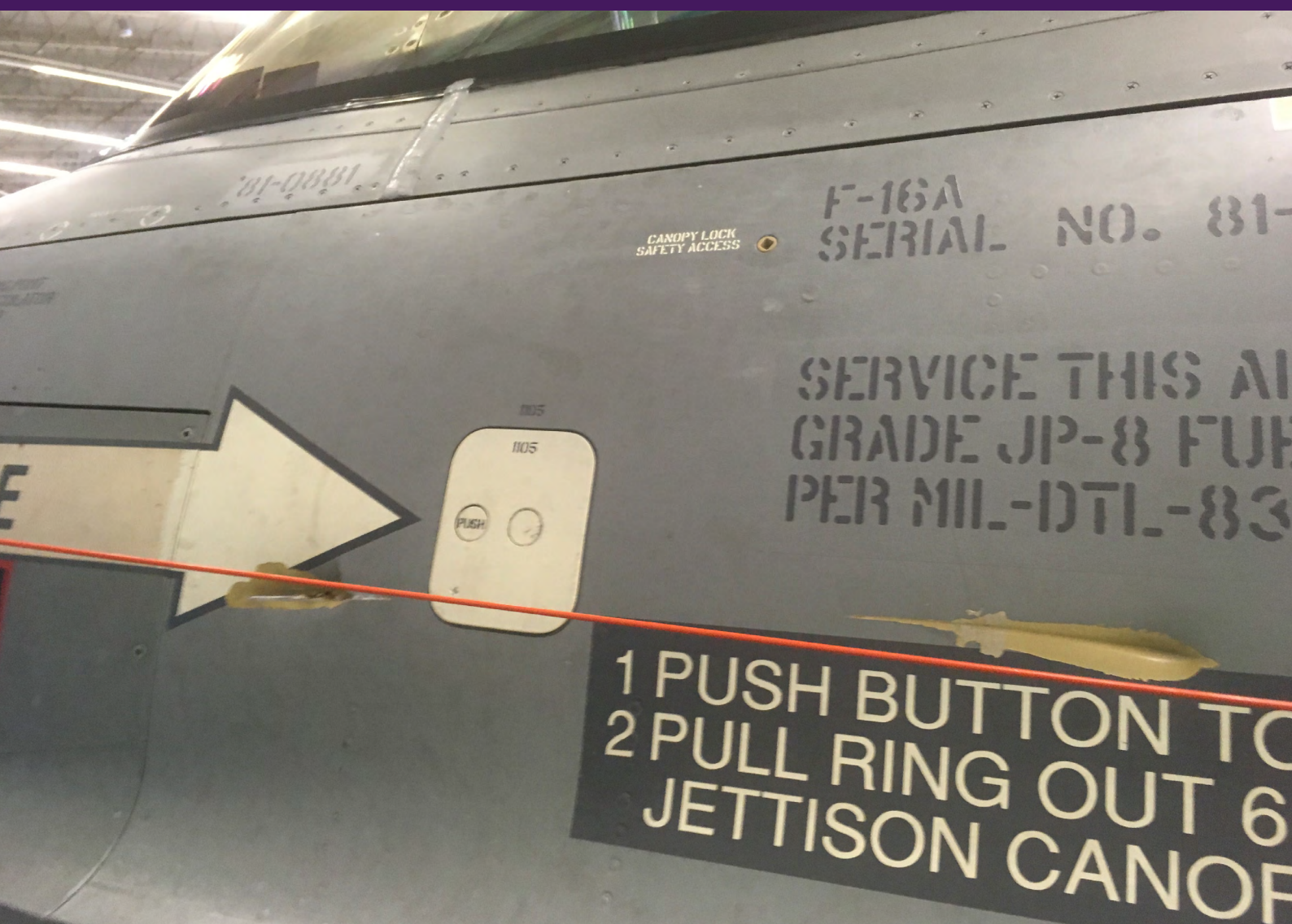




Inspectie Veiligheid Defensie
Ministerie van Defensie

Veiligheid in de lucht

Onderzoek naar een zelfbeschieting van een F-16 boven de Vliehors



Voorwoord

De Inspectie Veiligheid Defensie is in 2018 opgericht om als onafhankelijk toezichthouder de veiligheid bij Defensie te vergroten en het lerend vermogen van Defensie op dat terrein te versterken. De inspectie hanteert drie vormen van onderzoek, namelijk systeemgericht en themagericht onderzoek en onderzoek naar voorvallen.

Op 21 januari 2019 voerde een F-16 jachtvliegtuig van het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) een schietsessie uit boven het oefenterrein voor jachtvliegtuigen en helikopters de Vliehors op Vlieland. De vlieger beschoot onder meer een oefendoel met het boordkanon. Tijdens een van de beschietingen raakten delen van de munitie de zijkant van het toestel zelf. Hierdoor ontstond schade aan het vliegtuig.

De inspectie heeft onderzoek gedaan naar de directe en achterliggende oorzaken van het voorval en de mogelijke risico's voor de vlieger en het personeel op de Vliehors, in het bijzonder de controletoren die in het doelengebied staat. Zij doet op grond daarvan aanbevelingen en verwacht te worden geïnformeerd over de resultaten van de uitvoering daarvan.



**Inspecteur-Generaal Veiligheid,
Wim Bargerbos**

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	5
Beschouwing en aanbevelingen	6
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Waarom een onderzoek door de IVD?	8
1.3 Doel van het onderzoek	9
1.4 Centrale onderzoeksvragen	9
1.5 Afbakening van het onderzoek	9
1.6 Referentiekader	10
1.7 Leeswijzer	10
2 Achtergrond	11
2.1 Omstandigheden	11
2.2 Bewapening en munitie	13
2.3 De Vliehors	18
3 Het voorval	21
3.1 Het verloop van de vlucht	21
3.2 Terugvlucht	22
4 Analyse	24
4.1 Schade	24
4.2 Veiligheid op het schietterrein	28
4.3 Procedures	29
5 Conclusies	36
5.1 Oorzaak van het voorval	36
5.2 Blootstelling aan gevaar	36
5.3 Procedures	37
6 Aanbevelingen	39
Bijlagen	40
Bijlage A Onderzoeksverantwoording	41
Bijlage B Meteogegevens	43
Bijlage C Reacties betrokken partijen	44
Bijlage D Afkortingenlijst	45
Bijlage E Eerdere voorvallen	46

Samenvatting

Op 21 januari 2019 voerde een F-16 als volgvliegtuig in een formatie van twee een schietsessie uit boven de Vliehors. De F-16 beschoot tijdens de vlucht met zijn boordkanon een oefendoel op de Vliehors.

Tijdens de vlucht werd 20 millimeter *Reduced Ricochet Risk*-oefenmunitie gebruikt. Deze munitie is bedoeld voor oefeningen, het kogellichaam bevat geen explosieve lading. De munitie is ontworpen om op enig moment te breken en in drie delen uiteen te vallen. Daarom is de kogel gevoelig voor zijdelingse krachten tijdens het laden, ontladen en het transport van de patronen.

De schade aan het vliegtuig en de chemische analyse van het plaatmateriaal en de kogeldelen wezen uit dat de kogelpunt de schade aan de buitenzijde van het vliegtuig heeft veroorzaakt, en de metalen pin de schade aan de motorinlaat en delen van de motor. De kogel is, vermoedelijk bij het afvuren, in kleinere delen uiteengevallen voorafgaand aan het contact met het vliegtuig.

Het onderzoek heeft geen aanwijzingen opgeleverd dat projectielen of delen ervan de veiligheid van de functionarissen op de controletoren van de Vliehors in gevaar hebben gebracht. Wel is duidelijk geworden dat de vluchtbaan van beschadigde munitie onvoorspelbaar is en daardoor mogelijk een gevaar kan vormen voor personeel op de controletoren. Hoe dan ook bestaat de mogelijkheid dat de toren onbedoeld onder vuur wordt genomen, zoals eerdere incidenten hebben aangetoond. Verplaatsing van de toren naar een positie buiten het doelengebied laat inmiddels jaren op zich wachten.

Uit het onderzoek is gebleken dat de vlieger bij de afhandeling van de *emergency* is afgeweken van de standaardprocedure voor communiceren in geval van een noodsituatie en dat hij de voorgeschreven handelingen uit de checklist niet volledig heeft gevolgd. In het geval van een werkelijke motorstoring hadden hierdoor complicaties kunnen optreden, met grotere veiligheidsrisico's als gevolg.

Als onderdeel van het veiligheidsmanagement van Defensie moeten de defensieonderdelen alle voorvallen melden in het meldingssysteem PeopleSoft Melding Voorvallen (PSMV). De luchtmacht meldt voorvallen in de eigen afgeschermdede voorvallendatabase Sentinel en niet consequent in PSMV. Dit maakt het voor de overige defensieonderdelen en het centrale niveau lastig alert te reageren, te beoordelen of onderzoek nodig is en mogelijke trends te onderkennen.

Beschouwing en aanbevelingen

Beschouwing

Met dit onderzoek naar een zelfbeschieting van een F-16 gevechtsvliegtuig boven het schietterrein de Vliehors wil de IVD de oorzaak van het voorval achterhalen en verklaren waarom het zich kon voordoen. Technisch onderzoek heeft uitgewezen dat een van de vele oefenpatronen die de F-16 boven de Vliehors afvuurde, is uiteengevallen en het eigen toestel heeft beschadigd. De bevindingen zijn voor Defensie aanleiding geweest de gebruiksregels over munitie aan te scherpen en zo de kans op herhaling te verkleinen. Het onderzoek heeft daarmee zijn nut bewezen.

De IVD nam in haar onderzoek ook de veiligheid van de vlieger en het personeel van de controletoren op de Vliehors in beschouwing. De vlieger keerde na het noodgeval ongedeerd terug op Vliegbasis Leeuwarden en er zijn geen aanwijzingen dat de veiligheid van het personeel op de toren in gevaar is geweest. Dat is zonder meer positief. Toch meent de IVD dat er voor de luchtmacht aanleiding is stil te staan bij beide aspecten.

Zoals uit het rapport blijkt, is in de laatste fase van de vlucht van de F-16, het traject van de Vliehors terug naar Vliegbasis Leeuwarden, door de zelfbeschieting een noodgeval ontstaan. De communicatie van de vlieger met de verkeersleiding en de wijze waarop hij de *pilot checklist* afwerkte, waren volgens de inspectie niet in overeenstemming met de voorschriften. Zij heeft daar kanttekeningen bij geplaatst. Het is aan de luchtmacht te bepalen of, en zo ja hoe, zij daaruit lering trekt.

Ook over de controletoren is het laatste woord nog niet gesproken. De positie van de toren in het doelengebied heeft in het verleden wel degelijk tot hachelijke situaties geleid. De Commandant Luchtsrijdkrachten heeft daarom in 2015 opdracht gegeven de verplaatsing van de toren voor te bereiden, maar tot dusver is het daar niet van gekomen. Zes jaar later staat de controletoren er nog en duurt het risico dus voort.

Defensie werkt hard aan een gemeenschappelijk veiligheidsmanagementsysteem met voldoende ruimte voor de onderscheiden defensieonderdelen. Een belangrijk bestanddeel daarvan is een meldingssysteem dat de defensieonderdelen én het centrale niveau in staat stelt alert te reageren. In dit onderzoek naar de zelfbeschieting van de F-16 boven de Vliehors heeft de IVD vastgesteld dat de luchtmacht een eigen meldingssysteem hanteert en niet alle voorvallen consequent registreert in de gemeenschappelijke database van Defensie. Dit kan en moet anders.

Aanbevelingen

Aanbevelingen van de inspectie beperken zich in de regel tot het 'wat', waarbij het aan Defensie is 'hoe' zij daarmee omgaat en welke maatregelen zij treft. De inspectie wil met onderstaande aanbevelingen Defensie bewegen stappen te zetten om de risico's verbonden aan het opereren met jachtvliegtuigen verder te beperken.

Op grond van de uitkomsten van de onderzoeken die NLR en TNO naar aanleiding van dit zelfbeschietingsvoorval hebben verricht, heeft het Defensie Munitiebedrijf in overleg met de typemanager F-16 in februari 2021 besloten dat eenmaal geladen munitie waarvan een deel is verschoten voortaan niet meer mag worden hergebruikt en in plaats daarvan moet worden vernietigd. De IVD verwelkomt dit besluit.

Op grond van de bevindingen in dit rapport adviseert de inspectie:

- De verplaatsing van de controletoren van de Vliehors naar buiten het doelengebied te bespoedigen;
- Het gebruik van standaardcommunicatie in de luchtvaart, zoals vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift van het CLSK, te bevorderen;
- Zeker te stellen dat defensieonderdelen consequent alle voorvallen centraal melden, in overeenstemming met SG Aanwijzing 005 Melden Voorvallen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 21 januari 2019 voerde een F-16 jachtvliegtuig van het Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) als volgvliegtuig in een formatie van twee - formatieleider en volgvliegtuig - een schietsessie uit boven het oefenterrein voor jachtvliegtuigen en helikopters de Vliehors op Vlieland. De beide vliegtuigen beschoten onder meer een oefendoel met het boordkanon.

Na twee succesvolle passages (*runs*) waarbij het oefendoel werd beschoten, werd een derde uitgevoerd. Tijdens deze run raakten delen van de munitie van het volgvliegtuig de zijkant van het toestel zelf. Hierdoor ontstond schade aan de vliegtuigbeplating. Een deel van de kogel kwam in de motor van de F-16 terecht en veroorzaakte ook daar enige schade.

De volgvlieger hoorde na de derde run een ongebruikelijk licht fluitend geluid in de cockpit. Hij controleerde de indicaties in de cockpit en constateerde geen bijzonderheden. Vervolgens voerden beide vliegtuigen een vierde *run* uit op de doelen in het oefengebied, waarna in de cockpit van het volgvliegtuig een waarschuwingssignaal wegens lage oliedruk klonk. De vliegers braken hierop de vlucht af en keerden terug naar de thuisbasis, Vliegbasis Leeuwarden. Enige minuten later landden beide toestellen op de vliegbasis.

1.2 Waarom een onderzoek door de IVD?

Defensie is verantwoordelijk voor de veiligheid van haar werknemers. Het veiligheidsbeleid van Defensie is erop gericht de risico's van letsel of schade zoveel mogelijk te beperken en herhaling van voorvallen te voorkomen. Defensie ziet het om die reden als haar taak te achterhalen wat de oorzaak is van voorvallen.¹ De Inspectie Veiligheid Defensie (IVD) is verantwoordelijk voor het onderzoeken van categorie 4-voorvallen. Voorvallen binnen Defensie worden ingedeeld in categorieën, waarbij categorie 4 de zwaarste is. Dit betreft voorvallen waarbij sprake is van ernstig of blijvend lichamelijk of geestelijk letsel, een ziekenhuisopname van meer dan 24 uur, een of meer dodelijk(e) slachtoffer(s) of schade van meer dan 250.000 euro.

De schade tijdens de vliegoefening op 21 januari 2019 was lager dan de grenswaarde voor een categorie 4-voorval. Vanwege het feit dat er in de afgelopen dertien jaren een tiental vergelijkbare voorvallen is gemeld, besloot de IVD toch het voorval te onderzoeken.²

¹ Vastgelegd in het Veiligheidsmanagementsysteem Defensie, MP 12-100, in 2020 opnieuw uitgegeven als SG Aanwijzing SG-007, Veiligheid, Gezondheid en Milieu bij Defensie.

² Gegevens verkregen van CLSK, voorvallen vermeld in bijlage E.

1.3 Doel van het onderzoek

De IVD wil met haar toezicht bijdragen tot een veiligere defensieorganisatie. Met dit onderzoek wil de inspectie verklaren hoe het mogelijk was dat delen van de afgeschoten munitie in aanraking kwamen met het vliegtuig zelf en daardoor schade aanrichtten aan de beplating en de motor.

Verder wil de inspectie nagaan of er uit het voorval lering is te trekken om de veiligheid gedurende schietoefeningen te verbeteren. De inspectie onderzoekt daarom ook of er sprake was van enig gevaar voor de vlieger en de verkeerstorenbemanning van de Vliehors.

1.4 Centrale onderzoeksvragen

Het onderzoek moet antwoord geven op de volgende vragen:

- Wat is de oorzaak van het voorval?
- Hoe is het mogelijk dat munitie in aanraking komt met het eigen vliegtuig?
- Wat is de status van de gebruikte munitie?
- In hoeverre is er sprake (geweest) van gevaar voor de vlieger of het personeel op de controletoren op de Vliehors?
- Zijn de juiste procedures gevolgd bij de afhandeling van het voorval?

1.5 Afbakening van het onderzoek

Het onderzoek richt zich in eerste instantie op het ongeval zelf. De inspectie onderzoekt bovendien of, en zo ja in hoeverre, er sprake was van gevaar voor het personeel van de verkeerstoren van de Vliehors. De IVD bestudeert daartoe data uit soortgelijke voorgaande nationale en internationale voorvallen.

Na het voorval is er overleg geweest tussen de gebruiker (CLSK), de F-16 wapensysteemmanager, in dit geval het Bureau Jacht- en Lesvliegtuigen van de Defensie Materieel Organisatie (DMO/JLV)³ en de normsteller van vliegtuigmunitie, het Defensie Munitiebedrijf, dat ook onder DMO valt (DMO/DMunB). Na dit overleg heeft het CLSK besloten het gebruik van de betrokken munitie voor onbepaalde tijd op te schorten.

Het voorval gebeurde tijdens een serie operationele test- en evaluatievluchten (OT&E) naar aanleiding van een recente aanpassing in de vliegtuigsoftware. Het IVD-onderzoek gaat niet in op de planning, uitvoering en uitkomsten van de test- en evaluatievluchten.

³ DMO/JLV heet met ingang van 2021 DMO/TM-F16.

1.6 Referentiekader

De defensieonderdelen moeten hun taken, dat wil zeggen opleiden, trainen, oefenen, inzetten en instandhouden, zodanig uitvoeren dat daarbij de veiligheid voor medewerkers, materieel en omgeving zoveel mogelijk is gewaarborgd.⁴

Om missies, waaronder oefenvluchten, op veilige en effectieve wijze uit te voeren, is het noodzakelijk dat personeel kan gebruikmaken van middelen die voldoen aan de daaraan gestelde eisen. Daarbij mag geen onnodig risico ontstaan voor de vliegtuigbemanning of direct en indirect betrokkenen, zoals de verkeerstorenbemanning en het overige personeel van de Vliehors.

1.7 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Na de inleiding in hoofdstuk 1 beschrijft hoofdstuk 2 de achtergronden van de vlucht: de omstandigheden waaronder de vlucht is uitgevoerd, het vliegtuig en de bewapening, en de schietrange. Hoofdstuk 3 beschrijft de vluchtuitvoering. Hoofdstuk 4 analyseert de mogelijke oorzaken van de schade, de veiligheid op de schietrange, de status van de gebruikte munitie, de gevolgde procedures voor de vrijgave en het gebruik van de munitie, de vluchtuitvoering en de melding. Hoofdstuk 5 geeft de conclusies weer die de IVD op basis van dit onderzoek trekt. Het rapport wordt afgesloten met aanbevelingen in hoofdstuk 6.

⁴ SG Aanwijzing SG-007 Veiligheid, Gezondheid en Milieu bij Defensie, 1 oktober 2019.

2 Achtergrond

Het voorval gebeurde tijdens een serie operationele test- en evaluatievluchten met F-16 gevechtsvliegtuigen naar aanleiding van een recente aanpassing in de vliegtuigsoftware.⁵ Het doel was te testen of de aanpassing van de software voldeed aan de gestelde eisen en of de software van invloed was op het gebruik van het boordwapen. De vliegmanoeuvres tijdens de vlucht waren bedoeld om de nieuwe software te valideren.

Dit hoofdstuk beschrijft de omstandigheden van het voorval, het vliegtuig en de gebruikte munitie. Ten slotte komt de veiligheid van de vlieger en het personeel op de Vliehors aan de orde.

2.1 Omstandigheden

Op 21 januari 2019 voerde een F-16 als volgvliegtuig in een formatie van twee een schietessie uit boven de Vliehors. De F-16 beschoot tijdens de vlucht met zijn boordkanon een oefendoel op de Vliehors.

Tabel 1 *Algemene gegevens voorval.*

Nummer voorval:	IVD 2019-02
Classificatie:	Ongeval
Datum, tijd ⁶ voorval:	21-01-2019, 14:40 uur
Plaats voorval:	Luchtruim boven de Vliehors
Type voorval:	Luchtvaartongeval
Persoonlijk letsel:	Geen
Registratie luchtvaartuig:	J-881
Type luchtvaartuig:	F-16
Fase van de vlucht:	Wapentraining boven de Vliehors
Schade aan luchtvaartuig:	Ernstig
Aantal bemanningsleden:	1
Lichtcondities:	Daglicht, vrij van wolken

⁵ De F-16 is zowel voor het vliegen als voor de uitvoering van haar taken voor een groot deel afhankelijk van de software aan boord. Gedurende de levensduur van het vliegtuig worden regelmatig aanpassingen gedaan aan de software om deze up-to-date te houden, onder meer in verband met nieuwe bewapening en om te voldoen aan de wensen van de gebruikers.

⁶ Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden (UTC +1), tenzij anders vermeld.

2.1.1 Het weer

Tijdens het voorval was de wind boven Vlieland westelijk (tussen 240-290 graden) met een snelheid van 3 tot 6 knopen (5 tot 9 kilometer per uur). Er hing een gebroken wolkenlaag rond de 3.000 voet (1.000 meter) en daarboven een gebroken wolkenlaag vanaf *Flight Level* 240.⁷ Het vliegzicht boven de Vliehors tijdens het voorval bedroeg meer dan 10 kilometer.

Boven de Vliegbasis Leeuwarden heerste een zuidwestelijke wind (tussen 200-230 graden) met een snelheid van 3 tot 5 knopen. Het vliegzicht boven de vliegbasis bedroeg 8 kilometer, langzaam teruglopend naar 6 kilometer. Er hing een gebroken wolkenlaag met een wolkenbasis rond 3.000 voet. De weersomstandigheden vormden geen beletsel voor de uitvoering van de vlucht.

De actuele weergegevens (*meteorological aerodrome report*, METAR) boven de Vliehors en de Vliegbasis Leeuwarden tijdens het voorval zijn opgenomen in bijlage B.

Het weer boven de Vliehors en boven de Vliegbasis Leeuwarden voldeed ruim aan de eisen voor het uitvoeren van een vlucht onder zichtomstandigheden (Visual Flight Rules, VFR).

2.1.2 Betrokken personeel

De gezagvoerder van het volgvliegtuig was een ervaren vlieger met bijna 2.000 vlieguren, waarvan ruim 520 vlieguren op het type F-16. Volgens de gegevens vermeld in het operationeel management- en informatiesysteem (OMIS) was hij tijdens het voorval gekwalificeerd en bevoegd om de vlucht uit te voeren.

Tabel 2 *Vliegervaring betrokken vlieger.*

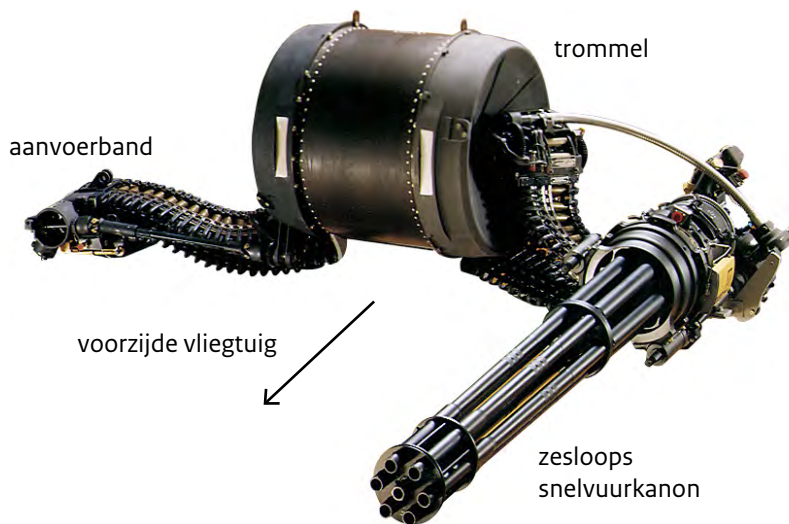
Ervaring	F-16	Alle types
Uren op het betrokken type	520,1	1974,5
Uren gedurende de laatste 90 dagen	30,6	30,6
Uren gedurende laatste 30 dagen	9,2	9,2

⁷ *Flight levels* geven de (vlieg)hoogte aan in honderden voeten, uitgaande van de standaard atmosferische druk (1013,2 Hectopascal). *Flight level* 240 betreft een (vlieg)hoogte van 24.000 voet.

2.2 Bewapening en munitie

De F-16 beschikt over ophangpunten om bewapening aan te monteren. De opdracht van de vlucht bepaalt welk type bewapening wordt meegenomen. Het vliegtuig beschikt verder over een zesloops roterend boordkanon, dat met hoge snelheid diverse soorten munitie van het kaliber 20 millimeter kan afvuren. Het boordkanon bevindt zich links achter de vlieger in het vliegtuig. Rechts van het kanon (in vliegrichting) bevindt zich een grote trommel waarin de munitie wordt opgeslagen en van waaruit de munitie direct wordt gevoed in het kanon. Niet afgevuurde patronen en lege hulzen gaan terug in de trommel (zie figuur 1).

Deze paragraaf beschrijft achtereenvolgens de gebruikte munitie, de vrijgave en de wijze van laden en ontladen ervan.



Figuur 1 *Impressie van het boordkanon met trommel en aanvoerband (bron: General Dynamics).*

2.2.1 Type gebruikte munitie

Het boordkanon bevindt zich in het vliegtuig, links achter de vlieger. Tijdens de bewuste vlucht werd 20 millimeter *Reduced Ricochet Risk* (RRR-)oefenmunitie van het type TP-RRR gebruikt. TP-RRR-munitie is bedoeld voor oefeningen en het kogellichaam bevat geen explosieve lading. De kogel zelf bestaat uit drie delen: een aluminium kogelpunt, een metalen kogellichaam (blauw) en een metalen pin. Deze pin is voorzien van schroefdraad waarmee de drie delen tot één geheel aan elkaar zijn geschroefd (zie figuur 2). De pin is voorzien van een breekpunt net onder de schroefdraad, dat er voor zorgt dat de kogel na contact met de grond of een oefendoel in drie delen uiteenvalt om ricochet van de munitie te voorkomen.⁸ De kogel is gemonteerd op een met kruit gevulde kogelhuls en samen vormen zij de patroon. Omdat hij is ontworpen om op enig moment te breken en in drie delen uiteen te vallen, is de kogel gevoelig voor zijdelingse krachten tijdens het laden en ontladen en het transport van de patronen.

⁸ Ricochet is de beweging van een kogel (of ander voorwerp) na aanraking met een ander object of de grond. Als gevolg van de ricochet veranderen richting en snelheid van de kogel.



Figuur 2 Voorbeeld van de gebruikte 20 mm munitie. Linker afbeelding: de samenstellende delen; van links naar rechts het kogellichaam, de metalen pin en de aluminium kogelpunt. Middelste afbeelding: de kogel. Rechter afbeelding: het patroon, ofwel de kogel inclusief huls (bron: NLR).

2.2.2 Vrijgave munitie

Eerste vrijgave voor gebruik

De RRR-munitie die de F-16 tijdens de vlucht heeft afgeschoten, is sinds 2003 in gebruik. Bij de invoering van de munitie in 2003 heeft Defensie vastgesteld dat deze ook bij andere NAVO-partners in gebruik was en voldeed aan de door hen gestelde eisen. Op basis van gevalideerde onderzoeken door de Noorse luchtmacht en de Afdeling Beproevingen Wapens en Munitie (het huidige Kenniscentrum Wapensystemen en Munitie) heeft de toenmalige Directie Materieel Koninklijke Luchtmacht in 2003 een typeclassificatie voor de TP-RRR-munitie afgegeven onder de toen geldende voorwaarden.

Kwaliteit geleverde munitie

Nederland wisselt met regelmaat ervaringen over vlieg- en munitieveiligheid uit met NAVO-partners en met Europese F-16 medegebruikers (*European Participating Air Forces*, EPAF). In de periode tussen de invoering van de munitie in 2003 en het voorval in 2019 zijn er geen klachten over de munitie ontvangen van NAVO of EPAF-partners. Ook bij het Defensie Munitiebedrijf zijn geen klachten bekend in verband met de kwaliteit van RRR-munitie. De productie van de patronen voldoet aan de eisen in de STANAG AQAP-2110, *NATO Quality Assurance Requirements for Design, Development and Production*. De inspectie heeft daarom geen nader onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de geleverde munitie of de productie ervan.

Ministeriële Publicatie 40-22 inzake de typeclassificatie van munitieartikelen

In maart 2014 verscheen de Ministeriële Publicatie (MP) 40-22 betreffende de typeclassificatie van munitieartikelen. De typeclassificatie van munitie heeft als doel risico's te identificeren en te elimineren of zoveel mogelijk te beperken, in overeenstemming met STANAG 4297 - AOP 15. De MP40-22 had betrekking op het merendeel van de munitieartikelen van gevarenklasse 1, dat wil zeggen ontplofbare stoffen en voorwerpen, die Defensie destijds in gebruik had. Typeclassificatie van klasse 1-munitie was voorgeschreven:

- Als dat munitieartikel nog niet bij Defensie was ingevoerd;
- Bij wijziging van de configuratiestand van een reeds ingevoerd munitieartikel die invloed had op de vorm, passing of functie van dat munitieartikel;
- Bij wijziging van de verpakkingwijze;
- Bij wijziging van de geplande levenscyclus.

De invoering van de MP 40-20 in 2014 had geen gevolgen voor de RRR-munitie, omdat deze al in 2003 was ingevoerd.

Voorschrift 9-840 inzake de typeclassificatie van munitieartikelen

In januari 2018, een jaar voor het ongeval, gaf de Defensie Materieel Organisatie het voorschrift (VS) 9-840 uit onder gelijktijdige intrekking van de MP 40-22. Het voorschrift beoogt net als de MP 40-22 de typeclassificatie van alle munitie van gevarenklasse 1 en introduceert daarvoor een typeclassificatiedocument. Dit document legt formeel vast dat het munitieartikel met een geaccepteerd risico in gebruik kan worden genomen. Het voorschrift stelt dat de typeclassificatie van munitieartikelen geboden is:

- Als dat munitieartikel geen typeclassificatiedocument heeft;
- Bij wijziging van de configuratiestand van een reeds ingevoerd munitieartikel die van invloed is op de vorm, passing of functie van dat munitieartikel of een wijziging in de toegepaste energetische materialen;
- Bij wijziging van de verpakkingwijze;
- Bij wijziging van de geplande levenscyclus en het gebruik.

Zoals gezegd gebruikte Defensie de RRR-munitie al sinds 2003 met typeclassificatie toen in 2014 de MP 40-22 van kracht werd. Bij de inwerkingtreding van het voorschrift 9-840 in 2018 moest voor het eerst een typeclassificatiedocument voor de RRR-munitie worden opgesteld. Hetzelfde gold voor nog eens 500 munitieartikelen.

In december 2017 gaf de directeur DMO de commandant van het Defensie Munitiebedrijf opdracht om voor eind 2018 munitieartikelen die nog geen volledig typeclassificatie hadden doorlopen en die noodzakelijk waren voor het operationele en/of opleidings- en trainingsprogramma, alsnog te voorzien van een typeclassificatiedocument. Dit in overeenstemming met het nieuwe VS 9-840.

In februari 2018 concludeerde de commandant van het Defensie Munitiebedrijf dat het niet mogelijk was om binnen een jaar alle 500 artikelen te voorzien van een typeclassificatiedocument. Om de munitie toch zo spoedig mogelijk te voorzien van een certificaat stelde de directeur DMO voor om op basis van een risicoafweging een versnelde procedure te gaan volgen (nota DMO 2018001609, 6 februari 2018). Zo zou het Defensie Munitiebedrijf kunnen bepalen of munitieartikelen van een typeclassificatiedocument moesten worden voorzien óf dat een ontheffing kon worden verleend.

Op 2 november 2018 heeft het Veiligheidscomité van Defensie dit plan geaccepteerd en het Defensie Munitiebedrijf geautoriseerd om per munitieartikel de veiligheidsrisico's te beoordelen. Het besluit was alleen van toepassing op munitie die Defensie al in gebruik had. Nieuwe munitieartikelen moesten wel in overeenstemming met VS 9-840 worden ingevoerd.

Op basis van bovenstaande heeft de directeur DMO in januari 2019 besloten (nota BS2018008413) een ontheffing te verlenen voor het gebruik van een aantal munitieartikelen, totdat er een typeclassificatiedocument volgens VS 9-840 zou zijn of uiterlijk tot 31 december 2019. Ook voor de RRR-munitie gold deze ontheffing. In maart 2019 is alsnog het dossier voor de typeclassificatie van de RRR-munitie ingediend. In november 2019, tien maanden na de zelfbeschieting boven de Vliehors maar ruimschoots vóór de uiterste datum van 31 december, heeft het Defensie Munitiebedrijf het bedoelde document afgegeven.

De RRR-munitie die in de schietsessie op de Vliehors is gebruikt, is in 2003 op basis van de toenmalige regelgeving en na typeclassificatie vrijgegeven voor gebruik. De munitie was echter niet voorzien van een typeclassificatiedocument dat voldeed aan voorschrift 9-840 dat in 2018 in werking trad. De RRR-munitie maakte deel uit van de lijst van munitie die volgens het nieuwe voorschrift voor eind 2019 versneld moest worden voorzien van een typeclassificatie. Tot die tijd gold een ontheffing. Het bedoelde document is in maart 2019 afgegeven.

2.2.3 Linkless Ammunition Loading System

Het laden van 20 millimeter munitie gebeurt door het aankoppelen van een *Linkless Ammunition Loading System (ALS)* of een *Loader-Delinker*. Het ALS staat op een kar die is voorzien van een hydraulisch systeem ter ondersteuning van de draagarmen (figuur 3). Het ALS kan enkele honderden patronen bevatten in een grote trommel en wordt voor het laden en ontladen van patronen aan het vliegtuig gekoppeld. Zo kan de transportband van het ALS een geheel vormen met de transportband van het vliegtuig. Tijdens het laden worden de patronen in het vliegtuig opgeslagen in een trommel, die vervolgens het boordwapen voedt. Het ALS heeft ook de mogelijkheid patronen uit het vliegtuig te ontladen. De patronen worden dan via een tweede transportband vanuit de vliegtuigtrommel terug in het ALS-trommel getransporteerd. Beide vliegtuigen in de formatie maakten voor het laden gebruik van het ALS.

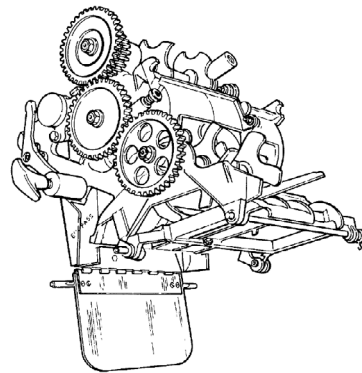
2.2.4 Loader-Delinker

De *Loader-Delinker* is een draagbaar mechanisme met de omvang van een grote schoenendoos om munitie in het vliegtuig te laden en ontladen (figuur 4). Bij het gebruik van de *Loader-Delinker* wordt geschakelde munitie aangeleverd vanuit een transportkist. De *Loader-Delinker* wordt op dezelfde wijze als het ALS aangesloten op de transportband van het vliegtuig, maar is veel kleiner en heeft geen eigen ondersteunende systemen. Bij het gebruik van de *Loader-Delinker* worden geschakelde patronen tijdens het laden losgehaald van de schakels en, net als bij het ALS, in het vliegtuigstelsel gevoerd. De schakels worden buiten het vliegtuig opgevangen in een bak of zak. Kort na het voorval heeft het Defensie Munitiebedrijf besloten dat munitie die met behulp van de *Loader-Delinker* is ontladen ter vernietiging moet worden aangeboden.

De *Loader-Delinker* wordt niet meer systematisch (preventief) onderhouden. De inmiddels ruim veertig jaar oude systemen worden alleen naar het onderhoudsdepot gestuurd als er mankementen zijn. Die worden meestal opgemerkt als het laden van de munitie niet meer soepel loopt of als munitie tijdens het laden vastloopt in de *Loader-Delinker* of de vliegtuigtransportband.



Figuur 3 Voorbeeld van een Linkless Ammunition Loading System (bron: DMO).



Figuur 4 Loader delinker 20 mm F-16 (bron: General Electric).

2.2.5 Procedures laden

Het laden van munitie gebeurt bij voorkeur met het ALS. Als er geen ALS beschikbaar is, is het gebruik van de *Loader-Delinker* als alternatief toegestaan.

Voor het ontladen van munitie met als oogmerk deze opnieuw te gebruiken, mag uitsluitend het ALS worden gebruikt. In alle gevallen dat dit niet gebeurt, moet munitie bij het werkcentrum Munitie-Opslag, -Assemblage en -Transport (MOAT) worden aangeboden voor vernietiging. Alle munitie die met het ALS is ontladen moet bij het MOAT van de vliegbasis worden geïnspecteerd. Aan de hand van technische order TO. 11A13-4-7 wordt per patroon vastgesteld of deze voor hergebruik in aanmerking komt.

2.3 De Vliehors

De Vliehors is een schietterrein van Defensie op het Waddeneiland Vlieland. Het eiland is omgeven door het waddengebied, een eb- en vloedgebied dat voor een groot deel is aangewezen als natuurgebied. Het luchtruim rondom de Vliehors behoort tot een vlieggebied met restricties (EHR4) en is niet voor alle vliegverkeer toegankelijk.

De Vliehors kan worden gebruikt voor het afwerpen van bommen en lading, en het afschieten van patronen met het vaste boordwapen van jachtvliegtuigen (*strafing*) of een aan boord van een helikopter geplaatst wapen.⁹ Het is mogelijk om overdag, 's nachts en bij verminderde zichtcondities precisie- en non-precisiewapens te gebruiken.

De procedures voor het gebruik van het schietterrein zijn vastgelegd in het CLSK-voorschrift *Standing orders Vliehors Range*, Pub no. 041433. Het voorschrift is van toepassing op alle gebruikers van het schietterrein, zowel nationaal als in NAVO-verband.

De verantwoordelijkheid voor het gebruik van het schietterrein ligt bij de Commandant Luchtstrijdkrachten (C-LSK), gedelegeerd aan de Commandant Vliegbasis Leeuwarden. De gevechtsleiding op Nieuw Milligen coördineert aanvragen en verleent toestemming voor het gebruik van het schietterrein, zowel voor nationale als internationale militaire gebruikers. De dagelijkse leiding over het schietterrein ligt bij de dienstdoende *Range Control Officer* (RCO). De RCO bevindt zich tijdens het vliegen samen met de *Assistent Range Control Officer* (ARCO) in de controleruimte van de toren en coördineert het vliegverkeer boven en rondom het eiland. Hij verleent daarbij zo mogelijk en als het veilig is toestemming voor het gebruik van de boordwapens of het afwerpen van bommen of lading. De RCO is bevoegd om vliegverkeer dat zich niet aan de regels houdt te weren of de toegang tot het vlieggebied te ontzeggen. Behalve de RCO en de ARCO bevinden zich tijdens het vliegen geen andere personen in de controleruimte van de toren.

Vliegbasis Leeuwarden ligt op relatief korte afstand vanaf het schietterrein (ongeveer 50 kilometer) en is voor de Vliehors aangewezen als uitwijkhaven voor militair vliegverkeer in nood. Voor de desbetreffende vlucht was Leeuwarden ook de thuisbasis van beide vliegtuigen.

⁹ Onder *strafing* wordt verstaan het uitvoeren van een vluchtpatroon waarbij een doel of oefendoel met behulp van het boordwapen wordt 'aangevallen'.

2.3.1 Strafe Procedures

Het schietterrein beschikt over drie *strafe* doelen:

- *High Angle East*,
- *Low Angle East*,
- *High Angle West*.

Voor elk van de doelen is een gevarenzone vastgesteld (*Weapons Danger Zone*). Dit is een gebied met verhoogd risico, waarin enig schadelijk effect van de gebruikte wapens is te verwachten. De zone is bepaald aan de hand van fabrieksgegevens over het spreidingspatroon en de effecten (waaronder *ricochet*) van de munitie na inslag van de kogel op het doel of de omliggende omgeving. Gelet op de spreiding van de patronen en het mogelijke schadelijke effect van de afgeschoten munitie mogen er tijdens schietoefeningen geen personen of voertuigen in de gevarenzone aanwezig zijn. De controle op de aanwezigheid van personen, vaar- en voertuigen gebeurt primair door visuele en/of infraroodwaarneming, ondersteund door de radar op de controletoren. De Assistent RCO onderhoudt contact met de scheepvaart via de marifoon op de toren.

2.3.2 Low Angle Strafe Target East

Tijdens het voorval werd het *Low Angle East Strafe Target* gebruikt ten noordoosten van de controletoren van de Vliehors. Dit is een doelwit op het schietterrein in de vorm van een afgedankte zeecontainer met sensoren voor het meten en registreren van de inslagen van de kogels.

Aan de noordzijde van het doelwit, achter het doel van de *strafe*, ligt de Noordzee. Recreatievaarverkeer op de Noordzee mag het eiland langs de Noordzeekust passeren en dit kan het gebruik van het doelwit beperken. De RCO informeert vliegtuigbemanningen als schieten een gevaar vormt voor de scheepvaart en derhalve niet is toegestaan.

2.3.3 Veiligheid op de Vliehors

De controle over vliegtuigen en helikopters die van de Vliehors gebruikmaken, geschiedt vanuit de controletoren op het eiland. De controletoren is een betonnen constructie met daarboven een controleruimte met uitzicht rondom. De toren staat in de directe nabijheid van het doelengebied en is in het verleden meermaals geraakt door raketten en kogels die waren afgevuurd door Nederlandse en buitenlandse jachtvliegtuigen. Hierbij is schade opgetreden aan de toren en de controleruimte waar zich het personeel bevond. In 2013 was er sprake van een beschieting van de controletoren waarbij de controleruimte werd geraakt en de vuurleider en zijn assistent in levensgevaar zijn geweest. Nog in februari 2020 heeft een buitenlandse helikopter ongecontroleerd vuur afgegeven op de Vliehors. Zover bekend is de controletoren hierbij niet geraakt, maar dit voorval onderstreept wel dat niet alles altijd gaat zoals gepland.

De luchtmacht heeft na een aantal eerdere voorvallen op de Vliehors maatregelen afgekondigd om de veiligheid van het torenpersoneel te vergroten.

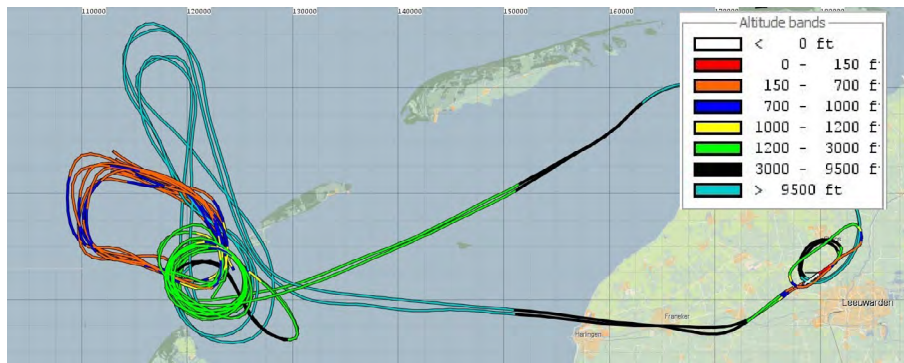
- Tijdens *strafe circuits* mogen de boordwapens van de oefenende vliegtuigen nooit op de controletoren gericht zijn. De vliegpatronen voor de strafe doelen zijn hierop aangepast; een rechterhandvliegpatroon voor het westelijk doel, een linkerhandvliegpatroon voor de oostelijke doelen.
- Voor aanvang van iedere *strafe* oefening op een doel moet de bemanning een oefenrun maken zonder gebruik van het boordwapen, waarbij de torenbemanning de uitgevoerde vliegprocedure beoordeelt. Voordat de RCO toestemming verleent voor een werkelijke run met het gebruik van het boordwapen, controleert hij of het vliegtuig op het doel is gericht. Indien de vlieger te vroeg om een 'klaring' (toestemming) vraagt, bijvoorbeeld wanneer het vliegtuig nog niet in de richting van het doel vliegt, stelt de RCO de klaring uit tot het moment dat de bemanning van de controletoren het toestel kan waarnemen en het gericht is op het doel. Een belangrijke voorwaarde is dat het doel in een rechte lijn (*wings level*) moet worden benaderd, niet vanuit of tijdens een bocht.
- De controleruimte van de toren is voorzien van gewapend glas. Dit glas moet volgens de specificaties bestand zijn tegen *ricochets* die de toren raken. Gelet op de aard, de snelheid en het gewicht van de gebruikte munitie, is het glas niet bestand tegen directe inslagen van boordmunitie. Aangezien de toren in de gevarenzone ligt, moet het personeel zich tijdens het *strafen* in de toren bevinden. Alleen noodzakelijke handelingen op de balustrade van de verkeerstoren zijn toegestaan.
- De toren is zwart-geel geblokt geschilderd omwille van de zichtbaarheid en het contrast met de omgeving. Op de aanvlieggang is de toren uitgerust met *strobe* verlichting en zijn voor de toren twee radarreflectoren geplaatst. De beschildering, de verlichting en de reflectoren moeten, naast strikte vliegprocedures, voorkomen dat naderende vliegtuigen de verkeerstoren voor een doelwit aanzien.

Alle bovengenoemde maatregelen zijn in 2015 afgekondigd. Naast deze maatregelen heeft de commandant van de Vliehors in 2019 een werkinstructie geschreven voor alle torenprocedures. Deze zijn opgenomen in het 'Range handboek', een naslagwerk.

3 Het voorval

3.1 Het verloop van de vlucht

Het bewuste volgvliegtuig en zijn formatieleider vertrokken 21 januari 2019 omstreeks 13:55 uur samen in een tweemansformatie vanaf de Vliegbasis Leeuwarden. Het taxiën naar de startbaan verliep zonder problemen en na *take-off* werd koers gezet richting de Vliehors. Boven het schietterrein vlogen beide F-16's enige patronen in het kader van de OT&E-vlucht. Beide toestellen hadden radiocontact met de RCO van de Vliehors. De vliegers communiceerden onderling via de boordradio op een afzonderlijke frequentie.



Figuur 5 Overzicht van de gevlogene route verdeeld in vlieghoogtes. Start en landing vanaf Vliegbasis Leeuwarden (rechts) en diverse vliegpatronen over de Vliehors (links) (bron: AOC Nieuw Milligen).

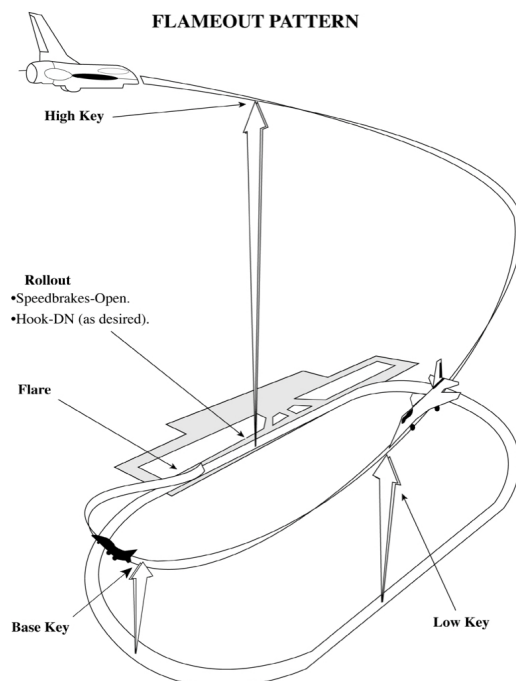
De vliegers vlogen patronen boven de Vliehors, waarbij telkens het boordwapen werd gebruikt om oefendoelen te beschieten. Na de derde *low angle strafe* waarbij opnieuw het oefendoel werd beschoten, hoorde de volgvlieger in zijn vliegtuig een licht fluitend geluid. Er waren op dat moment geen aanwijzingen van problemen en er gingen geen waarschuwingsslampen aan in de cockpit. De vlieger vroeg wel aan zijn formatieleider of hij wel eens een 'fluitend geluid had bij het selecteren van MIL-vermogen'.¹⁰ De volgvlieger sprak niet over een mogelijke noodsituatie. Na de derde *run* waren er nog 70 patronen beschikbaar en de volgvlieger besloot een vierde *run* te maken. Deze verliep zonder bijzonderheden.

¹⁰ MIL-vermogen is het maximale vermogen dat de motor genereert zonder gebruik te maken van de naverbrander.

3.2 Terugvlucht

Na de vierde *run* verliet de formatie het luchtruim van de Vliehors. Om 14:39 uur schakelde de formatie naar de radiofrequentie van de naderingsverkeersleiding van de Vliegbasis Leeuwarden (*Rapcon North*). De formatieleider meldde zich aan met de mededeling dat de formatie nog enige vlieg oefeningen in het vlieggebied boven de vliegbasis wilde maken. De luchtverkeersleiding gaf toestemming om te klimmen naar een hoogte van *Flight Level 190*. Op dat moment had de volgvlieger geen indicaties van schade aan zijn vliegtuig, anders dan het fluitende geluid. Voor de zekerheid vroeg de volgvlieger om 14:40 uur aan de formatieleider of hij hem even 'kon komen checken'. Dit houdt in dat de formatieleider zijn vliegtuig in een positie brengt waarin hij kan bekijken of het andere toestel schade heeft.

Een minuut later (14:41 uur) meldde de volgvlieger aan de formatieleider dat hij problemen had met de oliedruk en dat hij een fluctuerende temperatuur van de motor zag. Op dat moment besloot hij koers te zetten naar *high key* van de vliegbasis.¹¹ Vanaf de positie *high key* is het mogelijk om bij een motorstoring glijdend, zonder motorvermogen een veilige landing uit te voeren op de vliegbasis. Het vliegpatroon dat bij deze procedure hoort, staat bekend als (*Simulated*) *Flame Out* patroon (SFO), dat onder visuele vluchtomstandigheden wordt gevlogen (zie figuur 6).



Figuur 6 Vlucht patroon in geval van (potentiële) motorstoring (bron: Federal Aviation Administration).

¹¹ De term 'high key' wordt gebruikt om de positie en hoogte aan te geven waarvandaan na het (gesimuleerd) verlies van motorvermogen, zoals bij een (gesimuleerde) motorstoring, op veilige wijze kan worden geland. Na de eerste bocht in het vliegpatroon wordt *low key* (*downwind*) bereikt, gevolgd door *base key* (*base leg*). De procedure van het afvliegen van de achtereenvolgende keys staat bekend als (*simulated*) *flameout* (S)FO pattern.

Om 14:43 uur meldde de volgvlieger aan de luchtverkeersleiding dat hij een *emergency* had door olieproblemen van de motor. Op de vraag van de luchtverkeersleiding of hij een noodoproep wilde doen (*'declaring anything?'*) meldde de volgvlieger dat hij een *emergency* had, dat hij naar de positie *high key* wilde, maar dat het geen spoed- of noodoproep betrof. Om 14:44 uur meldde de formatieleider aan de volgvlieger dat hij nevel van de motor van diens toestel zag.

Om 14:44:30 uur vroeg de luchtverkeersleider aan de formatie wat de aard van de *emergency* was. De formatieleider antwoorde dat er enige problemen waren met de oliedruk van de motor en dat de volgvlieger naar de positie *high key* wilde vliegen om te landen met een SFO-patroon. Bij een formele noodoproep via het afgeven van een PAN of MAYDAY-oproep wordt het berichtenverkeer eenvoudiger, omdat de verkeersleiding voorrang verleent aan het luchtvaartuig in problemen. Hoewel de formatie geen PAN of MAYDAY-oproep had gedaan, verleende de luchtverkeersleiding de formatie wel voorrang boven het overige verkeer nabij de vliegbasis.

Om 14:45:30 uur schakelde de formatie naar de frequentie van de lokale luchtverkeersleiding, *Leeuwarden Tower*. Op dat moment waren verschillende vliegtuigen bezig met de landing en was het druk op deze frequentie. Daardoor verliep de communicatie van de formatie en de verkeerstoren enigszins hectisch en moesten berichten meermaals worden herhaald. Door geen noodoproep te plaatsen, ontstond dus een situatie waarin de werklast voor beide vliegers en de verkeersleiding toenam.

De vliegers landden om 14:46 uur zonder verdere problemen op de Vliegbasis Leeuwarden. Nadat de volgvlieger het vliegtuig had geparkeerd en afgezet, ontdekte de vlieger enige schade ter hoogte van de cockpit en een lichte olie lekkage ter hoogte van de achterkant van de motor.

4 Analyse

De afdeling Jacht- en Lesvliegtuigen van de Defensie Materieel Organisatie (DMO/JLV) is in het kader van de Militaire Luchtvaart-eisen verantwoordelijk voor het bewaken van de luchtwaardigheid en het veilige gebruik van de luchtvaartsystemen van de Nederlandse krijgsmacht. DMO/JLV is om die reden vanaf het begin betrokken geweest bij het onderzoek van de IVD en was onder meer verantwoordelijk voor het vaststellen van de schade aan het vliegtuig en het laten uitvoeren van aanvullend onderzoek door het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR). In opdracht van het Defensie Munitiebedrijf voerde de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) aanvullend onderzoek uit naar de integriteit van het boordwapen.

Dit hoofdstuk duidt de vermoedelijke oorzaak van de schade. Vervolgens komen de veiligheid op de schietrange en de procedures voor het vrijgeven en het hergebruik van munitie aan de orde. Ten slotte gaat de analyse in op de communicatie en het gebruik van de checklist in de lucht en de wijze van melden en rapporteren van voorvallen.

4.1 Schade

Voor aanvang van het onderzoek van de IVD heeft DMO/JLV het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum opdracht gegeven onderzoek te doen naar de oorzaak van de inslagen op de huidbeplating (zie figuur 7). Voorafgaand aan het verwijderen van de beschadigde huidplaat op de Vliegbasis Leeuwarden heeft het NLR een 3D optische scan van de schade en het boordkanon gemaakt om de relatieve positie van het beschadigde gebied ten opzichte van de lopen van het boordkanon vast te leggen. De beplating is voor materiaalanalyse overgebracht naar het NLR-laboratorium in Marknesse.

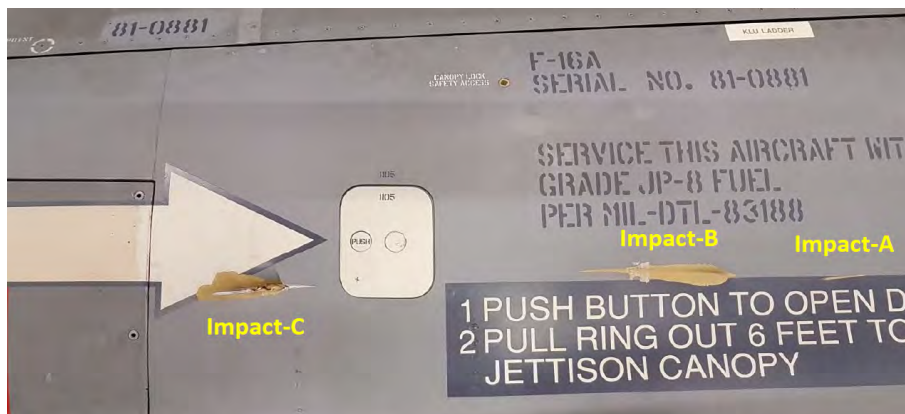
De schade aan het vliegtuig bestond uit een lichte deuk (figuur 8, impact A), een iets grotere deuk (figuur 8, impact B) en een perforatie ter hoogte van de cockpitkap (*canopy*) waarbij een deel van de huidbeplating is opengereten (figuur 8, impact C). De drie inslagen op de huidplaat liggen op één lijn met elkaar ten opzichte van de richting van de loop van het boordwapen.

Bij de inslagen op de huid zijn geen uitgesmeerde delen van ijzer of andere vreemde elementen gedetecteerd, die zouden duiden op contact met andere delen van de kogel dan de kogelpunt. Gelet op de schade, de chemische analyse van het plaatmateriaal en de kogeldelen kan worden gesteld dat alleen de kogelpunt de schade bij de inslagen A, B en C heeft veroorzaakt. Dit betekent dat de kogel in kleinere delen uiteen viel voorafgaand aan het contact met de vliegtuigbeplating.



Figuur 7 Schade aan het plaatwerk (bron: IVD).

De geometrie van de schades bij inslagen B en C komt overeen met de geometrie van de achter- en voorkant van de kogeltip.

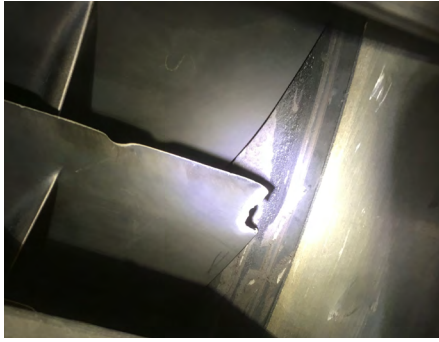


Figuur 8 Inslagen van de kogelpunt op de vliegtuighuid (bron: IVD).

Een breuk van de kogel voorafgaand aan de botsing met de vliegtuighuid en de verschillende trajecten van de kogelpunt en de pin, resulteerde in een complex ronddraaien van de kogelpunt die daarmee afweek van de oorspronkelijke kogelbaan en in aanraking kwam met de vliegtuigbeplating.

De kogel brak na het verlaten van de loop en voorafgaand aan de botsing met de vliegtuighuid in delen uiteen. Hierdoor volgden de afzonderlijke delen een vluchtbaan die afweek van de gebruikelijke baan van een intacte kogel.

Onderzoek van DMO/JLV aan de motor wees uit dat er schade is ontstaan aan de onderzijde van de luchtinlaat, aan bladen van de *low pressure compressor* en aan een van de oliekoelers (zie figuur 9 en figuur 10). Als gevolg van de schade aan de oliekoeler is lekkage van motorolie ontstaan. De lekkage van de oliekoeler verklaart het verlies van oliedruk tijdens de vlucht. Er is geen schade aangetroffen aan het inwendige van de motor. Door schade ontstonden wel verstoorde luchtwervelingen in de *compressor* van de motor tijdens de vlucht. Dit was vermoedelijk de oorzaak van het fluitende geluid dat de vlieger tijdens de vlucht waarnam.



Figuur 9 Schade aan de low pressure compressor (bron: NLR).



Figuur 10 Schade aan een van de oliekoelers (bron: NLR).

Het aluminium plaatmateriaal van de motorinlaat is bedekt met een zachter rubberachtig materiaal met een grijze kleur (zie figuur 11). Dit materiaal is tijdens de inslag van een deel van het projectiel gedeeltelijk beschadigd. Ook het onderliggende aluminium plaatmateriaal is op dezelfde plaats beschadigd geraakt. De schade aan de inlaat had hetzelfde uiterlijk en dezelfde afmetingen als de pin van de kogel. De lengte van de inslag was vergelijkbaar met de lengte van het lange, dünnere cilindrische gedeelte van de pin tot aan de insnijding. Er was geen afdruk van het schroefdraadgedeelte op het materiaal zichtbaar.



Figuur 11 Inslagschade op de lip van de motorinlaat na verwijdering van de rubberen coating (bron: NLR).

De afmetingen en het uiterlijk van het deeltje op de oliekoeler waren vergelijkbaar met die van het lange, dünnere cilindrische deel van de pin (zie figuur 12). De chemische samenstelling van het deeltje was vergelijkbaar met die van de pin van de kogel. Dit betekent dat de pin de luchtinlaat heeft geraakt en vervolgens in de motor is terechtgekomen. Het uiterlijk van de beschadiging van de luchtinlaat wees uit dat deze is geraakt door een nog niet-gevormde pin die op of nabij de insnijding was gebroken. Dit betekent dat de kogel is gebroken voorafgaand aan de botsing met de luchtinlaat.



Figuur 12 Een deel van een intacte pin (links) en het teruggevonden deel in de oliekoeler (rechts) (bron: NLR).

De uitlijning en richting van de beschadiging van de vliegtuighuid bij inslagen A, B en C liggen vrijwel in lijn met de afvuurrichting van de kogel. Omdat de schade veroorzaakt door de gebroken pin ook in de nabijheid van de vluchtrichting is opgetreden, kan worden gesteld dat een combinatie van beide schades (plaatwerk en motor) niet kunnen zijn veroorzaakt door een *ricochet* van de kogel met de grond terug in de richting van het vliegtuig. De breuk van de pin bij de insnijding en het vervolgens uiteenvallen van de patroon ontstond hoogstwaarschijnlijk bij het afvuren van de patroon.

De kogel is gebroken voordat deze in aanraking kwam met de zijkant van het vliegtuig. De schade aan de luchtinlaat en een van de oliekoelers wijst uit dat de pin in aanraking is gekomen met de luchtinlaat en vervolgens in de motor is terechtgekomen. Het uiteenvallen van de patroon ontstond hoogstwaarschijnlijk bij het afvuren ervan.



Figuur 13 Detailopname van inslag C op de vliegtuighuid (bron: IVD).

4.2 Veiligheid op het schietterrein

Tijdens het voorval zijn geen aanwijzingen gevonden dat projectielen of delen ervan een gevaar hebben opgeleverd voor de veiligheid van de functionarissen op de controletoren. Wel is duidelijk geworden dat munitie kan uiteenvallen, waarna de vluchtbaan ervan onvoorspelbaar wordt. Ook is het nog steeds mogelijk dat de toren onbedoeld onder vuur wordt genomen, zoals een recent incident met een buitenlandse helikopter onderstreept.

De maatregelen die de luchtmacht heeft getroffen na eerdere voorvallen gaan uit van afgeschoten en afgeworpen munitie die vluchtbanen volgt van intacte munitie. Deze vluchtbanen zijn voorspelbaar en kogels, bommen en granaten komen terecht op de ingestelde positie van de doelen. Als afgevuurde munitie uiteenvalt, zoals in het onderhavige voorval, of als afgeworpen munitie (bommen en granaten) beschadigd raakt, is de vluchtbaan niet langer voorspelbaar. In dergelijke gevallen kan munitie letterlijk alle kanten opvliegen. De positie van de controletoren tussen de doelgebieden verhoogt het risico van inslagen van munitie die niet op voorziene doelen terechtkomt. De risico's van schade of letsel aan de toren en zijn bemanning in geval van beschadigde munitie zijn niet beschreven in de maatregelen die de luchtmacht tot dusver heeft genomen.

De opgesomde maatregelen in paragraaf 2.3.3 bevestigen dat de luchtmacht zich bewust is van de risico's van de positie van de controletoren ten opzichte van de *Weapons Danger Zone* op de Vliehors. Al in 2015 kwam de Commandant Luchtstrijdkrachten, naar aanleiding van een levensgevaarlijk voorval in 2013 waarbij de controletoren werd geraakt, tot het oordeel dat de controletoren uit het doelgebied moest worden verplaatst om de Vliehors toekomstbestendig te maken. Hij gaf daarom opdracht de verplaatsing voor te bereiden, maar tot op heden is het daar niet van gekomen. Uitstel van verplaatsing betekent dat het risico voortduurt dat de toren en mogelijk ook personeel op de toren door afgevuurde munitie wordt getroffen.



Figuur 14 Controletoren van de Vliehors, geblokt en voorzien van strobeverlichting, met ervoor de radarreflector (bron: Defensie.nl).

Er zijn geen indicaties dat in dit specifieke geval afgevuurde patronen of delen ervan gevaar hebben opgeleverd voor personeel op de controletoren van de Vliehors. Maar als munitie onbedoeld of in de verkeerde richting wordt verschoten of afwijkt van de geplande vluchtbaan, kan de veiligheid van personeel wel in het geding komen. De positie van de controletoren in het doelengebied is om die reden een risicofactor. Dit inzicht is niet nieuw; al in 2015 heeft de toenmalige Commandant Luchtstrijdkrachten deze opvatting vastgelegd en opdracht gegeven de verplaatsing van de controletoren naar buiten de gevarenzone voor te bereiden. Tot op heden is de toren niet verplaatst, zodat het risico voortduurt.

4.3 Procedures

4.3.1 Laden, ontladen en hergebruik van munitie

De fabrikant levert vliegtuigmunitie in grootverpakking aan en die munitie kan vervolgens op verschillende manieren in het vliegtuig worden geladen. Voordat munitie wordt geladen, wordt zij per patroon gecontroleerd. Bij het laden van 20 millimeter munitie wordt gebruikgemaakt van het ALS en de *Loader-Delinker*. Munitie wordt in het ALS of de *Loader-Delinker* geladen en wordt mechanisch via een koppeling naar de aanvoerband van het vliegtuig verplaatst, waarna het in de trommel komt.

Het snelvuurkanon verschiet meer dan 100 patronen per seconde. De patronen worden met hoge snelheid verplaatst over de aanvoerband, door de trommel en door het afvuurmechanisme van het boordkanon. Zij zijn onderhevig aan mechanische krachten vanaf het moment van plaatsing in het ALS tot aan het ontladen uit het vliegtuig. Door de snelheid en de krachten die erop worden uitgeoefend, kan schade aan de munitie ontstaan. Munitie die met behulp van het ALS uit het vliegtuig wordt gehaald en na inspectie wordt hergebruikt, gaat nogmaals door het systeem en wordt opnieuw aan dezelfde krachten onderworpen.

In opdracht van het Defensie Munitiebedrijf van DMO heeft TNO aanvullend onderzoek aan de TP-RRR munitie verricht. Ten behoeve hiervan onderzocht DMO/JLV samen met de Amerikaanse luchtmacht de technische staat van de lopen van het boordkanon. De lopen van het kanon voldeden aan de specificaties. Het TNO-onderzoek wees uit dat het boordkanon van de J-881 voldeed aan de specificaties en daarom niet het falen van RRR-munitie kon veroorzaken. Het wapen heeft geen abnormale krachten uitgeoefend op de patronen. Het onderzoek toonde verder aan dat zelfs lichtbeschadigde of geërodeerde lopen niet leiden tot een verlies van integriteit van de munitie. In het ergste geval zou een zeer geringe verandering van de kogelbaan kunnen optreden. In geen geval is het mogelijk gebleken kogels in aanraking te laten komen met het vliegtuig. Dit strookt met de bevindingen van het NLR (zie paragraaf 4.1).

Onderzoek door het NLR en TNO wijst uit dat het boordkanon voldeed aan de specificaties en niet de schade aan het patroon heeft veroorzaakt.

De RRR-patroon is zo ontworpen dat de kogel breekt bij inslag. Hij is dus zwakker dan een massieve kogel. Bij herhaald gebruik van de munitie is het mogelijk dat inwendige schade aan patronen optreedt, die bij visuele inspectie niet wordt opgemerkt. Uitwendige schade zal uiteraard sneller worden ontdekt. Bij een bezoek aan de wapenwerkplaats van een vliegbases werd de IVD attent gemaakt op munitie waarvan de kogelpunt scheef op de huls stond (figuur 15) na gebruik van een *Linkless Ammunition Loading System* met een technisch probleem.

Als een beschadigde patroon aan de hoge snelheid en grote krachten van het transportsysteem wordt blootgesteld en vervolgens in de loop wordt geduwd en afgevuurd, bestaat de kans dat er bij het afvuren drie losse delen ontstaan. Deze delen raken uit balans en volgen elk na het verlaten van de loop hun eigen pad.



Figuur 15 Voorbeeld van beschadigde munitie. De patroon is verbogen en de huls van de patroon heeft diverse beschadigingen bij de flensrand (bron: IVD).

Het is van essentieel belang dat munitie die de fabrikant levert of die uit een vliegtuig komt en voor hergebruik bestemd is, conform de technische order TO. 11A13-4-7 minutieus wordt geïnspecteerd op beschadigingen. Het is niet uit te sluiten dat inwendige schade, ontstaan door de krachten die gedurende laden en ontladen op de patronen inwerken, niet wordt opgemerkt.

Naar aanleiding van dit zelfbeschietingsvoorval hebben het NLR en TNO op verzoek van DMO aanvullend onderzoek gedaan. Op grond van het onderzoek van TNO dat in januari 2021 klaar was, heeft het Defensie Munitiebedrijf na overleg met DMO/JLV in februari 2021 besloten dat munitie die in een vliegtuig is geladen en slechts gedeeltelijk is verschoten, moet worden vernietigd en niet opnieuw mag worden gebruikt. Alleen munitie waarvan geen enkel patroon is verschoten, mag met behulp van het ALS worden ontladen en na visuele inspectie worden hergebruikt.

4.3.2 Gebruik van de checklist

Militaire vliegtuigen en helikopters zijn complexe systemen, die naast onderdelen om te vliegen zijn uitgerust met eveneens essentiële apparatuur om de missie te ondersteunen. Een omschrijving van alle onderdelen, de wijze van gebruik en de noodprocedures zijn gebundeld in twee uitgebreide handboeken (*flight manual* en *operator manual*). Om de vlieger te assisteren bij het afhandelen van basis- en noodprocedures tijdens de vlucht heeft hij de beschikking over een *pilot checklist*, een uittreksel van beide handboeken, met de meest voorkomende en belangrijke noodprocedures.

In het geval van verlies van oliedruk (*oil pressure malfunction*) schrijft de checklist voor achtereenvolgens een vlieghoogte te kiezen ('*attain desired cruise altitude*'), zo nodig de onder de vleugel opgehangen systemen af te werpen en het vermogen op ongeveer 80 procent toerental te selecteren.

De F-16 is van het type *fly-by-wire*, wat inhoudt dat alle besturingshandelingen van de vlieger met behulp van elektrische en elektronische signalen worden overgebracht naar de stuurorganen, in plaats van met behulp van stangen en kabels. Op de motor geplaatste generatoren en pompen leveren de benodigde elektrische spanning en hydraulische druk. In het geval van een motorstoring wordt automatisch de *Emergency Power Unit* (EPU) gestart. Dit is een hydrazine-aangedreven minimotor, die het vliegtuig voorziet van de nodige elektrische spanning en hydraulische druk.

In het geval van een motorstoring schrijft de checklist voor de tijd van activeren van de EPU te bekorten, om zo te garanderen dat het vliegtuig te allen tijde is voorzien van de nodige spanning en druk. Zo is ook bij verlies van oliedruk voorgeschreven de EPU te activeren, nog voordat een motorstoring werkelijk optreedt.

Toen de vlieger de Vliegbasis Leeuwarden nadere, raadpleegde hij de checklist en begon hij met de procedure bij verlies van oliedruk in de motor. De vlieger verklaarde vanwege drukte in de lucht en het drukke radioverkeer de procedures in de checklist niet te hebben afgemaakt en de EPU niet te hebben aangezet. In geval van een werkelijke motorstoring hadden hierdoor complicaties kunnen optreden.

Het gebruik van de checklist is niet vrijblijvend. De voorgeschreven handelingen, waaronder het activeren van de EPU, berusten op testen en procedures die de fabrikant, de gebruiker (het CLSK) en de Militaire Luchtvaartautoriteit (MLA) hebben vastgesteld om de vlucht met zo min mogelijk schade en zo veilig mogelijk uit te voeren. Wel geeft de checklist de vlieger de mogelijkheid af te wijken van procedures, als hij dat onder de omstandigheden noodzakelijk acht om het probleem te verhelpen of onder controle te houden. De IVD is van mening dat het drukke luchtverkeer en het drukke radioverkeer geen, althans onvoldoende aanleiding waren om van de procedure bij het verlies van oliedruk af te wijken en de EPU niet te activeren.

OIL SYSTEM MALFUNCTION PW220

If an oil pressure malfunction is suspected: 1

1. Attain desired cruise altitude. 2
2. Stores – Jettison (if required).
3. Throttle – Approx 80 percent rpm.
4. EPU sw – ON. 3
5. Throttle – Do not move until landing is assured. 4 C
6. Land as soon as possible. 5
7. Refer to ACTIVATED EPU/HYDRAZINE LEAK, page F-13.

END

Figuur 16 Passage uit de checklist met de procedure voor het wegvallen van oliedruk (bron: checklist F-16).

Vanwege drukte in de lucht heeft de vlieger bij het afhandelen van de noodprocedure de checklist niet afgewerkt. In het geval van een werkelijke motorstoring hadden hierdoor complicaties kunnen optreden, met grotere veiligheidsrisico's als gevolg.

4.3.3 Communicatie noodprocedures

De standaardcommunicatie voor luchtvaartuigen is vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift (LVV) van het Commando Luchtstrijdkrachten (voorschrift VS 062834). Het voorschrift berust op nationale en internationale regelgeving inzake verkeersleidings- en communicatieprocedures. Het LVV schrijft ook voor welke standaardprocedure te volgen bij noodsituaties in de lucht. Het voorschrift maakt onderscheid tussen luchtvaartuigen die in onmiddellijk dreigend gevaar verkeren en luchtvaartuigen die in moeilijkheden verkeren en moeten landen, maar niet direct hulp behoeven.

Het LVV schrijft voor het gebruik van noodseinen het volgende voor. Als een luchtvaartuig zich in onmiddellijk gevaar bevindt en dringend hulp behoeft, geeft het een of beide van de volgende noodseinen:

- in de radiotelefonie een **noodbericht** dat minimaal de kreet MAYDAY (3x) bevat,
- inschakelen van de SSR code 7700.¹²

¹² De verkeersleidingsinstanties maken gebruik van radar om de positie en hoogte van luchtvaartuigen in de lucht vast te stellen. De radarbeelden bestaan uit primaire radarbeelden (de echo van het vliegtuig) en beelden van de *Secondary Surveillance Radar (SSR)* waarop ook de codes van de vliegtuigtransponder (automatische signaalzender aan boord van het luchtvaartuig) worden weergegeven. De code 7700 die de bemanning in de transponder kan instellen, geeft op het scherm van de verkeersleiding met een opvallende code aan dat het luchtvaartuig in nood is.

Indien een luchtvaartuig moeilijkheden ondervindt en moet landen, zonder dat onmiddellijke hulp nodig is, geeft het de volgende spoedseinen, gezamenlijk of afzonderlijk:

- in de radiotelefonie een **spoedbericht** dat minimaal de kreet PAN (3x) bevat,
- inschakelen van de SSR-code 7700.

Een spoedbericht heeft voorrang boven alle overige radio-uitzendingen, met uitzondering van noodberichten. Om op de juiste wijze voorrang te geven aan het luchtvaartuig dat in moeilijkheden verkeert, moeten alle stations die een spoedbericht horen hun uitzending op de desbetreffende radiofrequentie staken.

Na het ontdekken van de lage oliedruk was tijdens de terugvlucht van het vliegtuig sprake van een situatie waarin de vlieger zo spoedig mogelijk zijn vliegtuig wilde landen op de Vliegbasis Leeuwarden. Tijdens de communicatie met de luchtverkeersleiding heeft hij gemeld dat er sprake was van een noodsituatie (*declaring an emergency*), maar heeft hij geen PAN of MAYDAY-oproep gedaan en evenmin de SSR-code 7700 geselecteerd zoals het LVV voorschrijft.

Het is in de Nederlandse jachtvliegerij niet ongebruikelijk een noodsituatie aan te kondigen met de term '*declaring an emergency*'. Deze term wordt in de Verenigde Staten, waar veel Nederlandse jachtvliegers hun opleiding hebben genoten, regelmatig gebruikt als noodoproep. In Europa en elders in de wereld is het echter geen standaard spoed- of noodoproep en zal de Amerikaanse wijze van aankondigen in veel gevallen niet leiden tot prioriteit bij de afhandeling van de vlucht.

Tijdens de nadering en landing van de F-16 waren er rondom Vliegbasis Leeuwarden meer vliegtuigen die wilden landen. De drukte op de radio zorgde voor enige verwarring in de communicatie. De drukte was volgens de vlieger ook de reden dat hij de checklist tijdens het afhandelen van de *emergency* niet heeft afgewerkt. Het doen van een noodoproep had ervoor kunnen zorgen dat de vlieger voorrang had gekregen, wellicht op een eigen radiokanaal. Hoewel de formatie geen formele noodoproep heeft gedaan, kreeg het vliegtuig wel toestemming om als eerste de nadering en landing uit te voeren.

De bemanning volgde niet de standaard radioprocedures voor spoed- en noodoproepen zoals vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift. Dit zorgde voor onnodige werkdruk aan boord van het vliegtuig en bij de verkeersleiding die ertoe leidde dat de vlieger afweek van de pilot checklist.

4.3.4 Melden van voorvallen

Tussen 2007 en 2019 is bij de luchtmacht een tiental meldingen gedaan van schade aan F-16 vliegtuigen bij het gebruik van het eigen boordwapen. Deze zijn kort beschreven in bijlage E in dit rapport. De voorvallen hebben geleid tot uitgebreid technisch onderzoek bij de Defensie Materieel Organisatie, met als gevolg aanvullingen op orders en gebruikersvoorschriften. Aan de gebruikerskant van de luchtmacht hebben de afdeling Jachtvliegoperaties en de veiligheidsafdeling (Stafgroep Safety), geen aanvullend onderzoek gedaan naar een verband tussen de voorvallen. Voorvallen werden veelal op vliegbasisniveau afgedaan en vermeld in de voorvallendatabase van de luchtmacht.¹³

Volgens het veiligheidsmanagement zoals beschreven in SG-aanwijzing 007 van het Ministerie van Defensie moeten alle voorvallen bij Defensie (ook) worden gemeld in het centrale systeem PeopleSoft Melding Voorvallen (PSMV). Defensie wil namelijk met behulp van meldingen en onderzoek leren van voorvallen en herhaling ervan voorkomen. Dat vergt doorgaans maatregelen. Het melden levert zo een positieve bijdrage aan de veiligheid, de gezondheid en het milieu. Het (geautomatiseerd) melden van voorvallen heeft twee functies:

- Het informeren van de juiste functionarissen en het kunnen reageren op incidentele meldingen ('incidentmanagement');
- Het categoriseren en analyseren van meldingen (aantal en soort) om trends inzichtelijk te maken voor het bijsturen en (doorlopend) verbeteren ('leer- en preventiefunctie').

De SG-aanwijzing 005 beschrijft de wijze van melden van voorvallen met als doel:

- Het op een uniforme wijze melden van voorvallen binnen Defensie;
- Het tijdig informeren van de juiste personen/functionarissen, zodat eventueel noodzakelijke maatregelen kunnen worden genomen;
- Het leren van voorvallen, ter voorkoming van soortgelijke voorvallen in de toekomst. Hiervoor is een open cultuur noodzakelijk, waarin meldingen worden gebruikt om van te leren en niet om te bestraffen (*just culture* versus *blame culture*);
- Het informeren van bewindslieden, de hogere defensieleiding, commandanten of beleidsverantwoordelijken. Het gaat dan veelal over gebeurtenissen die de aandacht van de media kunnen trekken, van politiek gevoelige aard zijn of die operationele consequenties met zich mee kunnen brengen.

¹³ Bron Sentinel database CLSK.

Beide SG-aanwijzingen zijn niet vrijblijvend. Omdat de luchtmacht voorvallen meldt in de eigen besloten Sentinel-voorvalldatabase en niet consequent in PSMV, is het beeld op centraal niveau onvolledig. Daardoor is het voor de Commandant der Strijdkrachten als eindverantwoordelijke voor de uitvoering en voor de Inspecteur-Generaal Veiligheid als toezichthouder op het terrein van veiligheid lastig alert te reageren, te beoordelen of onderzoek nodig is, en mogelijke trends in gemelde voorvallen te onderkennen. Het is de IVD gebleken dat niet alle eerdere voorvallen met betrekking tot F-16 en munitie (bijlage E) zijn gemeld in PSMV. Dit heeft het verkrijgen van historische gegevens gehinderd. Ook is het voor de IVD lastig gebleken van de luchtmacht alle onderzoeksgegevens vanuit Sentinel beschikbaar te krijgen.

In het kader van een lopend onderzoek, getiteld 'Sterk reageren op zwakke signalen', brengt de IVD in kaart hoe Defensie in het algemeen omgaat met meldingen van lichte voorvallen.

In afwijking van de SG-aanwijzing 007 hanteert de luchtmacht Sentinel als primair meldingeninstrument en niet, zoals voorgeschreven, het defensiebrede PSMV. Zonder consequente meldingen in PSMV is het voor de CDS en de IVD lastig alert te reageren en te bepalen of, en zo ja welke, vervolgacties geboden zijn.

5 Conclusies

Op 21 januari 2019 voerden twee F-16 jachtvliegtuigen in formatie een schietsessie uit boven de Vliehors op Vlieland. De F-16's beschoten met hun boordkanon en oefenmunitie een oefendoel op de Vliehors. Na twee succesvolle *runs* waarbij het oefendoel werd beschoten, werd een derde uitgevoerd. Tijdens deze *run* raakte minimaal één kogel van het volgvliegtuig de zijkant van het toestel zelf en kwam een deel ervan in de motor terecht. Hierdoor ontstond schade aan de vliegtuigbeplating en de motor.

5.1 Oorzaak van het voorval

Hoogstwaarschijnlijk is tijdens het afvuren van de oefenmunitie één patroon in drie delen uiteengevallen. De punt van de kogel raakte de beplating van het vliegtuig zelf en richtte daar op drie plaatsen schade aan. De pin van de kogel raakte de inlaat van de motor en is vervolgens door de motor opgezogen. Daarbij ontstond schade aan de onderzijde van de luchtinlaat, aan bladen van de *low pressure compressor* en aan een van de oliekoelers.

Onderzoek heeft uitgewezen dat het boordkanon in orde was. Het uiteenvallen van de kogel is mogelijk veroorzaakt door schade aan de patroon, die is ontstaan tijdens het laden of het transport in de transportbanden van het *Linkless Ammunition Loading System* of van het vliegtuig.

5.2 Blootstelling aan gevaar

Er zijn geen indicaties dat delen van afgevuurde patronen van het vliegtuig gevaar hebben opgeleverd voor het personeel van de Vliehors. De controletoren die in de omgeving van het doelengebied staat, is niet geraakt. Het risico dat de toren tijdens schietsessies onbedoeld of door beschadigde of uiteengevallen munitie wordt getroffen, is echter reëel. Al in 2015 kwam de Commandant Luchtstrijdkrachten, naar aanleiding van een ernstig voorval in 2013 waarbij de controletoren onder vuur was komen te liggen, tot het oordeel dat de inrichting van de Vliehors toekomstbestendig moest worden gemaakt. Hij gaf hij daarom opdracht onderzoek te doen naar de verplaatsing van de controletoren naar een locatie buiten het doelengebied. Zes jaar later is de controletoren nog niet verplaatst en duurt het risico dus voort.

Vanuit het oogpunt van veiligheid blijft plaatsing van de controletoren naar buiten het doelengebied onverminderd wenselijk.

5.3 Procedures

5.3.1 Vrijgave munitie

De gebruikte RRR-munitie is in 2003 op basis van de toenmalige voorwaarden type-geclassificeerd en gecertificeerd voor gebruik in de F-16. In 2018, bij de vaststelling van nieuwe regelgeving voor de typeclassificatie van munitie in voorschrift VS 9-840, was de RRR-munitie niet voorzien van het voortaan vereiste typeclassificatiedocument. De munitie moest, samen met nog 500 munitieartikelen, voor eind 2019 worden voorzien van een dergelijk document en tot die tijd gold een ontheffing. Het benodigde document werd in november 2019 afgegeven, tien maanden na het voorval boven de Vliehors.

Er zijn van Europese of NAVO-medegebruikers van de F-16 geen klachten bekend over de kwaliteit van de geleverde munitie. De productie van de patronen voldeed aan de gestelde eisen in de STANAG AQAP-2110. De inspectie heeft daarom geen nader onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de geleverde munitie.

5.3.2 Laden, ontladen en hergebruik van munitie

Jarenlang, ook ten tijde van het voorval, kon niet afgevuurde munitie na visuele inspectie worden hergebruikt. Zodoende was het mogelijk dat patronen enkele malen door het systeem gingen alvorens te worden afgevuurd, tenzij ze uit de roulatie waren genomen vanwege defecten die bij inspecties waren geconstateerd.

Inwendige schade of zwakke punten worden tijdens visuele inspectie niet opgemerkt. Het is dus mogelijk dat inwendig beschadigde munitie wordt goedgekeurd en hergebruikt. Het gebruik van beschadigde munitie kan leiden tot falen en aansluitend tot schade en letsel.

Op grond van de uitkomsten van de onderzoeken die NLR en TNO naar aanleiding van dit zelfbeschietingsvoorval hebben verricht, heeft het Defensie Munitiebedrijf in overleg met de typemanager F-16 in februari 2021 besloten dat eenmaal geladen munitie waarvan een deel is verschoten voortaan niet meer mag worden hergebruikt en in plaats daarvan moet worden vernietigd. De IVD verwelkomt dit besluit.

5.3.3 Gebruik checklist

Bij verlies van oliedruk in de motor schrijft de checklist vliegers voor de *Emergency Power Unit* te activeren, nog voordat een motorstoring werkelijk optreedt. Vanwege het drukke lucht- en radioverkeer heeft de vlieger de noodprocedure in de *pilot checklist* niet afgemaakt en de EPU niet geactiveerd. De IVD is van mening dat dit wel had moeten, want in het geval van een werkelijke motorstoring hadden hierdoor complicaties kunnen optreden, met grotere veiligheidsrisico's als gevolg.

5.3.4 Communicatie

In geval van een noodsituatie aan boord is het van belang dat het vliegtuig voorrang krijgt op het overige vliegverkeer. Hiervoor zijn internationaal standaard spoed- en noodoproepen overeengekomen, die voor Defensie zijn vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift van de luchtmacht. Een toestel dat door middel van spoed- of noodberichten (PAN en MAYDAY) meldt in nood te verkeren krijgt prioriteit boven het overige vliegverkeer. Deze procedure moet het mogelijk maken de afhandeling van de vlucht veiliger te maken.

In het onderhavige geval was er sprake van een noodsituatie aan boord van de F-16. De vlieger heeft echter niet de standaard radioprocedures voor een spoed- of noodoproep gebruikt zoals vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift. Dit zorgde voor onduidelijkheid in de communicatie en onnodige werkdruk aan boord van het vliegtuig en bij de verkeersleiding.

5.3.5 Melden van voorvallen

Als onderdeel van het veiligheidsmanagement van Defensie - vastgelegd in SG-aanwijzingen 005 en 007 - moeten de defensieonderdelen alle voorvallen melden in het centrale systeem PeopleSoft Melding Voorvallen (PSMV). Meldingen stellen Defensie in staat te leren van voorvallen en maatregelen te treffen om herhaling te voorkomen. Het melden van voorvallen levert zo een positieve bijdrage aan de veiligheid, de gezondheid en het milieu. De beide SG-aanwijzingen zijn niet vrijblijvend.

De luchtmacht meldt voorvallen in de eigen afgeschermd database Sentinel en niet consequent in PSMV. Dit maakt het voor de overige defensieonderdelen en het centrale niveau lastig alert te reageren, te beoordelen of onderzoek nodig is en mogelijke trends te onderkennen.

6 Aanbevelingen

Aanbevelingen van de inspectie beperken zich in de regel tot het 'wat', waarbij het aan Defensie is 'hoe' zij daarmee omgaat en welke maatregelen zij treft. De inspectie wil met onderstaande aanbevelingen Defensie bewegen stappen te zetten om de risico's verbonden aan het opereren met jachtvliegtuigen verder te beperken.

Op grond van de uitkomsten van de onderzoeken die NLR en TNO naar aanleiding van dit zelfbeschietingsvoorval hebben verricht, heeft het Defensie Munitiebedrijf in overleg met de typemanager F-16 in februari 2021 besloten dat eenmaal geladen munitie waarvan een deel is verschoten voortaan niet meer mag worden hergebruikt en in plaats daarvan moet worden vernietigd. De IVD verwelkomt dit besluit.

Op grond van de bevindingen in dit rapport adviseert de inspectie:

- De verplaatsing van de controletoren van de Vliehors naar buiten het doelengebied te bespoedigen;
- Het gebruik van standaardcommunicatie in de luchtvaart, zoals vastgelegd in het Luchtverkeersvoorschrift van het CLSK, te bevorderen;
- Zeker te stellen dat defensieonderdelen consequent alle voorvallen centraal melden, in overeenstemming met SG Aanwijzing 005 Melden Voorvallen.

Bijlagen

Bijlage A Onderzoeksverantwoording

De IVD doet onderzoek om de veiligheid bij Defensie te verbeteren. Met dit onderzoek wil de IVD de oorzaak van het voorval achterhalen en verklaren waarom het zich kon voordoen, met als doel lessen te trekken om veilig oefenen te bevorderen.

Tijdens dit onderzoek werkte de IVD nauw samen met het bureau Jacht- en Lesvliegtuigen van de DMO (DMO/JLV) en het Defensie Munitiebedrijf. Een groot deel van de onderzoeksgegevens komt voort uit de technische historie bij DMO/JLV en de onderzoeken die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd door DMO/JLV zelf en het Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) en de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO). Hierin is ook de historie van in het eerder genomen maatregelen teruggevonden.

Het Defensie Munitiebedrijf gaf opdracht voor aanvullend onderzoek door TNO. Als onderdeel van dit onderzoek onderzocht DMO/JLV samen met de Amerikaanse luchtmacht (*United States Air Force*, USAF) de technische staat van de lopen van het boordkanon. Ook voerde TNO ballistische en sterkteberekeningen van de patronen uit. Daarnaast onderzocht het NLR de opgelopen schade en de mogelijke oorzaak daarvan.

Dataverzameling

In de periode na het voorval vormde de inspectie zich een beeld van de gebeurtenissen voor, tijdens en na de vlucht. Daarnaast is onderzoek gedaan naar eerdere vergelijkbare voorvallen aan de hand van meldingen in het PSMV, meldingen in het onderhoudsysteem (SAP), en bij het CLSK opgevraagde gegevens uit de Sentinel-database. In opdracht van DMO/JLV verrichtte het NLR aanvullend onderzoek naar het ontstaan van de schade, en is TNO gevraagd onderzoek te doen naar de vluchtbaan van afgevuurde munitie.

Tijdens het onderzoek zijn de betrokken vlieger, onderhoudspersoneel, materiedeskundigen van DMO, NLR, CLSK en personeel van de Vliehors geïnterviewd. Voorts zijn de geldende voorschriften bestudeerd inzake:

- Het onderhoud, de missie en de inzet van de F-16;
- Het gebruik van de Vliehors;
- Het gebruik en de inzet van munitie;
- Het laden en ontladen van het vliegtuig met munitie;
- De vliegprocedures conform het *'flight manual'* en de *'pilot checklist'*.

Voor de reconstructie van het ongeval maakte de IVD onder meer gebruik van de in het vliegtuig aanwezige informatiedragers waarop vluchtgegevens en technische gegevens van vliegtuigcomponenten worden opgeslagen. De volgende informatiedragers zijn gebruikt voor het reconstrueren van de vlucht:

- *Fatigue fatigue And Combat Evaluation (FACE)* en *Data Recording Cartridge (DRC)*. Op beide systemen worden vluchtparameters, belastingen, motorbedrijfsparameters en foutcodes opgeslagen,
- *Engine Diagnostic Unit (EDU)*. De EDU is gemonteerd op de motor en slaat afwijkingen in de motorparameters en afwijkingen in de motorregeling op die afkomstig zijn van de *Digital Electronic Engine Control (DEEC)*. De afwijkingen worden opgeslagen in de vorm van zogenoemde *event codes*,
- *Airborne Video Tape Recorder (AVTR)*. De AVTR bevat meerdere cassettes waarmee opnames van de *Head Up Display (HUD)* en de linker en rechter *Multi Functional Display (MFD)* worden gemaakt. Tevens worden radioverkeer, stemgeluid en FACE-data op de cassettes opgeslagen.

De inspectie heeft getracht een inventarisatie te maken van eerdere vergelijkbare voorvallen. Hierbij werd slechts een deel van de bij DMO/JLV bekende voorvallen teruggevonden in PSMV. De IVD heeft gevraagd toegang te krijgen tot Sentinel, wat de luchtmacht weigerde. De luchtmacht heeft de IVD wel een overzicht verstrekt van de in Sentinel bekende voorvallen.

Analyse en oordeelsvorming

De verzamelde informatie is tijdens het onderzoek geanalyseerd. Om de resultaten op waarde te kunnen schatten, is bij aanvang van het onderzoek een referentiekader opgesteld waarmee de IVD tot haar oordeelsvorming komt. Dat kader bestaat voornamelijk uit regelgeving van Defensie over inzet van jachtvliegtuigen, het gebruik van de Vliehors, en het vrijgeven en onderhoud van gebruikte munitie.

Kwaliteitsborging

Het conceptrapport van het onderzoek is door een team van interne en externe tegenlezers getoetst op consistentie, inzichtelijkheid en logica. Het conceptrapport is door tussenkomst van de defensieleiding voor wederhoor aangeboden aan het betrokken personeel en de organiek leidinggevenden. Hun is gevraagd het conceptrapport te controleren op feitelijke onjuistheden.

Bijlage B Meteogegevens

Tabel 3 *Meteogegevens (METAR) van het weer boven de Vliehors*

21/01/2019 14:55	METAR EHVL 211455Z AUTO 25006KT 9999 FEW028 BKN031 OVC036 05/03 Q1019 BLU
21/01/2019 14:25	METAR EHVL 211425Z AUTO 25006KT 9999 BKN030 OVC035 06/04 Q1019 BLU
21/01/2019 13:55	METAR EHVL 211355Z AUTO 27006KT 9999 OVC028 06/04 Q1019 BLU
21/01/2019 13:25	METAR EHVL 211325Z AUTO 27006KT 9999 BKN027 OVC033 06/04 Q1020 BLU
21/01/2019 12:55	METAR EHVL 211255Z AUTO 27006KT 9999 BKN036 OVC240 07/04 Q1020 BLU

Tabel 4 *METAR-gegevens van het weer boven Vliegbasis Leeuwarden*

21/01/2019 14:55	METAR EHLW 211455Z AUTO 20004KT 6000 BR FEW028 OVC034 04/03 Q1019 WHT 21004KT 8000 BR SCT030
21/01/2019 14:28	SPECI EHLW 211428Z AUTO 19004KT 7000 BR BKN036 OVC040 04/04 Q1019 WHT 21004KT 8000 BR SCT030
21/01/2019 14:25	METAR EHLW 211425Z AUTO 21003KT 9000 BR FEW027 OVC039 05/04 Q1019 BLU 21004KT 8000 BR SCT030
21/01/2019 13:55	METAR EHLW 211355Z AUTO 23004KT 9000 BR SCT033 OVC041 05/03 Q1019 BLU 21004KT 8000 BR SCT030
21/01/2019 13:25	METAR EHLW 211325Z AUTO 21004KT 9000 BR OVC028 04/03 Q1020 BLU 21004KT 8000 BR SCT030
21/01/2019 12:55	METAR EHLW 211255Z AUTO 22005KT 8000 BR BKN026 04/03 Q1020 BLU 21004KT 8000 BR SCT030

Bijlage C Reacties betrokken partijen

Een conceptversie van dit rapport is aan de betrokken partijen voorgelegd voor de verificatie van feiten en het wegnemen van onduidelijkheden. Al deze partijen hebben gereageerd op de conceptversie van het rapport.

De binnengekomen reacties zijn op de volgende manier verwerkt.

De inspectie heeft correcties van feitelijke onjuistheden overgenomen. De desbetreffende tekstdelen zijn in het eindrapport aangepast. Deze reacties zijn niet afzonderlijk vermeld.

Als de inspectie reacties niet heeft overgenomen, licht zij haar afwegingen toe. Deze reacties en de toelichting daarop zijn opgenomen in een tabel die is te vinden op de website van de Inspectie Veiligheid Defensie (www.ivd.nl).

Bijlage D Afkortingenlijst

AJO	Afdeling Jachtvliegoperaties van het CLSK
ALS	<i>Linkless Ammunition loading System</i> , laadsysteem voor vliegtuigmunitie
AVTR	<i>Airborne Video Tape Recorder</i> , video opnameapparatuur
CLSK	Commando Luchtstrijdkrachten
DRC	<i>Data Recording Cartridge</i> , digitale datadrager
DEEC	<i>Digital Electronic Engine Control</i> , boordcomputer voor aansturing motor
DMO	Defensie Materieel Organisatie
DMO/JLV	Bureau Jacht- en Lesvliegtuigen van de DMO
DMO/TM-F16	Bureau typemanagement F-16 van de DMO
EDU	Engine Diagnostic Unit, motordiagnose-eenheid
EHLW	Vliegbasis Leeuwarden
EPU	<i>Emergency Power Unit</i>
EXD	Dispersieve analyse van röntgenstralen
FACE	<i>Fatigue Analyses and Combat Evaluation</i> , levensduurbewaking
FAP	<i>Frangible Armor Piercing</i> , pantserdoorborende munitie
Fe	IJzer
FL	<i>Flight level</i> , vluchtniveau in 100'en voeten
H-AJO	Hoofd Afdeling Jachtvliegoperaties van het CLSK
HUD	<i>Head up Display</i>
IGV	Inspecteur-Generaal Veiligheid
IVD	Inspectie Veiligheid Defensie
LVV	Luchtverkeersvoorschrift
METAR	<i>Meteorological Arodrome Report</i> , weergegevens per vliegveld
MFD	<i>Multi Function Display</i>
MLA	Militaire Luchtvaartautoriteit
MLU	<i>Mid-life Update</i> , tussentijdse modificatie voor levensduurverlenging
NLR	Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
OM	Optische microscopie
OMIS	Operationeel management- en informatiesysteem
OT&E	Operationele test en evaluatie
PSMV	PeopleSoft Melding Voorvallen
RCO	<i>Range Control Officer</i>
RRR	<i>Reduced Ricochet Risk</i> , munitie met verminderde ricochetwerking
SEM	Scanning-elektronenmicroscopie
SFO	<i>Simulated Flame-out</i> , gesimuleerde motorstoring
SSR	<i>Secondary Surveillance Radar</i>
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UTC	<i>Coordinated Universal Time, Greenwich Mean Time</i> , twintertijd boven nul-meridiaan
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> , zichtvliegomstandigheden

Bijlage E Eerdere voorvallen

Tabel 5 Eerdere F-16-voorvallen met munitie (bron CLSK)

Voorval	Datum	Type	Positie	Status CLSK onderzoek
35842	6-8-2018	F-16	Vlieland	Afgerond
Na de landing schade aangetroffen aan de voorkant van de gunport. Op diverse plaatsen was de verf beschadigd en waren kleine groeven aanwezig in de beplating.				
30581	4-8-2016	F-16	Leeuwarden	Afgerond
Schade aangetroffen aan de linker voorkant van het vliegtuig na gebruik boordkanon.				
24432	17-11-2014	F-16	Vlieland	Afgerond
Na gebruik van boordkanon drie gaten onder de canopy aangetroffen.				
15765	10-9-2013	F-16	Vlieland	Afgerond
Na vermoedelijk vastlopen van het boordkanon werd na de vlucht een beschadiging aangetroffen op de neus van het vliegtuig.				
11334	11-6-2012	F-16	Uitzendgebied	Afgerond
Na afvuren van M-70 patronen werd na de vlucht schade aangetroffen op de vliegtuigbeplating net voor het boordkanon.				
5430	7-9-2010	F-16	Leeuwarden	Afgerond
Na gebruik van het boordkanon op de Vliehors werd op diverse plaatsen schade aangetroffen in de vliegtuigbeplating.				
5339	3-8-2010	F-16	Volkkel	Afgerond
Tijdens technische inspectie na de vlucht werden diverse beschadigingen aangetroffen in de vliegtuigbeplating ter hoogte van de cockpit.				
3236	23-7-2007	F-16	Vlieland	Afgerond
Na gebruik van het boordkanon boven Vliehors werd schade aangetroffen ter hoogte van de cockpit die gevolg leek te zijn van afketsende patronen.				
3256	29-6-2007	F-16	Uitzendgebied	Afgerond
Na gebruik van boordkanon schade aan vliegtuig aangetroffen.				
3174	18-6-2007	F-16	Vlieland	Afgerond
Tijdens het aanrollen van linker helling wordt een harde knal gehoord en worden twee beschadigingen geconstateerd op het glas van de canopy.				



Colofon

Inspectie Veiligheid Defensie

Majoor Jan Linzel Complex
Brasserskade 227a
2497 NX Den Haag

Postbus 90701
2509 LS Den Haag
MPC 58B

www.ivd.nl

Mei 2021