieder voor zover betreft zijn eigen bevindingen, op ambtseed c.q. ambtsbelofte dit proces-verbaal is opgemaakt, dat werd gesloten op 10 april 1991 te Culemborg.

De verbalisanten:

10.2.e

Gezien,  
de adjudant van  
gemeentepolitie te Culemborg,  
10.2.e

GEMEENTEPOLITIE C U L E M B O R G.  
Afdeling: recherche.

Onderwerp: afstandsverklaring inbeslaggenomen voorwerpen.

Ondergetekende: 10.2.e  
10.2.e

verklaart ten aanzien van de navolgende bij M.S. Vuurwerk  
bv. inbeslaggenomen voorwerpen, hiervan na overleg met de  
eigenaar, 10.2.e

4 dozen en 1 kist Silver Gerb 7Lb.

afstand te doen t.b.v. het nemen van proeven door T.N.O.

Voordat door genoemd persoon afstand werd gedaan van het  
vorenstaande, heb ik, verbalisant 10.2.e hierover  
telefonisch contact gehad met de heer J.r. Nooyen, die mij  
mededeelde geen bezwaar te hebben tegen het gebruik van de  
betreffende artikelen aangezien deze toch vernietigd dienen  
te worden. 10.2.e

Bovenstaande verklaring werd afgelegd ten overstaan van mij,  
10.2.e  
hoordagent-rechercheur van gemeentepolitie te Culemborg

Culemborg. 9 april 1991.  
10.2.e

Ruimte voor parket

Parketnr.

Ruimte voor de afdeling van de  
justitiële documentatiedienst

A.D.

Datum ontvangst

## Verificatiestaat voor **ECONOMISCHE DELICTEN**

Aan de chef van de afdeling bevolking te Culemborg

Verzoeken onderstaande gegevens ten dienste van de justitie te controleren, zo nodig te verbeteren en aan te vullen, en dit formulier aan de aanvrager terug te zenden.

(Ruimte voor verbeterde gegevens)

Naam ..... 10.2.e

voornamen .....

geboren op ..... 10.2.e

te ..... Culemborg ✓

gemeente ..... Culemborg ✓

woonplaats en adres ..... 10.2.e

nationaliteit ..... Nederlandse ✓

Aanvragende instantie Gemeentepolitie Culemborg.  
10.2.e , hoofdagent-rechercheur  
van politie.

adres ..... 10.2.e

datum ..... 3 maart 1991

10.2.e

Voor verificatie:

030491



handtekening van de behandelende  
ambtenaar van de afdeling bevolking:

10.2.e