

Memorandum

Aan

[REDACTED] (OVV)

Van

[REDACTED]

Kopie aan

[REDACTED]
[REDACTED]

Onderwerp

*Reactie op KC W&M rapport Onderzoek t.b.v. veilige afvoer van 60 mm munitie van het HB mortier*Lange Kleiweg 137
2288 GJ Rijswijk
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

www.tno.nl

T +31 88 866 80 00
F +31 88 866 69 49

Datum

18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Doorkiesnummer

[REDACTED]

Inleiding

De Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OVV) heeft TNO schriftelijk verzocht om inhoudelijk commentaar¹ naar aanleiding van het in augustus 2019 verschenen rapport *Onderzoek t.b.v. veilige afvoer van 60 mm munitie van het HB mortier* (Documentnummer 28267, versie 2.0, 20 januari 2019) van het Kenniscentrum Wapensystemen en Munitie (KC W&M). Dit KC W&M-rapport gaat in op:

1. Het onderzoeksmateriaal;
2. De temperatuur waaraan de munitie is blootgesteld;
3. De doorslagtesten;
4. De maatvoering van de schokbuis;
5. De veilige afvoer van de munitie.

Het verzoek van de OVV is voor TNO aanleiding geweest om ter validatie een extra onderzoek uit te voeren, onder andere op een aantal medische aspecten van het dossier, te weten:

- de autopsiefoto's en de foto's van de scherfvesten;
- het interviewverslag van de Algemeen Militair Verpleegkundige (AMV);
- de GoPro-film die de AMV heeft gemaakt circa vijftien minuten na het ongeval.

Dit memorandum geeft inhoudelijk commentaar op bovenstaande vijf onderwerpen.

1. Onderzoeksmateriaal

Het KC W&M rapport concludeert dat de restanten gepresenteerd in het OVV rapport niet van de ongevalsgranaat en -locatie afkomstig zijn. Hiermee is twijfel ontstaan over de herkomst van de schokbuis fragmenten die als onderbouwing dienen voor de meest waarschijnlijke oorzaak van het ongeval². Daarom is de "chain of evidence" van het onderzoeksmateriaal door TNO gecontroleerd en is tevens een trajectbaan analyse uitgevoerd voor schokbuis fragmenten die uit een mortier worden verschoten.

¹ E-mail [REDACTED] (OVV) aan [REDACTED] (TNO), 22-08-2019. ² OVV rapport: *Mortierongeval Mali* (2017).

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
2/17

1.1 Chain of evidence

Een deel van de bewuste fragmenten³ is door de Koninklijke Marechaussee (KMAR) in een plastic koker met opschrift "Diverse onderdelen uit scherfvest [REDACTED]" via de OVV aan TNO geleverd, zie Figuur 1. In deze koker zaten onder andere twee potjes met ID nummer AABV5498NL en AABV5499NL. Ter controle heeft TNO de autopsiefoto's en de foto's van de scherfvesten bestudeerd. Omdat TNO geen fragmenten waargenomen heeft van een schokbuis⁴, lijkt de bewering van de KMAR onjuist dat de fragmenten uit een scherfvest afkomstig zijn. Dit betekent echter niet per definitie dat de fragmenten niet van het ongeval zijn.

De vraag is of de fragmenten afkomstig zijn van de ongevalsgranaat of van (één van) de granaten die na het ongeval zijn vernietigd door Franse militairen. Het formulier voor de overdracht van het onderzoeksmateriaal op 8-11-2016 van de KMAR aan de OVV (Dossiernummer: PL27QM/16-800015) stelt dat:

- De inhoud van de potjes AABV5498NL en AABV5499NL zijn "Aangeleverd door Franse collega's vanuit Kidal";
- De inhoud van potje AABV5269NL is "Aangetroffen tijdens nazoeking te Kidal dd. 12-07-2016 t.b.v. Commissie van Onderzoek Defensie (CvO)".



Figuur 1 Onderzoeksmateriaal door de KMAR aangeleverd aan TNO, met opschrift "Diverse onderdelen uit scherfvest [REDACTED]".⁵

Het is onduidelijk of de constatering juist is dat de inhoud van de potjes AABV5498NL en AABV5499NL is aangeleverd door Franse collega's vanuit Kidal. In het dossier van de KMAR bevindt zich namelijk een Excelfile *Sporenmatrix.xls* van de Technische Recherche waarin de inhoud van potje AABV5498NL omschreven wordt met "Scherven mortiergranaat vanaf Plaats Delict (PD) Kidal (Tsjechen)" en de inhoud van potje AABV5499NL met "Scherf mortierbuis vanaf PD Kidal (Tsjechen)". Deze omschrijvingen suggereren dat het onderzoeksmateriaal is aangeleverd door Tsjechische militairen die (samen met Nederlandse militairen) de ongevalslocatie bewaakten na het ongeval, en van wie bekend is dat zij samen met Nederlandse en Franse militairen hebben gezocht naar menselijke resten en fragmenten van de ongevalsgranaat en mortier⁶.

³ Het andere deel is aangeleverd door de KMAR in een bakje met opschrift "Aangetroffen materiaal te Kidal op 12 juli 2016 tijdens nazoeking CvO. Betreft mogelijk materiaal van incident. SIN AABV5269NL."

⁴ TNO heeft wel stalen fragmenten waargenomen afkomstig van de mortier.

⁵ Foto ID nr: IMG_2400; date taken 8-11-2016, 14:34, gemaakt door [REDACTED] (TNO) bij ontvangst. Uit piëteit is de naam van de betrokken militair door TNO onleesbaar gemaakt.

⁶ Geluidsoptname van het interview met Malinese tolk door de CvO op 12-07-2016.

Uit bestudering van de foto's gemaakt door de KMAR, blijkt dat de inhoud van potje AABV5499NL afkomstig is uit een papieren zak met opschrift "08-07-2016 na gebracht", zie Figuur 2. Hierin bevinden zich fragmenten van een schokbuis, een deel van een schoen, patronen, een magazijnveer, (waarschijnlijk) beschermhoes van de mortier, lintjes van de transportveiligheid van de granaat en de rubberen cover van het snelrichtvizier van een Colt geweer, zie Figuur 3. Deze en andere onderdelen zijn nogmaals zichtbaar in Figuur 4. Het onderzoeksmateriaal, zoals afkomstig uit potje AABV5499NL, is omkaderd in Figuur 5.

Datum

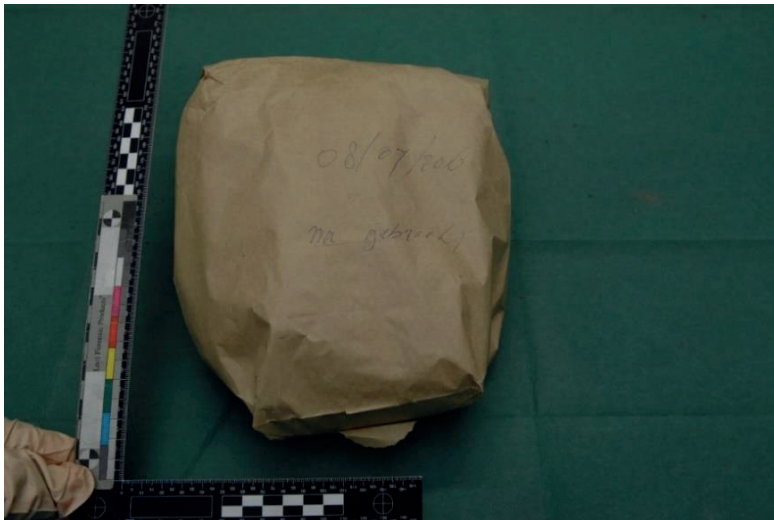
18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

3/17



Figuur 2 Papieren zak met opschrift "08/07/2016 na gebracht".⁷



Figuur 3 Inhoud van de papieren zak: zichtbaar zijn fragmenten van een schokbuis, een deel van een schoen, patronen, een magazijnveer, (waarschijnlijk) beschermhoes van de mortier, lintjes van de transportveiligheid van de granaat en de rubberen beschermkap van het snelrichtvizier van een Colt geweer.⁸

⁷ Foto ID nr: FNO_4301; date taken 9-7-2016, 11:37, gemaakt door de KMAR, District LBE, Brigade Recherche, Forensische Opsporing).

⁸ Foto ID nr: FNO_4302; 9-7-2016, 11:39, gemaakt door de KMAR, District LBE, Brigade Recherche, Forensische Opsporing).

Datum

18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

4/17



Figuur 4 Inhoud van de papieren zak: zichtbaar zijn dezelfde delen als in Figuur 3, delen van een magazijn en (waarschijnlijk) een deel van de draag/schietriem van de mortier.⁹



Figuur 5 Inhoud van de papieren zak: fragmenten van de mantel van de schokbuis, de slagpin en afsluitplaat (in blauw kader), verbindingstop van de granaat met de staart (rood kader) en deel van het commandovizier van de mortier (zwart kader).¹⁰

⁹ Foto ID nr: FNO_4303; date taken 9-7-2016, 11:42, gemaakt door de KMAR, District LBE, Brigade Recherche, Forensische Opsporing).

¹⁰ Foto ID nr: FNO_4304; date taken 9-7-2016, 11:42, gemaakt door de KMAR, District LBE, Brigade Recherche, Forensische Opsporing).

In dezelfde papieren zak bevindt zich naast de schokbuis fragmenten, de rubberen beschermkap van het snelrichtvizier (zie Figuur 3 en Figuur 4). Dit vizier bevond zich tijdens het ongeval op circa 2 m van de mortier, zoals zichtbaar in Figuur 6.

Datum

18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

5/17



Figuur 6 Foto van het schot voorafgaand aan het ongeval; op ongeveer 2 m afstand van de mortier staat een Colt geweer in het zand met daarop een snelrichtvizier met rubberen beschermkap (rood kader).¹¹

Op het eerste frame van de GoPro film¹² gemaakt door de militair die gewond raakte bij het ongeval, is te zien dat deze rubberen beschermkap opensplijt, hoogstwaarschijnlijk door inslag van een fragment, zie Figuur 7.



Figuur 7 Opensplijten van de beschermkap van het snelrichtvizier van het Colt geweer.

¹¹ Foto ID nummer: G0020244.JPG; date taken 6-7-2016, 09:36; afkomstig van de GoPro van de militair die gewond raakt door het ongeval.

¹² Video ID nummer: GOPR0253.MP4, 6-7-2016.

Omdat de rubberen beschermkap in Figuur 3 beschadigd is, en omdat op de GoPro film van de AMV te zien is dat de rubberen beschermkap los ligt van het wapen en opgeraapt wordt door een Nederlandse militair (zie Figuur 8 en Figuur 9), is er geen twijfel dat deze kap is gevonden tijdens de eerste zoekslag, dus voor de vernietiging van de vijf mortiergranaten door de Franse militairen. Omdat de rubberen beschermkap uit dezelfde zak komt als de schokbuis fragmenten, is het onwaarschijnlijk dat deze fragmenten niet van het ongeval afkomstig zijn.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
6/17



Figuur 8 Colt geweer met losliggende rubberen beschermkap van het snelrichtvizier.¹³



Figuur 9 Een Nederlandse militair raapt de rubberen beschermkap op, enkele minuten na het ongeval (ver op de achtergrond zijn de Nederlandse of Tsjechische militairen zichtbaar die de locatie beschermen)¹³.

¹³ Frame afkomstig uit de GoPro film van de AMV met ID nummer GOPR5900.MP4.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
7/17

Figuur 10 toont onderdelen uit het aangeleverde potje AABV5498NL. Deze foto toont onder andere de stelknop van het commandovizier van de mortier. Deze stelknop is afkomstig uit menselijke resten¹⁴. Omdat er na het ongeval, maar voorafgaand aan de vernietiging van de vijf resterende mortiergranaten, *tweemaal* gezocht is naar fragmenten en menselijke resten^{15,16}, lijkt het onwaarschijnlijk dat Franse (of Tsjechische) militairen deze resten hebben aangeleverd na de vernietiging. Op de GoPro film van de AMV is te zien hoe Franse militairen resten van waarschijnlijk kleding achterin één van de twee aanwezige SUV's van de Fransen leggen, waarna deze SUV tijdens de eerste zoekslag de ongevalslocatie verlaat.



Figuur 10 Onderdelen afkomstig uit potje AABV5498NL, met stelknop van het commandovizier van de mortier (2^e onderdeel van links)¹⁷.

Naast bovenstaande waarnemingen is het niet logisch dat Franse militairen *na* de vernietiging van de vijf mortiergranaten onderdelen van *één van deze vijf* mortiergranaten hebben ingeleverd. In het aangeleverde onderzoeksmateriaal bevindt zich namelijk één staartstuk, één slagpin, één verbindingsdop van de granaat met de staart, en de massa van de aluminium schokbuis fragmenten is minder dan de totale massa van één schokbuis.

Echter, de chain of evidence tussen het verzamelen van restanten in Kidal en het fotograferen van de inhoud van de papieren zak (Figuur 3) in Gao is niet sluitend. Daarom kan vermenging niet worden uitgesloten.

¹⁴ Autopsiefoto ID nummer: DSC_6076.JPG; date taken 7-7-2016, 12:43.

¹⁵ Geluidsopname interview AMV met ID nummer: AMV KCT 20160711 GELUIDSOPNAME deel 1, 11-07-2016, 20:56.

¹⁶ In het PV van het verhoor van de AMV d.d. 08-07-2016, stelt de AMV dat men "op linie" is gaan staan en het hele terrein heeft schoongemaakt, waarbij de menselijke resten in papieren zakken zijn gedaan.

¹⁷ Foto ID nr: IMG_2436; date taken 8-11-2016, 15:35, gemaakt door [REDACTED] (Project Manager TNO, Rijswijk)

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
8/17

Er is tijdens de zoekslag van de CvO (dus na de vernietiging) een halve afsluitplaat aangetroffen. Dit betekent:

- dat restanten van de vernietiging, gevonden tijdens deze zoekslag, zijn vermengd met restanten van het ongeval, of
- dat alle schokbuis fragmenten mogelijk afkomstig zijn van de vernietiging.

Daarnaast is in het KC W&M onderzoek een hele afsluitplaat gevonden na vernietiging van vijf mortiergranaten, die vrijwel identiek is aan de afsluitplaat die is aangetroffen op/nabij de ongevalslocatie¹⁸.

Bovenstaande analyse toont aan dat de chain of evidence van het aan TNO aangeleverde onderzoeksmateriaal niet sluitend is. Mogelijk kan de KMAR hierover uitsluitel geven. Indien dit niet mogelijk is, zijn getuigenverslagen van de betrokken (Nederlandse, Franse en of Tsjechische) militairen nodig om de herkomst van het onderzoeksmateriaal definitief vast te stellen.

1.2 Trajectbaan analyse

Het KC W&M rapport stelt (1) dat onderdelen van een schokbuis ter plekke teruggevonden kunnen worden indien er sprake is van een ingegraven of afgedekte gecontroleerde detonatie, en (2) dat bij een detonatie zoals bij het ongeval, de onderdelen niet meer aanwezig zijn op de locatie van de detonatie.

Ter verificatie heeft TNO het scenario bestudeerd waarin de fragmenten van de schokbuis zijn gelanceerd bij detonatie van de granaat in de mortier. Fragmenten van alle onderdelen van een detonerend munitieartikel kunnen namelijk worden teruggevonden in de omgeving. De schervengevarenszone uit het voormalige handboek van de Explosieven Opruimings Dienst (EOD), *Voorschrift opruiming explosieven VGVK19*, is bijvoorbeeld gebaseerd op tot op honderden meters teruggevonden scherven na detonatie op maaiveld van 250 lb vliegtuigbommen¹⁹.

TNO heeft voor dit scenario met behulp van een trajectbaan analyse een schatting gemaakt van de afstand waarop een afsluitplaat en schokbuis fragmenten (zoals afgebeeld in Figuur 11) neerkomen vanaf de ongevalslocatie.²⁰

De invoerparameters voor deze analyse zijn:

- de elevatie van de mortier;
- de mondingssnelheid van de fragmenten;
- de massa van de fragmenten;
- luchtweerstand coëfficiënten en vormfactoren voor de fragmenten.

¹⁸ TNO heeft vier keer een mortiergranaat vernietigd in een bunker en de restanten verzameld; met en zonder zandoverdekking en 125g (holle) vernietigingslading gericht op de schokversterker, met zandoverdekking en 100g platte vernietigingslading aangebracht ter hoogte van de schokversterker, en in een houten kist met deksel die onder zand is geplaatst met 100g platte vernietigingslading ter hoogte van en boven de schokversterker (d.w.z. relatief hoog op de schokbuis). In alle gevallen is de teruggevonden afsluitplaat doormidden geslagen.

¹⁹ *TNO DV2 2005-A32, Herziening veiligheidsafstanden voor ruimingsoperaties in het VGVK 19. Fase 3: eindrapport* (2005) Staatsgeheim Confidentieel.

²⁰ Het is aannemelijk dat de schokbuis in dit scenario in fragmenten opbreekt, omdat dit ook het geval was bij detonatie van een schokbuis (in de scherpe stand) met een boosterlading (schokversterker), maar zonder hoofdplaat (zie hoofdstuk 3 in TNO rapport *TNO 2017 R11053 Ongeval mortieroefening Mali: additioneel onderzoek* (september 2017)).

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
9/17



Figuur 11 Schokbuis fragmenten waarvoor de trajectbaan analyse is uitgevoerd²¹.

De elevatie van de mortier ten tijde van het ongeval was 70 graden. De mondingssnelheid is teruggerekend naar 340 tot 480 m/s op basis van de filmbeelden van KC W&M die in 2016 zijn gemaakt van het verschieten van een 2 mm aangeboorde mortiergranaat in de veilige stand en die van een mortiergranaat in de gewapende (scherpe) stand.

De massa van de afsluitplaat is gemeten en de massa van fragmenten is geschat op basis van de fragment afmetingen in Figuur 11 en het totaalgewicht van de schokbuis²². De luchtweerstand coëfficiënten (voor subsone fragmenten) en vormfactoren zijn overgenomen uit de literatuur²³.

De geschatte afstand van de afsluitplaat is 110 tot 120 m vanaf de ongevalslocatie. Voor de fragmenten in Figuur 11 ligt deze afstand tussen de 60 m voor het lichtste fragment en 120 m voor het zwaarste fragment. Voor het relatief kleine fragment rechts in Figuur 11 is deze afstand ongeveer 30 m.

Deze afstanden moeten worden beschouwd als een grove benadering vanwege de aangenomen literatuurwaarden, de kans dat fragmenten elkaar raken (waarbij de ene versnelt en de andere vertraagt), en omdat er geen rekening wordt gehouden met mogelijk significante invloed van wind²⁴. De geschatte afstanden tonen echter aan dat de fragmentafstand ordegrrootte overeenkomt met die van de zoekslagen van ongeveer 60 m direct na het ongeval¹⁵ en ongeveer 150 m tijdens de zoekslag van de CvO op 12-07-2016. TNO concludeert daarom dat schokbuis fragmenten die worden gelanceerd bij detonatie van de granaat in de mortier, teruggevonden kunnen worden nabij de ongevalslocatie.

²¹ Afbeeldingen zijn niet op schaal, de rechter afbeelding is sterk uitvergroet; het grootste fragment op de linker afbeelding is geschat op 40 g, het fragment op de rechter afbeelding is geschat op 0.5 g.

²² De afsluitplaat en de fragmenten met nummer 2, 4 en 5 zijn afkomstig uit potje AABV5499NL. De fragmenten met nummer 1, 3, 6 en 7 zijn afkomstig uit de derde zoekslag die is uitgevoerd door de CvO op 12-7-2016 (potje AABV5269NL).

²³ *Aerodynamic Characteristics of a Tumbling Plate under Free Flight* (2009); *Influence of turbulence on the drag of solid discs and turbine simulators in a water current* (2013); *ARL Shape factor of a randomly oriented cylinder* (2000), *ARL Shape Factor Modeling and Simulation* (2017), *Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives, AASTP-1, Edition 1* (2006); *Fragment and Debris Hazards, Department of Explosives Safety Board, TP 12* (1975).

²⁴ Op GoPro films van eerdere schoten lijkt deze onder een grote hoek te staan met de schootslijn, en wordt er voor gecompenseerd bij het verschieten van de granaten.

2. Temperatuur

Het KC W&M rapport stelt dat dataloggers gedurende drie jaar geen temperaturen boven de 50°C hebben gemeten in Mali. In het OVV rapport²⁵ is echter geconcludeerd dat zowel in opslag, als op het moment van het ongeval, de granaten een temperatuur hebben bereikt boven de door de fabrikant gestelde maximum temperatuur van 50°C. De verhoging van de temperatuur ten opzichte van de omgevingstemperatuur van zowel de opslagcontainer als het metalen granaatlichaam wordt veroorzaakt door zoninstraling. Andere bronnen bevestigen deze eerdere conclusie:

- De invloed van zoninstraling wordt onderkend in de NATO AECTP-200²⁶. Deze publicatie stelt dat voor de temperatuur in opslag met een lichte afdekking, “fall-back test severities” met geïnduceerde temperaturen uit de NATO AECTP-300²⁷ kunnen worden aangenomen, indien experimentele blootstellingsdata ontbreken. Voor Kidal geldt klimaatzone A2 waarvoor de geïnduceerde temperatuur gelijk is aan 63°C;
- In de 03/2015 editie van het Defensieblad Materieel Gezien²⁸ wordt een KC W&M medewerker geïnterviewd. Deze stelt “In Mali lopen de temperaturen op tot soms boven de 50 graden”;
- De beheerder van het munitiecomplex in Gao verklaart dat hij in 2014, toen er nog geen zonnedaken op de containers zaten, regelmatig temperaturen van dataloggers heeft afgelezen van 55 tot 60°C; soms boven de 60°C, maar meestal rond de 60°C²⁹;
- In het dossier van de KMAR is een foto opgenomen van een witte, digitale (in-outdoor) thermometer. De foto is genomen op Kamp Nassau in Kidal op ongeveer honderd meter afstand vanaf de munitiecontainer. De thermometer geeft een temperatuur aan van 53.9°C, zie Figuur 12³⁰.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
10/17

²⁵ TNO 2017 R10104 Ongeval mortieroefening Mali: Klimatologische omstandigheden en potentiële invloeden (maart 2017); TNO 2017 R11053 Ongeval mortieroefening Mali: additioneel onderzoek (september 2017).

²⁶ NATO AECTP 200, *Environmental conditions, Ed. 3* (January 2006).

²⁷ NATO AECTP 300, *Climatic environmental tests, Ed. 3* (January 2006).

²⁸ Knallen voor de veiligheid, Materieelgezien 03, 2015

<https://magazines.defensie.nl/materieelgezien/2015/03/knallen-voor-de-veiligheid>.

²⁹ OVV Interviewverslag mortieroefening Mali, met Behandelaar klasse 5, Gao, 30 augustus 2017.

³⁰ Foto ID nr: GOPR0034_1024.jpg, date modified 25-05-2016, gemaakt door een van de Nederlandse militairen (contrast verhoogd ten opzichte van de originele foto). De precieze datum waarop de foto is gemaakt is niet bekend.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
11/17



Figuur 12 Digitale thermometer toont een temperatuur van 53,9°C, gemeten op ongeveer 100 m van de munitiecontainer op enig moment voor het ongeval op Kamp Nassau in Kidal.

Op basis van bovenstaande beschouwing wordt geconcludeerd dat de mortiergranaten zonder twijfel zijn blootgesteld aan temperaturen boven de 50°C.

3. Doorslagtesten

TNO heeft geconcludeerd dat de M6-H schokbuis niet voldoet aan de norm in NATO AOP-20³¹ vanwege de mogelijkheid van ongeoorloofde doorslag van het slagpijpje (de detonator) naar de overdrachtslading in ongewapende stand^{32,33}. Deze conclusie wordt bevestigd met de resultaten van de doorslagtesten in het KC W&M rapport. TNO stelt tevens dat niet kan worden geconcludeerd dat doorslag met initiatie van de schokversterker altijd en onder alle temperatuurcondities wordt voorkomen³². Van zeven van de twintig doorslagtesten in het KC W&M rapport wordt vermeld dat de springstof in de schokversterker deels (5x) of geheel (2x) weg is, waarbij de houder van de springstof doormidden is gescheurd (2x). Deze reacties zijn heftiger dan waargenomen bij de drie door TNO uitgevoerde doorslagtesten.

Naar mening van TNO kan dit duiden op een heftige reactie van de springstof in de schokversterker, zoals een verbranding of deflagratie en is dit een indicatie dat de inherente veiligheid van de M6-H schokbuis twijfelachtig is. Een verbranding of deflagratie van de springstof in de schokversterker is mogelijk aanleiding tot verbranding of deflagratie van de TNT hoofdvlading, met in het ergste geval een overgang naar detonatie van de hoofdvlading (door drukopbouw als gevolg van opsluiting in een stalen mantel).

³¹ NATO AOP-20, *Safety, arming and functioning systems manual of tests, Ed. B, Version 1* (2017).

³² TNO 2017 R10363 *Ongeval mortieroefening Mali: Doorslagtesten M6-N schokbuis* (april 2017).

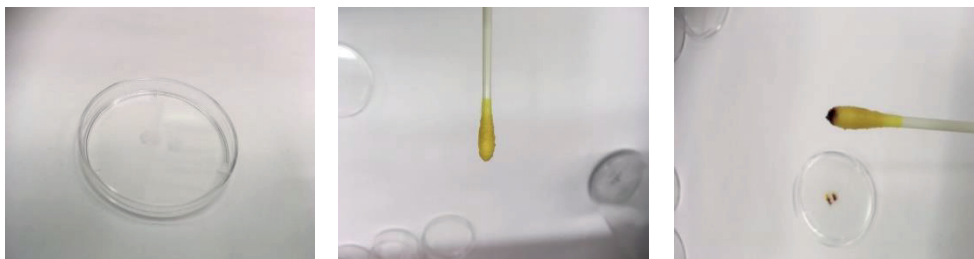
³³ TNO 2017 R11053 *Ongeval mortieroefening Mali: additioneel onderzoek* (september 2017).

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
12/17

Accidentele detonatie van het slagpijpje kan veroorzaakt worden door detonatie van koperazide³⁴ dat zich in de nabijheid heeft gevormd als gevolg van interactie tussen het loodazide in het slagpijpje en koper in nabijgelegen metalen onderdelen, onder invloed van vocht. De Russische handleiding van de M6 stelt expliciet dat tijdens opslag en transport projectielen met M6-buizen, moeten worden beschermd tegen vocht, atmosferische neerslag en zonlicht³⁵. Het KC W&M rapport meldt dat er bij de demontage van de mortiergranaten in Gao oxidatievlekken zijn aangetroffen in zowel waterdichte als niet-waterdichte schokbuizen. De aanwezigheid van koperazide kristallen is visueel niet waargenomen. Visueel zijn azides echter niet altijd zichtbaar. Detectie wordt bij voorkeur uitgevoerd door middel van een ijzer(III)chloride test³⁶, zie Figuur 13.



Figuur 13 IJzer(III)chloride test; een schaaltje met daarop loodazide (links), een wattenstaafje gedrenkt in een ijzer(III)chloride oplossing (midden) en verkleuring van het loodazide en wattenstaafje nadat deze in contact zijn geweest (rechts).

In een onderzoek naar veroudering van springstoffen zijn door TNO twee slagpijpjes onderzocht afkomstig van 60 mm HE80 granaten. Eén van de slagpijpjes is onderworpen aan veroudering door blootstelling aan vocht en hoge temperatuur. Dit slagpijpje detoneerde bij een poging tot open zagen met een zeer dunne en natte zaag³⁷. Het niet verouderde slagpijpje werd probleemloos open gezaagd, zie Figuur 14. Het slagpijpje bestaat uit twee in elkaar geschoven busjes waarvan de legering door TNO is vastgesteld. Het binnenste busje is van aluminium en het buitenste bestaat voor 68% uit koper. Het verschil in gedrag bij het open zagen van beide slagpijpjes wordt waarschijnlijk veroorzaakt door koperazide dat is gevormd tijdens veroudering.

³⁴ Koperazide is uiterst gevoelig en een enkel kristal kan, in tegenstelling tot bijvoorbeeld loodazide, reeds detoneren. In *Chemisches Zentralblatt* (1944) stellen M. Straumanis en A. Cirulis: "Die initialen Eigenschaft des $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$ sind hervorragend. Ein Kryställchen von 0.0004 g bringt bereits Nitropentaerythrit [PETN] zur Detonation".

³⁵ МИННЫЙ ВЗРЫВАТЕЛЬ М-6 (РУКОВОДСТВО), (buis M-6), Militair publicatiehuis van de defensie van de USSR, Moskou – 1957.

³⁶ Of met Fourier-Transform-Infraroodspectroscopie (FTIR) onder lab condities, zie *Analysis of copper azide in ammunition using FTIR* (2001).

³⁷ Dit werd door de uitvoerder als uitzonderlijk ervaren; de laatste keer dat een detonatie optrad was in 2012 tijdens het openzagen van twintig slagpijpjes uit Duitse WOII landmijnen, waarbij één slagpijpje detoneerde.

Datum

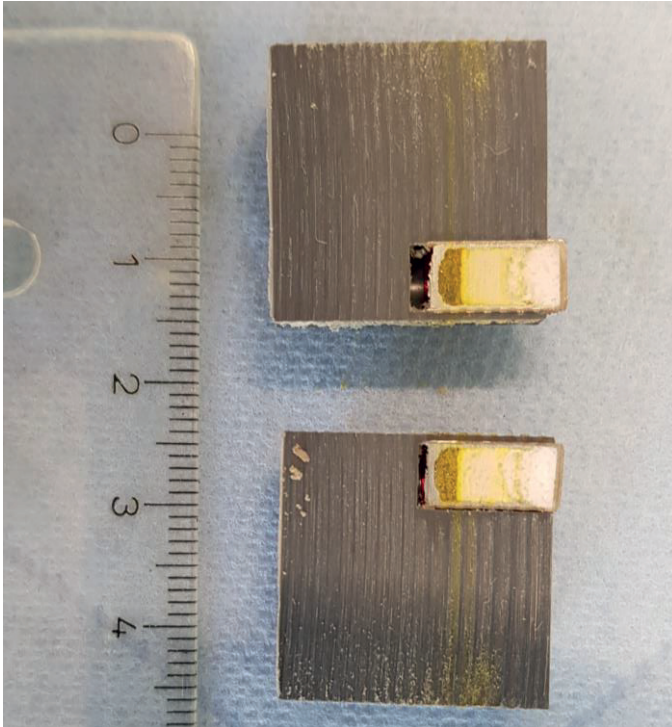
18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

13/17



Figuur 14 Over de lengte open gezaagd slagpijpe, met als inhoud (van links naar rechts) lak, primer sas, loodazide en pentriet (PETN)³⁸.

TNO wijst erop dat de potentiële vorming van het uiterst gevoelige koperazide in de schokbuis van de HE80 schokbuis gevaarlijk is. Initiatie hiervan, bijvoorbeeld door trilling of schok, kan leiden tot initiatie van het slagpijpe; gezamenlijke detonatie kan mogelijk leiden tot doorslag naar de schokversterker en de hoofdloading³³.

4. Maatvoering

Het KC W&M rapport meldt dat meerdere ontstekers bij de demontage in Gao zijn opgebouwd uit verschillende en afwijkende componenten binnen één lotnummer, wat beoordeeld wordt als ontoelaatbaar en een indicatie dat de kwaliteitscontrole van Arsenal JSCo tijdens de fabricage niet op orde was. Tevens zijn er in meerdere ontstekers oxidatievlekken op de sluiters, sluitershuis en slagpin aangetroffen.

De constatering dat lotnummers zijn samengesteld uit verschillende en afwijkende componenten is reeds gemaakt in een KC W&M rapport uit 2007³⁹. Dit rapport stelt: "Er zijn proeven uitgevoerd met munitie uit alle 8 lots die aan Nederland zijn geleverd. Van elk lot zijn er minimaal 2 kisten à 10 schoten per lot visueel geïnspecteerd. Uit de visuele inspectie blijkt dat de 8 geleverde munitie lots zijn samengesteld uit meerdere sub-lots voor de kritieke componenten, zoals de voortdrijvende lading en de gemonteerde buis."

³⁸ Met geschatte massa's: ca. 0.38 g loodazide en ca. 0.08 g PETN (pentriet).

³⁹ *Beproeversrapport TFU, verificatie 60 mm HE, mortier, KCW&M document nr 20419, versie 1.0 (2007)*. Opgenomen als bijlage M1 in *Mortierschietincident Mali, Rapportage Commissie van Onderzoek, 24-2-2017*.

Volgens het KC W&M rapport uit 2007 zijn de projectielen en buizen voorzien met een opdruk van fabrikant Arsenal (10). Een uitzondering vormt projectiel-lot 03-07 dat is gecombineerd met buizen van fabrikanten Arsenal (10) en Arcos (33)⁴⁰. Bij de röntgenopnamen (van 8 buizen per lot) zijn geen bijzonderheden geconstateerd. Bij de bijzonderheden na demontage staat vermeld “andere leverancier en constructie (werkingsprincipe identiek aan overige buizen)”. Er wordt niet gesproken over afwijkingen in de maatvoering³⁹.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
14/17

Het KC W&M rapport uit 2019 presenteert nieuwe meetgegevens en stelt dat er ontoelaatbare afwijkingen zijn geconstateerd in de maatvoering van terugslagkappen en slagpinnen uit de ontstekers. Afwijkende maatvoering kan leiden tot het verlies van borging van de setback kogels en wapening van de schokbuis. Meer precies stelt het rapport: “Indien de tolerantie van de slagpin (2.42 mm) en de tolerantie van de terugslagkap (1.92 mm) opgeteld wordt, dan is de totale tolerantie 4.34 mm. De diameter van de wapeningskogels is 3.95 mm. Deze opgetelde tolerantie is groter dan de diameter van een wapeningskogel”⁴¹.

Bovenstaande getallen zijn afgeleid van de meetcampagne in Mali⁴². TNO heeft de achterliggende wiskundige onderbouwing⁴³ bestudeerd en concludeert dat deze incorrect is. De genoemde “totale tolerantie” (4.34 mm) is gebaseerd op de som van (a) het verschil tussen de maximale en minimale lengte van de slagpin⁴⁴ (2.42 mm) en (b) het verschil tussen de maximale en minimale lengte van de terugslagkap (1.92 mm), zoals gemeten over alle pinnen en kappen. De som van deze bereiken is echter de verkeerde controleparameter. Het is namelijk de afwijking op de maatvoering van de *samengestelde combinatie* van slagpin en terugslagkap die bepalend is voor de veiligheid van het mechanisme⁴⁵. De beoordeling van de mogelijkheid op onbedoelde wapening moet daarom gebaseerd worden op metingen van unieke pin-kap combinaties⁴⁶. Op basis van de wiskundige onderbouwing van KC W&M, kan daarom niet geconcludeerd worden dat de afwijking op de maatvoering ontoelaatbaar is.

TNO heeft experimenteel vastgesteld⁴⁷ dat bij de *grote* maatafwijkingen zoals genoemd in het KC W&M rapport, het mechaniek van de schokbuis niet is samen te stellen.

⁴⁰ Bij 10-20% van de projectielen is de zwarte opdruk van het buis-lot niet tot bijna niet af te lezen. De ongevalsgranaat kwam uit projectiel-lot 04-07-A11 met buis-lot 01/07 van fabrikant Arsenal.

⁴¹ De term tolerantie is onjuist gebruikt. *Toleranties* zijn (volgens de productiespecificaties van de fabrikant) toelaatbare afwijkingen van de nominale maat. De genoemde getallen zijn *maatafwijkingen* van het gemiddelde op basis van de metingen aan gedemonteerde schokbuizen.

⁴² Op 3 projectiel-lots 04/07-A11, 04/07-A21 en 02/07-A21, met mogelijke buis-lots 01/07, 02/07 en 03/06.

⁴³ Excel file verschillende maatvoering M6-H buis incl lot 03_07 A11.xls

⁴⁴ Vanwege de vorm is de lengte van de slagpin moeilijk te meten. Dit geldt ook voor de lengte van het sluitehuis tot aan de ligplaats van de setback kogels.

⁴⁵ Hierbij moet de kritische combinatie van een relatief lange pin met een relatief korte kap binnen de tolerantie blijven zoals gespecificeerd (zou moeten zijn) door de fabrikant.

⁴⁶ Onder aanname van een verwaarloosbare variatie in kogeldiameter tussen begrenzer en terugslagkap en in de afstand tussen hartlijnen van setback kogels en zigzag pin (niet door KC W&M gemeten).

⁴⁷ Een schokbuis mechaniek is samengesteld waarbij maatafwijking is gesimuleerd door de diameter van de bovenste wapeningskogel te variëren. Bij een kogeldiameter van 3.5 mm komt de terugslagkap ongeveer 1.0 mm omhoog ten opzichte van de hartlijn van de zigzag pin en is samenstelling van het mechaniek nog net mogelijk zonder dat de onderste wapeningskogels vrijkomen. Bij een kogeldiameter van 3.0 mm komt de terugslagkap ongeveer 1.5 mm omhoog en is samenstelling niet meer mogelijk.

Datum

18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

15/17

Echter, uit nader onderzoek is gebleken dat juist bij *kleinere* maatafwijkingen het mogelijk is om het mechaniek:

1. samen te stellen waarbij de *onderzijde* van de terugslagkap ongeveer samenvalt met de *bovenzijde* van de “zigzag pin”, en
2. na plaatsing in een schokbuis soepel te bewegen (zoals vereist conform één van de controles van Arsenal⁵⁰), en
3. te wapenen door geringe externe (schok)belasting.

Volgens de Russische handleiding van de M6 schokbuis³⁵ wordt bij samenstelling van het mechanisme de zigzag pin uitgelijnd op de zigzag sleuf in de terugslagkap, en gepositioneerd aan het begin van de eerste “knie” van de zigzag sleuf, zoals afgebeeld in Figuur 15.



Figuur 15 Schokbuismechanisme samengesteld met correct gepositioneerde zigzag pin aan het begin van de eerste “knie” van de zigzag sleuf (foto uit ⁴³).

Deze positionering is cruciaal voor de veiligheid; zolang (1) rotatie van de terugslagkap wordt geblokkeerd door de zigzag pin, en (2) de hartlijn van de zigzag pin samenvalt met die van de wapeningskogels⁴⁸, kan de schokbuis niet onbedoeld worden gewapend. Dit betekent dat de feitelijke marge op bovenstaande configuratie ongeveer gelijk is aan de halve diameter van de zigzag pin (≈ 0.9 mm).

⁴⁸ Conform figuur 1 in Antwoorden van Arsenal. Opgenomen als Bijlage L in OVV rapport *Mortierongeval Mali* (2017). Als de hartlijn van de kogels boven die van de zigzag pin ligt is, is onbedoelde wapening ook niet mogelijk.

Datum
18 september 2019

Onze referentie
19EM/0513

Blad
16/17

Schokbuis nr 95 in het KC W&M rapport is samengesteld met een kritische combinatie van een relatief lange slagpin en een relatief korte terugslagkap⁴⁹. Dit is een zeer ernstige tekortkoming. In deze situatie is slechts geringe externe (schok)belasting nodig om de wapeningskogels te laten vrijkomen en de schokbuis te wapenen.

Het optreden van deze uiterst kritische afwijking in maatvoering zou betekenen dat de kwaliteitscontrole van de fabrikant niet in orde was; een dergelijke schokbuis is in dat geval “ontsnapt” aan de volgende controles zoals verklaard door Arsenal⁵⁰:

- The in-process control operations during the assembling processes that are carried out manually on 100% of the manufactured assemblies;
- The free spring-loaded motion of the piercing mechanism that is 100% controlled, ensuring the assembling correctness and operational reliability;
- The acceptance process of each lot, including a jolting test and drop test.

TNO concludeert dat de M6-H schokbuis niet onbedoeld kan wapenen wanneer rotatie van de terugslagkap wordt geblokkeerd door de zigzag pin. Omdat deze conditie visueel eenvoudig is te controleren tijdens assemblage van de schokbuis, is het opmerkelijk dat onjuiste maatvoering gemist kan worden.

5. Veilige afvoer

De chain of evidence van het aan TNO aangeleverde onderzoeksmateriaal is niet sluitend. Daarom kan niet met zekerheid gesteld worden wat de meest waarschijnlijke oorzaak was van het ongeval⁵¹. Indien met beide opties (vorming van koperazide en afwijkingen in de maatvoering) rekening wordt gehouden⁵², moeten de resterende granaten uiterst voorzichtig en op schokvrije wijze worden behandeld.

De wapeningsstand kan worden vastgesteld met behulp van Röntgen of door de mortiergranaat voorzichtig te schudden en akoestisch waar te nemen of er vrijgekomen (losliggende) wapeningskogels te horen zijn. TNO wijst erop dat controle van de wapeningsstand geen uitsluitel geeft over eventuele onjuiste maatvoering; geringe schok of trilling (bij transport) kan bij onjuiste maatvoering alsnog leiden tot wapening, waarna bij een val van geringe hoogte de schokbuis kan functioneren met detonatie van de hoofdloading als gevolg. Ook geldt dat eventuele aanwezigheid van koperazide niet met Röntgen kan worden vastgesteld. Daarom is iedere handeling niet zonder risico en moet het aantal handelingen zo veel mogelijk worden beperkt.

⁴⁹ Bij analyse van de data, valt op dat de variatie van de in Mali gemeten lengte van de slagpin en terugslagkap groter is dan die gemeten in Nederland. Ook valt op dat er binnen de metingen van de niet-aselecte steekproef in Nederland (op projectiel-lot 03/07-A11 met buis-lot 02/05), naast nr 95, nog twee schokbuizen (nr 69 en 80) kritisch zouden moeten zijn op basis van de gecombineerde lengte van slagpin en terugslagkap.

⁵⁰ Antwoorden van Arsenal. Opgenomen als Bijlage L in OVV rapport *Mortierongeval Mali* (2017).

⁵¹ Met uitzondering van de ongevalsgranaat kan wel met zekerheid gesteld worden dat de schokbuis van de ongeveer 1500 onderzochte en van de ongeveer 24500 verschoten granaten, niet op scherp stond.

⁵² Brief aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten Generaal, Referentie BS2019016090, Betreft Veilig vernietigen van 60mm HE-mortiergranaten, 22-08-2016.

Voor veilige afvoer van de resterende granaten⁵³ moet daarom een afweging worden gemaakt van het aantal handelingen en bijbehorende risico's tijdens:

- afvoer en vernietiging zonder demontage, of
- demontage met vernietiging van (alleen) de explosieven uit de schokbuizen.

In het eerste geval worden de granaten na controle van de wapeningsstand rammelvrij vervoerd naar de dichtstbijzijnde springlocatie, daar uitgepakt en in batches vernietigd⁵⁴.

In het tweede geval worden alle granaten op locatie, op afstand en geautomatiseerd gedemonteerd⁵⁵, en kunnen de schokversterkers en hoofdloadingen aangeboden worden voor demilitarisatie via de gebruikelijke route(s) binnen de NATO. De explosieven uit de schokbuizen kunnen veilig worden getransporteerd naar een springlocatie.

Datum

18 september 2019

Onze referentie

19EM/0513

Blad

17/17

⁵³ Met name de mortiergranaten die retour zijn gekomen uit Afghanistan en Aruba moet voorzichtig worden omgegaan vanwege potentiële blootstelling aan bovengemiddelde mechanische belasting en temperaturen.

⁵⁴ Na verificatie dat de schokbuis niet is gewapend kan worden overwogen om de transportveiligheid en het membraan aan de bovenzijde van de schokbuis te verwijderen en de holte boven de slagpin te vullen met lijm (of een vergelijkbaar vulmiddel) en af te plakken. Dit fixeert de slagpin en voorkomt onbedoelde wapening tijdens transport en handelingen voor vernietiging.

⁵⁵ Met behulp van een elektrische demontagetool met schokvrije stappenmotor.