



(Historisch) Vooronderzoek
& OCE werkzaamheden

**RISICOANALYSE BRISANTBOMMEN
OP INSLAGLOCATIE
SHORT STIRLING BOMMENWERPER W7630
BIJ ABDIJ LILBOSCH TE ECHT-SUSTEREN**



Opdrachtgever:
Stichting Berging Stirling W7630

Documentnummer:
2015-RA-080515

Datum:
2 juni 2015

Aantal pagina's:
16

Steller :
kapitein b.d. A.H. Meijers
Senior OCE-Deskundige

Aanleiding

Op verzoek van de Stichting Berging Stirling W7630 is door “Antoon Meijers (Historisch) Vooronderzoek & OCE-werkzaamheden” een risicoanalyse opgesteld over de gevaren van de mogelijk aanwezige conventionele explosieven (CE) op de crashlocatie van de Britse Short Stirling bommenwerper W7630 van No. 7 Squadron RAF die op 10 september 1942 omstreeks 23.15 uur is neergestort nabij de Abdij Lilbosch te Echt.

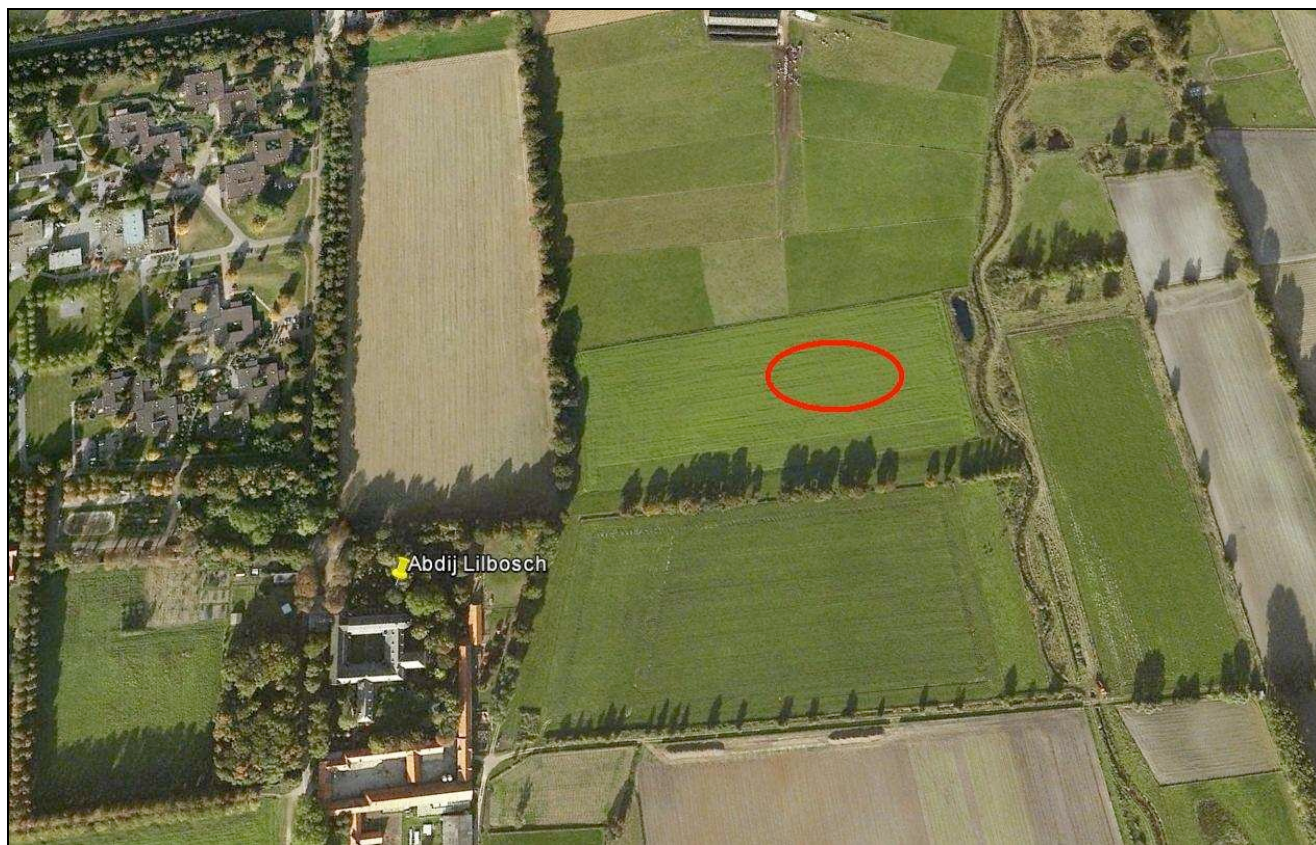


Afbeelding 1. De crashlocatie van de Britse Short Stirling bommenwerper W7630 van No. 7 Squadron RAF. (Bron: Topografische kaart van Nederland 1:25000 blad 68^E Montfort, uitgave 1996).

Probleemstelling

Volgens de door de Stichting Berging Stirling W7630 aangeleverde informatie is er sprake van de waarschijnlijke aanwezigheid van vliegtuigwrakdelen, milieugevaarlijke stoffen en stoffelijke resten van bemanningsleden en de mogelijke aanwezigheid van conventionele explosieven (CE) in de vorm van kleinkalibermunitie (KKM) met een kaliber van .303 inch, handvuurwapens met bijbehorende KKM, vuurwerken (pyrotechnische middelen), afwerpmunitie in de vorm van 36 lichtfakkels (flares) in twee bundels en minimaal drie Britse brisantbommen General Purpose (GP) van 1000 lb.

Bij detonatie van een mogelijk aanwezig CE binnen de vliegtuigwraklocatie zal, afhankelijk van de diepte van het CE ten opzichte van het maaiveld, scherfwerking, luchtdrukwerking, schokgolf en hitte optreden tot bepaalde afstand (zie paragraaf “Effecten ongecontroleerde detonatie”).



Afbeelding 2. De globale ligplaats van de Short Stirling bommenwerper W7630 nabij Abdijs Lilbosch (Bron: rapportage SOVB, LCW/SOVB/0113).

Aanvullende historische informatie

Als aanvulling op het rapport van de Stafofficier Vliegtuigberging¹ is door de “Stichting Berging Stirling W7630” de volgende historische informatie aangeleverd:

Ooggetuige boerenknecht Joep Jennissen, die gewond vee van de crashplaats moest verwijderen op 11 september 1942, verklaarde een groot gat van ongeveer 15 bij 20 meter te hebben gezien op de crashplaats en geen vliegtuig of brokstukken ervan. Het gat was gevuld met vloeistof, dat naar benzine rook.

Meerdere ooggetuigen hebben verklaard dat het gat nog jarenlang in de winter werd gebruikt als schaatsvijver. Toen men eind zestiger, begin zeventiger jaren Pergamijn (heette eerst de Pepijnklinieken) ging bouwen werd het ‘gat’ opgevuld met grond afkomstig van de bouwplaats.

In 1942 was het gebied van de crashplaats moerassig weiland en stond het kwelwater een meter onder het maaiveld. In de tachtiger jaren heeft de grondeigenaar drainagepijpen gelegd in dit

¹ Rapportage Historisch Onderzoek, WOII- vliegtuigwraklocatie, gemeente Echt- Susteren. Projectnummer LCW/SOVB/0313, d.d. 19 december 2013.

gebied en in de negentiger jaren zijn het waterschap Roer en Overmaas en de provincie Limburg hier intensief bezig geweest waardoor het kwelwater zich momenteel dieper bevindt.

Tevens is bekend dat in het gebied rond de vliegtuigwraklocatie half januari 1945 strijd is geleverd tijdens Britse operatie "Blackcock". Gedurende de grondgevechten is op het gebied veel artillerievuur uitgebracht.

Over de risico's van de nog aanwezige CE naar aanleiding van deze grondgevechten is separaat gerapporteerd in de rapportage "Risicoanalyse Conventionele Explosieven afkomstig van grondgevechten nabij de inslaglocatie Short Stirling Bommenwerper W7630 te Echt Susteren" (kenmerk 2015-RA-010615) d.d. 2 juni 2015.

Kwetsbare omgevingsfactoren

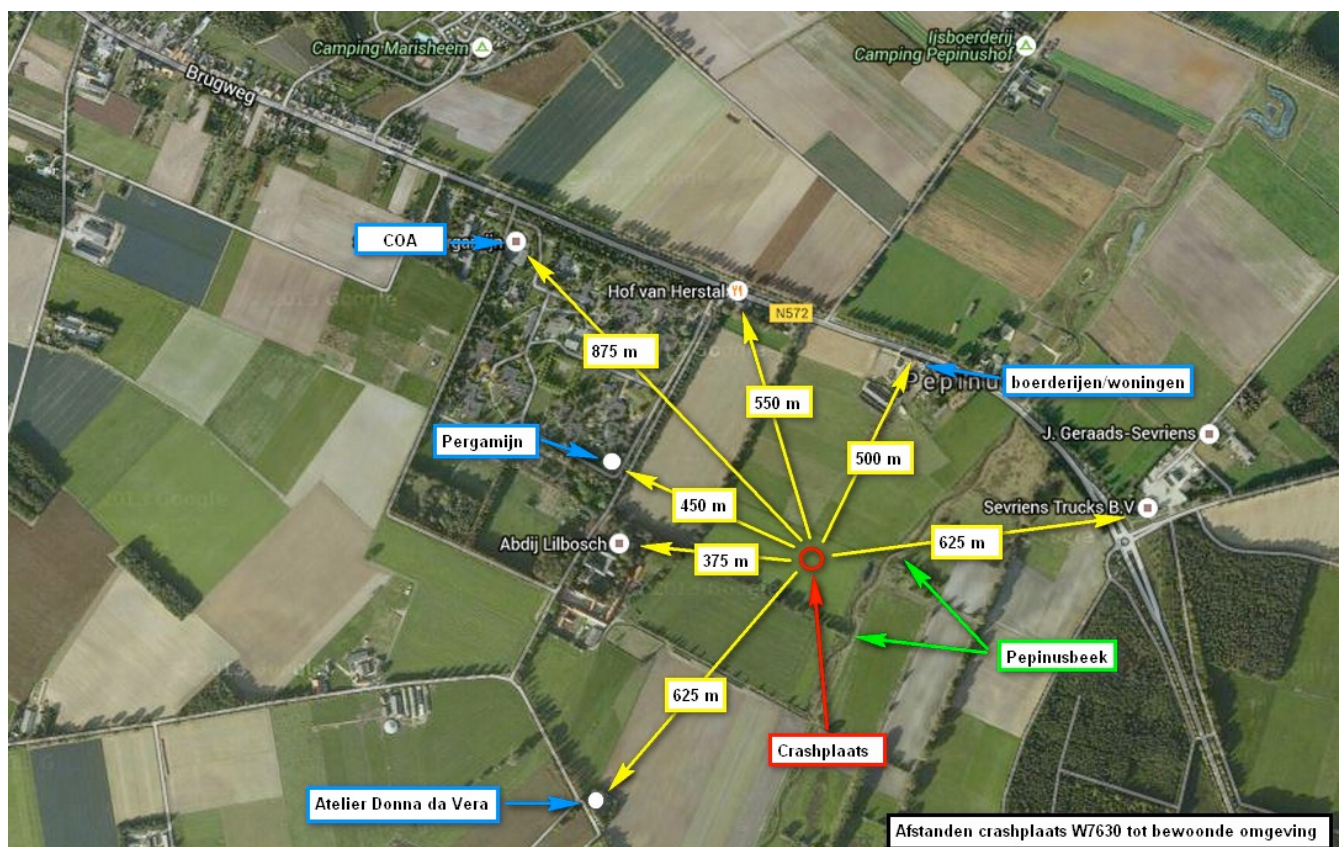
De vliegtuigwraklocatie ligt in natuurgebied 'Het Haeselaarsbroek' dat door de gemeente wordt aangeprezen voor recreatie en toerisme.

In de directe omgeving bevinden zich de volgende panden die dagelijks worden gebruikt c.q. worden bewoond.

- Atelier Donna da vero/glasssierkunst;
- Abdij Lilbosch met abdijwinkel. Ernaast staat een woonhuis, zijnde de vroegere portierswoning van de Abdij. Op de Abdij logeren regelmatig het hele jaar door gasten, die de stilte zoeken. In de Abdij en de omgeving zijn er regelmatig excursies i.v.m. de historie van de Abdij, het oorlogsverleden en de Livarvarkensteelt. Naast Abdij Lilbosch ligt een grote schuilmunker uit WO2 met kapel, die regelmatig bezocht wordt door veel mensen. De monniken fokken livarvarkens en verkopen abdijartikelen via hun abdijwinkel. Abdij Lilbosch is door de provincie Limburg aangewezen als Natura 2000-natuurgebied, dit is de verzamelnaam voor het netwerk van Europese natuurgebieden. Deze gebieden vallen onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en zijn in nationale wetgeving verankerd in de Natuurbeschermingswet 1998. Het beheerplan voor dit Natura 2000-natuurgebied is op 11 maart 2014 vastgesteld door de provincie Limburg en als zodanig het eerste Limburgse beheerplan. Dit beheerplan staat in het kader van het behoud van de Ingekorven vleermuis, die in Nederland zeer zeldzaam is en op de Rode Lijst van kwetsbare en bedreigde zoogdieren wordt vermeld. Deze vleermuizen hebben hun kraamkolonies op de Abdijzolders;
- Stichting Pergamijn. Hier wordt voltijd zorg verleend aan 180 verstandelijk gehandicapten. De afstand is gemeten vanaf de eerste paviljoens. Men is momenteel op het terrein via een meerjarenplan oude paviljoens aan het afbreken en nieuwe aan het bouwen, echter de afstand tot de vliegtuigwraklocatie blijft hetzelfde;
- Stichting COA met asielzoekersopvang. Hier wordt voltijds opvang verzorgd tot aan 425 personen (over het juiste aantal wordt geen info over verstrekt). Volgens informatie is het centrum altijd goed gevuld met meerdere mensen op een kamer gelegen pal naast Pergamijn (dit is de vroegere personeelsflat van Pergamijn met bijgebouwen);

- Restaurant 'Hof van Herstal'. Dit restaurant wordt in het weekend druk bezocht.
- Boerderijen/woningen aan de weg 'Pepinusbrug'. Op dit moment staan er in totaal aan weerszijden 15 woningen/boerderijen (tien aan de kant van de vliegtuigwraklocatie/Hof van Herstal en vijf aan de andere zijde van de Pepinusbrug).
- Sevriens Trucks BV. Dit bedrijf is gevestigd aan het einde van de Pepinusbrug, namelijk de Annendaalderweg.
- Camping Marisheem en de rand van de bebouwde kom van het kerkdorp Pey. Dit punt is ongeveer 1100 meter verwijderd van de vliegtuigwraklocatie.

In afbeelding 4 zijn de dichtstbijzijnde bebouwing en bewoonde panden t.o.v. de crashlocatie in afstand weergegeven.



Afbeelding 3. Dichtstbijzijnde bebouwing en bewoonde panden t.o.v. de globale crashlocatie (Bron: google earth).

Verschijningsvorm CE

Conform het Werkveldspecifiek certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven (WSCS-OCE) is de conditie en verschijningsvorm van niet gesprongen CE van invloed op de risico's bij het aantreffen ervan. Daarom worden de volgende verschijningsvormen getypeerd:

- Afgeworpen
- Verschoten / gegooid / gelegde / weggeslingerd
- Opgeslagen / gedumpt / begraven
- Als restant uit springputten of explosie
- Als onderdeel van (vliegtuig)wrakken en/ of gezonken vaartuigen

Uit het door de stafofficier Vliegtuigberging (SOVB) uitgevoerde onderzoek blijkt dat hier sprake is van CE met de verschijningsvorm "Als onderdeel van een vliegtuigwrak".²

Uitgangspunt risicoanalyse

Deze risicoanalyse behandelt alleen het CE met de grootste uitwerking, zijnde een Britse brisantbom General Purpose met een maximale explosieve inhoud van 378 lb. (171,61 kg) RDX/TNT 60/40 springstof.³ Voor de milieutechnische risico's, etc. op de vliegtuigcrashlocatie wordt verwezen naar het door de SOVB opgestelde rapport.



Afbeelding 4: Voorbeeld van een Britse 1000 lb. GP brisantbom. Op de foto is de bom gereed om te worden geladen in een bommenwerper van No. 455 Squadron RAAF op de vliegbasis RAF Swinderby, Lincolnshire, Engeland, februari 1942 (Bron: <http://www.dva.gov.au>).

² Rapportage Historisch Onderzoek, WOII- vliegtuigwraklocatie, gemeente Echt- Susteren. Projectnummer LCW/SOVB/0313, d.d. 19 december 2013.

³ Bron: U.S.N.B.D. *British Bombs and Fuzes, Pyrotechnics, Detonators*, 1 November 1944.

Gebruikte ontstekers

De rapportage van de SOVB geeft helaas geen uitsluitend over de geplaatste ontstekers op de brisantbommen. Navraag bij de Air Historical Branch (RAF), gevestigd op RAF Northolt in Groot Brittannië geeft te kennen dat het type ontsteker(s) niet meer is te achterhalen. Derhalve is gekeken naar de meest voorkomende ontstekers die op de mogelijk aanwezige brisantbommen in het najaar van 1942 werden gebruikt. Deze zijn in onderstaande tabel weergegeven.⁴

Naam Ontsteker	Soort ontsteker	Werkingsprincipe
Neuspistool No. 27	Schok	Scheurdraad
Staartpistool No. 28	Schok	Ophoudveer
Staartpistool No. 30	Schok	Ophoudveer
Neuspistool No. 42	Schok	Scheurdraad
Neuspistool No. 44	Schok	Diafragma
Staartpistool No. 37	Lange vertraging	Voorgespannen slagpinveer
Neusbuis No. 845	Antistoring	Elektrisch

De ontstekers zijn normaliter niet gewapend, omdat de vliegtuigbommen niet zijn afgeworpen maar met het vliegtuig c.q. vliegtuigwrakdelen zijn ingedrongen in de grond.

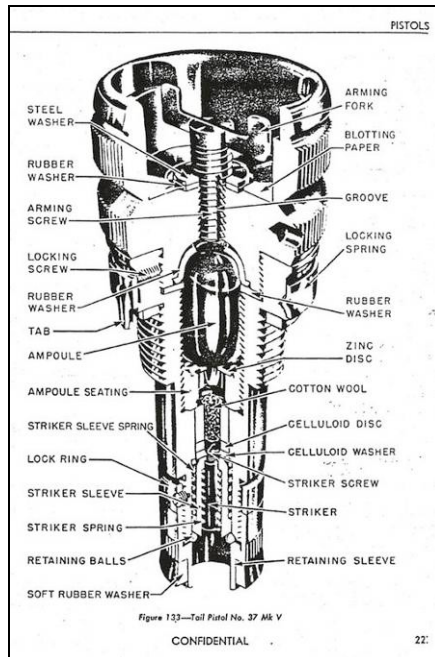
Ondanks dat de ontstekers normaliter niet zijn gewapend is de exacte toestand pas vast te stellen na het daadwerkelijk vrij leggen van de vliegtuigbommen. Gezien het feit dat bij de inslag mogelijk drie bommen zijn gedetoneerd kan wijzen op disfunctioneren van de wapeningsvoorzieningen van de ontstekers waardoor deze drie brisantbommen alsnog zijn gedetoneerd. Detonatie toentertijd door hitte-inwerking van het brandend vliegtuig is ook niet uit te sluiten.

Ondanks dat de ontstekers normaliter niet zijn gewapend kunnen bij een neuspistool No. 44 door grondwater gronddeeltjes vóór het membraam onder de wapeningskap zijn ingedrongen. Hierdoor kan het membraam bij voldoende ophoping van gronddeeltjes op spanning komen te staan waardoor de ontsteker alsnog functioneert. De kans hierop schat ik in als zeer klein.

Het meest gevaarlijke is een staartpistool No. 37.⁵ Hiervan kan het celluloid, (zover het niet gedeeltelijk door aceton uit een door de inslag mogelijk gebroken ampul al is opgelost) door de tand des tijd verouderd zijn en de door een voorgespannen slagpinveer op spanning staande slagpin nog maar gedeeltelijk vasthouden.

⁴ Bron: U.S.N.B.D. *British Bombs and Fuzes, Pyrotechnics, Detonators* 1 November 1944.

⁵ Britse benaming, *Tail Pistol No. 37*.



Afbeelding 5. Staartpistool No. 37

De risicomomenten waardoor een aanwezige brisantbom ongecontroleerd tot detonatie kan komen zijn:

- mechanische belasting van een ontsteker;
- zwaar contact met het lichaam van de vliegtuigbom waardoor er een schokgolf/trilling door het lichaam optreedt dat doorzet in een staartpistool No. 37;
- beweging van een vliegtuigbom met een staartpistool No. 37;
- schokgolven die de achtergrondtrilling van de bodem verhogen met ten minste met $1,0 \text{ m/s}^2$ waardoor trilling optreedt in een staartpistool No. 37;
- Spontane werking van een staartpistool No. 37 door veroudering van het celluloid dat de onder veerspanning staande slagpin niet langer vast kan houden. Bij dit type ontstekers is het voorgekomen, dat spontane detonatie van de bom heeft plaatsgevonden door activering van de ontsteker zonder externe beïnvloeding.

De locatie van de vliegtuigwraklocatie ligt in of nabij een gebied in midden Limburg waar aardbevingen plaats hebben gevonden, zoals op 13 april 1992 met 5.8 op de schaal van Richter en op 21 januari 2013 met 3.1 op schaal van Richter. Voor zover bekend is er geen onderzoek gedaan naar het effect van aardbevingen op ontstekers met een constructie zoals het staartpistool No. 37.

Spontane detonatie door veroudering van springstoffen

Veroudering van springstoffen wordt aangetroffen bij initiaalspringstoffen in het duplex-slagpijpje dat normaliter bij inslag van de slagpin van het pistool een vlam omzet naar een detonatie. Het betreft meestal het ontleden van de initiaalspringstof ten gevolge van de chemische reactie met water. Het bekendste voorbeeld hiervan is loodazide; na verloop van tijd wordt dit omgezet in loodoxides en hydroxides die geen explosieve eigenschappen meer bezitten. Het resultaat is dat de ontsteker een verminderde of geen enkele reactie meer kan vertonen ten gevolge van mechanische inslag. Ontstekers kunnen door veroudering dus ongevoeliger worden, doch in hoeverre ze inert worden is niet vastgesteld.

Onder de conditie dat loodazide en koperen delen van het duplex slagpijpje met elkaar in verbinding staan en worden blootgesteld aan waterdamp en kooldioxide, kan het zeer (schok)gevoelige koperazide worden gevormd. Dit is een tussenproduct dat met vocht verder reageert tot koperoxide en koper hydroxide, stoffen die geen explosieve eigenschappen bezitten. Omdat koperazide gevoeliger is dan loodazide bestaat onder de genoemde condities dus de mogelijkheid dat de ontsteker tijdelijk gevoeliger is. Het optreden van deze tijdelijke situatie wordt door TNO echter als zeer onwaarschijnlijk beschouwd als een vliegtuigbom zich onder het grondwaterpeil bevindt.

Indien vocht de ontsteker binnendringt wordt deze dus aan water blootgesteld in plaats van aan waterdamp; water leidt niet tot de vorming van koperazide, zet energetische stoffen om in niet-energetische stoffen en maakt de ontsteker ongevoeliger vanwege haar vlamdovende werking.

Veroudering van initiaalspringstoffen geldt gezien het gestelde door TNO alleen wanneer vocht kan binnendringen in de ligplaats van de ontsteker en de initiaalspringstof intern het duplex-slagpijpje kan bereiken.

De hoofdlading van een bom uit WOII bestaat meestal uit TNT. Deze springstof is zeer stabiel maar veroudering kan optreden in de vorm van exudatie (uitzweling). Dit proces kan voorkomen bij springstoffen op basis van 2,4,6-trinitrotolueen zoals TNT, compositie B en tritonal. Bij de productie van TNT ontstaan bijvoorbeeld asymmetrische trinitro tolueenen (bijvoorbeeld 2,3,5 TNT) en dinitro tolueenen (DNT). Deze stoffen zijn onderling oplosbaar. Uitzweling begint bij temperaturen in de nabijheid van het smeltpunt (bijvoorbeeld rond de 80°C voor TNT en rond de 70°C voor DNT). Hierbij migreren de meer mobiele componenten zoals bijvoorbeeld DNT uit de hoofdlading. De geëxudeerde componenten zijn minder energetisch dan TNT (vanwege een lager aantal nitrogroepen) en de stoot- en wrijvingsgevoeligheid van DNT is vergelijkbaar of lager dan die van TNT.

Door uitzweling kunnen holtes ontstaan. Bij zeer snelle/zwere schokken, zoals die bijvoorbeeld optreden bij het afvuren van een granaat door een houwitser, kunnen deze holtes de springstof

gevoeliger maken. Trillingen (als bijvoorbeeld door heiwerkzaamheden) zijn echter niet krachtig genoeg voor initiatie via deze holtes.

Daarnaast kan het exudaat door de schroefdraad van de ontsteker naar buiten treden. Daarbij kristalliseert het TNT weer tot fijne witte kristallen die gevoelig en daarom gevaarlijk kunnen zijn omdat bij demontage (losschroeven van de ontsteker uit de vliegtuigbom) ze kunnen reageren en een vlam veroorzaken waarbij initiatie van het duplexslagpijpje en dus detonatie van de bom niet uitgesloten kan worden. Dit gevaar is echter niet aan de orde omdat de temperatuur van rond de 70-80°C ondergronds niet bereikt wordt en omdat omwonenden in het geval van demontage vooraf zullen worden geëvacueerd.⁶

Samenvattend wordt geconcludeerd dat veroudering van een bom met een schokontsteker (al dan niet met een pyrotechnische korte vertraging) niet leidt tot verhoging van de kans op spontane detonatie.

Effecten ongecontroleerde detonatie

De effecten van een ongecontroleerde detonatie van een CE zijn hieronder semi-kwantitatief uiteengezet op basis van scenario's. Deze zijn bepaald voor een Britse brisantbom General Purpose van 1000 lb. gevuld met 171,61 kg springstof, en bij een sympathische detonatie van drie van dergelijke vliegtuigbommen. Bij sympathische detonatie zullen door de uitwerking van één detonerende brisantbom de andere twee brisantbommen tegelijkertijd mee detoneren. Hierbij zal dan 514,83 kg springstof detoneren.

Bij de detonatie van een met springstof gevuld CE komt een zeer grote hoeveelheid energie vrij. De vrijgekomen energie uit zich in een deel thermische energie en een deel mechanische energie. De uitwerkingsverschijnselen van een detonatie zijn:

- Scherfwerking;
- Gasdruk;
- Schokgolf;
- Hitte.

De luchtdruk, schokgolf en scherfwerking zullen een alom vernietigende uitwerking hebben op de directe omgeving van het detonatiepunt en lichamelijk letsel veroorzaken met als mogelijk gevolg de dood. Verder kunnen deze, afhankelijk van de afstand, letsel en materiele schade veroorzaken.

⁶ Bron: TNO-rapport | TNO 2012 R10104 | 3, d.d. 7 juli 2012.

De door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD) uitgevoerde magnetometing geeft aan dat een grote significante verstoring van ca. 5,50 meter x 5,50 meter zich bevindt op 2,91 meter onder het huidige maaiveld. Deze verstoring loopt door in de diepte. Zeer wel mogelijk bevinden zich binnen deze significante verstoringen CE in de vorm van de genoemde brisantbommen. In “worst case” bevinden de vliegtuigbommen zich op 2,91 meter onder het huidige maaiveld.

Scherfwerking

Scherfwerking ontstaat doordat bij een explosie het stalen bomlichaam verscherft en door de gasdrukwerking met een enorme snelheid wordt weggeblazen. Scherfwerking (fragmentatie) wordt onderscheiden in primaire scherven van het projectiellichaam en secundaire scherven, afkomstig van infrastructuur uit de directe omgeving, zoals puin grind, en glasscherven., maar ook door zand, grind of in dit geval vliegtuigwrakdelen.

Primaire en secundaire scherfwerking kunnen dodelijk letsel veroorzaken in de omgeving van het detonatiepunt. Het gebied rond de ligplaats van een vliegtuigbom waar bij een detonatie gerede kans bestaat dat men door scherven van de vliegtuigbom of secundaire scherven van bijvoorbeeld puin wordt getroffen, wordt de schervengevarenzone genoemd.

De schervengevarenzone in een open ontgraving zonder beschermende maatregelen is volgens het defensievoorschrift VS 9-861 voor een dergelijke vliegtuigbom voor de meeste fragmenten 1320 meter. Overige fragmenten, zoals bijvoorbeeld ophangogen en bodemplaat van een vliegtuigbom zullen zich verder verplaatsen zodat de schervengevarenzone groter is. De gegeven afstand voor deze overige fragmenten is 2630 meter.

Bij een ingedrongen vliegtuigbom op 6,15 meter onder het maaiveld (= 15 x zijn kaliber), is de gevarenzone 105 meter. Het VS 9-861 geeft geen afstanden voor variabele diepten zoals 2,91 meter onder het maaiveld.⁷

Omdat er geen afstanden voor variabele diepten bekend zijn is nagegaan wat de voorloper van het huidige defensievoorschrift, zijnde het Voorschrift Opruiming Explosieven VGVK-19, beschreef. Het VGVK-19 geeft aan wanneer een vliegtuigbom als “ingedrongen” of als “niet ingedrongen” moest worden beschouwd. Deze definitie is van belang om vast te stellen in hoever de effecten van een ongecontroleerde detonatie relevant zijn op een diepte van 2,91 meter onder het maaiveld.

Het VGVK-19 geeft in een tabel aan dat een brisantbom met een explosieve inhoud van 171,61 kg springstof op ca. 2,60 meter of meer onder het maaiveld als “ingedrongen” moet worden beschouwd.

⁷ Voorschrift “Opsporen en Ruimen van Explosieven”, 2e druk (VS 9-861) van Kenniscentrum van de Explosieven Opruimingsdienst Defensie.

Het VGVK-19 geeft aan dat bij detonatie van een “ingedrongen” explosief met een explosieve inhoud van 125 kg tot op 115 meter afstand zich geen personen mogen bevinden en van 115 tot 225 meter afstand personen zich in een voldoende beschermde ruimte moeten bevinden (zgn. gedeeltelijk ontruimd gebied).

Voor een “ingedrongen” explosief met een explosieve inhoud van 250 kg zijn deze afstanden respectievelijk 150 meter en 150 tot 300 meter.

De grootte van het gebied (in open terrein) waar men kans heeft om door scherven geraakt te worden is respectievelijk 425 en 600 meter.

Het VGVK 19 geeft geen variabele gewichtsklassen aan tussen 125 en 250 kg.

Explosieve inhoud	Geheel ontruimd gebied	Gedeeltelijk ontruimd gebied	Schervengevarezone
125 kg	115 meter	115 – 225 meter	425 meter
250 kg	150 meter	150 – 300 meter	600 meter

Tabel 2. Veiligheidsafstanden voor een ingedrongen explosief, volgens het VGVK-19

Gezien de explosieve inhoud van 171,61 kg van één brisantbom kan men uitgaan van een onveilige afstand van minimaal 600 meter tot waar kans is om door (secundaire) scherven geraakt te worden of waar door (secundaire) scherven materiele schade kan ontstaan indien een 1000 lb. vliegtuigbom in de huidige situatie ongecontroleerd tot detonatie komt.

Bij een sympathische detonatie, zal de scherfuitwerking van de brisantbommen niet noemenswaardig toenemen. Daarentegen zal de gasdruk- en schokgolfitwerking aanmerkelijk toenemen.

Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat aanwezige vliegtuigwrakdelen zich als secundaire scherven gedragen, en deze door de gasdrukwerking tot op zeer grote afstand zullen worden weggeslingerd.



Afbeelding 6. Scherven afkomstig van een projectiel gevuld met springstof, na detonatie.

Gasdruk

Gasdruk is een direct gevolg van de uitwerking van een snelle uiteenzetting van de hete, gasvormige reactieproducten die worden gevormd tijdens de detonatie.

Door gasdrukwerking, ook wel mijnwerking genoemd kan kratervorming plaatsvinden aan de oppervlakte. De diameter van een krater die wordt veroorzaakt door een ondiep gelegen Britse GP bom van 1000 lb. is volgens het defensievoorschrift VS 9-861 minimaal 20 meter en maximaal 30 meter. In het voorschrift wordt uitgegaan van kleigrond. Er is geen tabel beschikbaar voor veen- of zandgrond. Bij sympathische detonatie van drie brisantbommen van 1000 lb. waarbij totaal zo'n 514 kg springstof detoneert zal volgens het voorschrift een kraterdiameter ontstaan van minimaal 40 meter en maximaal 46 meter.

Door de reflectie van de luchtdruk golf door eventueel laaghangend wolkendek, kan glasschade in woonkernen tot op kilometers afstand optreden. Richtlijnen voor het berekenen van de afstand tot waarop glasschade op kan treden ontbreken.

In het VS 9-861 wordt aangegeven dat bij detonatie van 500-750 kg springstof behalve fragmenten de vrijgekomen drukgolf en een eventuele reflectie van deze drukgolf voor schade en letsel in de omgeving zorgen. Indien de fragmentafstand van een CE met 500-750 kg springstof als veiligheidsafstand voor de drukgolf wordt gehanteerd, zullen personen en materieel daarbuiten geen letsel of schade oplopen ten gevolge van de vrijgekomen drukgolf. Deze afstand is 1690 meter en geldt voor een open ontgraving zonder beschermende maatregelen. Deze afstand zal door de afdekking van minimaal 2,91 meter grond mogelijk minder zijn.

Een dieper ingedrongen vliegtuigbom die zich onder de grondwaterspiegel bevindt zal de bodem rond het detonatiepunt wegdrukken. De door de detonatie ontstane ondergrondse krater (camouflet) heeft invloed op de geotechnische waarden van de bodem. De kratervorming kan, indien aanwezig, waterafsluitende lagen doorboren. Door de grote diameter van de krater en de waterrijke omgeving bestaat de mogelijkheid op een kwelstroom met een hoog debiet.

Schokgolf

Dit is de heftige trilling die ontstaat bij de detonatie en zich voortplant door de omringende materie. Hoe dichter de omringende materie, hoe verder de schokgolf zich kan voortplanten en daardoor op grotere afstand leidingen, fundamenten enz. kan vernielen of beschadigen.

Bij de detonatie van een ingedrongen vliegtuigbom kan volgens het VS 9-861 schade ontstaan ten gevolge van de aardstok aan fundamente van bouwwerken, ondergrondse kabels, pijpen, rioleringen enz. In relatie tot de hoeveelheid explosieve stof in één Britse duizendponder, en bij sympathische detonatie van drie van dergelijke brisantbommen is in onderstaand tabel aangegeven tot op welke afstand schade kan ontstaan:

Netto explosief gewicht (NEG)	Afstand tot het explosief in meters			
	Stalen pijpen	Gietijzeren en betonnen buizen	Gemetselde riolering	Fundamenten
125-250 kg	12	17	27	50
250-500 kg	17	22	40	84

Tabel 3. Afstanden tot waarop schade kan ontstaan door ondergrondse schokgolf volgens het VS 9-861

Het VS 9-861 geeft geen afstanden voor explosieven met een NEG van meer dan 500 kg.

Hitte

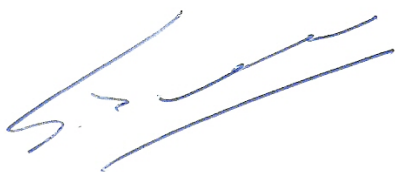
Bij de detonatie ontstaat een sterke temperatuurtoename. De hete gassen die ontstaan, veroorzaken een vuureffect bij contact met zuurstof in de lucht. De scherven die door de scherfwerking (brisantie) ontstaan zijn roodgloeiend en vormen een risico voor brandgevoelige infrastructuur.

Advies

Omdat niet meer is vast te stellen of er lange vertragingontstekers (staartpistool No. 37) zijn gebruikt op de brisantbommen van 1000 lb. van de Short Stirling W7630 moet men uitgaan van aanwezigheid van deze ontstekers en is er mogelijk kans op een spontane detonatie van een of meerdere brisantbommen van 1000 lb. zonder dat externe beïnvloeding van buitenaf plaatsvindt. Hierdoor kan ernstig of dodelijk lichamelijk letsel aan personen of levende have ontstaan. De materiële schade in de omgeving kan omvangrijk zijn. Naast materiele schade aan infrastructuur bestaat kans op schade aan het brongebied van de Pepinusbeek.

Derhalve is een opsporing naar CE in de vorm van Britse brisantbommen GP van 1000 lb. aan te bevelen.

Mogelijke milieukundige risico's op de vliegtuigwraklocatie vallen buiten de scope van dit rapport.



A.H. Meijers
Senior OCE-Deskundige

Geraadpleegde bronnen:

Voorschrift "Opsporen en Ruimen van Explosieven", 2e druk (VS 9-861) van het Kenniscentrum van de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (KC-EODD), d.d. 29 september 2010

Voorschrift Opruiming Explosieven (VGVK-19) van het ministerie van Defensie.

Rapportage Historisch Onderzoek, WOII- vliegtuigwraklocatie, gemeente Echt- Susteren. Projectnummer LCW/SOVB/0313, d.d. 19 december 2013.

TNO rapport TNO 2012 R10104 | 3, Analyse en advies met betrekking tot potentiële WOII blindgangers in de Zwolse wijk Holtenbroek , Projectnummer 053.02406, d.d. 7 juli 2012.

AIR 14/2675, Air Ministry: Bomber Command: Registered Files. Night Bomb raid sheets Vol. XII. 01 July 1942 - 31 December 1942. National Archives, London.

Werkveldspecifiek certificatieschema voor het systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven (WSCS-OCE). Gepubliceerd in de Staatscourant 2012 nr. 4230 d.d. 16 maart 2012.

Department of the Army ,*TM 9-1907, Ballistic data performance of ammunition.* July 1948

U.S.N.B.D., *British Bombs and Fuzes, Pyrotechnics, Detonators*, z.p., 1 November 1944.

John Grehan & Martin Mace, *Bomber Harris, Sir Arthur Harris despatch on war operations 1942-1945.* Barnsley, UK, 2014.

Website:

www.dva.gov.au

<http://www.stichtingbergingstirlingw7630.nl>

Foto voorblad: Short Stirling in vlucht, ww2warbirds.net