

Koninklijke Luchtmacht



Rapport van Ongeval

Vliegongeval F-16, 31 augustus 2006

Afghanistan

*Rapport van Ongeval
van het onderzoek naar de oorzaak
van het ongeval met F-16AM
op 31 augustus 2006 te Afghanistan.*

In overeenstemming met STANAG 3531 is het doel van het ongevalonderzoek, uitgevoerd door de onderzoekscommissie van de KLu (CLSK), het vaststellen van de (vermoedelijke) oorzaak van een ongeval en niet het vaststellen van schuld of aansprakelijkheid.





INHOUD

AFKORTINGENLIJST.....	5
1.1. DE VLUCHT.....	7
1.2. WEER.....	7
1.3. PLANNING.....	7
1.4. VLUCHTUITVOERING.....	7
1.5. LETSEL.....	8
1.6. SCHADE AAN HET LUCHTVAARTUIG.....	8
1.7. GEGEVENS VAN HET LUCHTVAARTUIG.....	8
1.8. RADIOCOMMUNICATIE.....	9
1.9. WRAKONDERZOEK EN GEGEVENS INSLAG.....	9
1.10. VLUCHTPADRECONSTRUCTIE.....	10
1.11. MEDISCHE EN GEDRAGSWETENSCHAPPELIJKE GEGEVENS.....	10
1.12. OVERLEVINGSASPECTEN.....	10
1.13. Vliegveiligheidsuitrusting.....	11
1.14. ONTSNAPPINGSSYSTEEM.....	11
1.15. NADERE ONDERZOEKEN.....	11
2. ANALYSE.....	13
2.1. DE VLUCHT.....	13
2.2. LETSEL, MEDISCHE EN GEDRAGSWETENSCHAPPELIJKE GEGEVENS.....	14
2.3. GEGEVENS VAN HET LUCHTVAARTUIG.....	15
2.4. RADIOCOMMUNICATIE.....	19
2.5. FLIGHTRECORDERS.....	20
2.6. WRAKONDERZOEK EN GEGEVENS INSLAG.....	20
2.7. VLUCHTPADRECONSTRUCTIE.....	21
2.8. OVERLEVINGSASPECTEN.....	21
2.9. Vliegveiligheidsuitrusting.....	22
2.10. UITWERKEN MOGELIJKE OORZAKEN.....	23
3. HUMAN FACTORS ANALYSES & CLASSIFICATION.....	30
4. CONCLUSIES.....	32
4.1. DE VLUCHT.....	32
4.2. LETSEL, MEDISCHE, PATHOLOGISCHE EN GEDRAGSWETENSCHAPPELIJKE GEGEVENS.....	32
4.3. GEGEVENS BEMANNING.....	32
4.4. GEGEVENS VAN HET LUCHTVAARTUIG.....	33
4.5. FLIGHTRECORDERS.....	33
4.6. WRAKONDERZOEK EN GEGEVENS INSLAG.....	33
4.7. VLUCHTPADRECONSTRUCTIE.....	34
4.8. OVERLEVINGSASPECTEN.....	34
4.9. VERLOOP NA HET ONGEVAL.....	34



4.10. ONTSNAPPINGSSYSTEEM	34
4.11. MOGELIJKE OORZAKEN.....	34
5. OORZAAK	36
6. OVERIGE BEVINDINGEN EN AANBEVELINGEN.	37
6.1. PROCEDURE URINEREN	37
6.2. DRINKEN VOOR EN TIJDENS DE VLUCHT.....	37
6.3. KLEUR EN HERKENBAARHEID SDR	37

Afkortingenlijst

ADX	Air Defense All Weather
AHR	Automated History Records, onderhoudsgegevens
AIWS	Action Item Work Sheet, onderhoudswerkorder
AMSL	Above Mean Sea Level, boven zeeniveau
AGM	Air to Ground Missile, lucht-grond raket
CAMS	Core Automated Maintenance System, geautomatiseerde onderhoudsboekhouding
CAOC	Centralized Air Operations Command
CAP	Critical Action Procedure, noodprocedure
CLSK	Commandant (Commando) Luchtstrijdkrachten
ContCo	Contingentscommandant
CRO	Combat Rescue Officer
CSAR	Combat Search and Rescue
CVA	Cerebro Vasculair Accident
CvO	Commissie van Onderzoek
DMO	Defensie Materieel Organisatie
ECA	Electronic Component Assembly
ECS	Environmental Control System
EDU	Engine Diagnostics Unit
EPU	Emergency Power Unit
FBC	Fighter Bomber Command(er)
FL	Flightlevel
FL	Flight Lead
FLCC	Flight Control Computer
FLCS	Flight Control System
FSR	Field Service Report
HFACS	Human Factors Analyses and Classification System
HOFU	Hydraulic Oil Fill Unit
HT	Horizontal Tail
IF(R)	Instrument Flight (Rules)
ISAF	International Stabilisation and Assistance Force Afghanistan
JOAP	Joint Oil Analyzing Program
KAIA	Kabul international Airport
kts	Knots, knopen
LEF	Leading Edge Flaps
LOX	Liquid Oxygen, vloeibare zuurstof
LM	Lockheed Martin
LSO	Liaisonofficier
MOFU	Motor Oil Fill Unit
MSL	Mean Sea Level, zeeniveau
NASA	North American Space Agency
NDI	Non Destructive Inspection
NOTAMS	Notice to Airmen, luchtvaartinformatie
NSE	National Support Command
NVG	Night Vision Goggles
ODR	Oxygen Demand Regulator
OPS	Operations , operaties
OTI	One Time Inspection
PIC	Pilot in Command, gezagvoerder
PJ	Para Jumper, rescue officer
PL	Paarleider
POL	Petrol, Oil and Lubricants
PRT	Provincial Reconstruction Team
QRF	Quick Reaction Force
Rx	Rocket motor
SDR	Seat Data Recorder
STANAG	Standard Nato Agreement, navo-overeenkomst
TCTO's	Time Compliant Technical Order, modificatie-order
TRO	Tactical Recce Operations, visual
TUC	Time of Useful Consciousness
UTC	Uniform Time Table, wintertijd in Engeland
ULT	Unit Level Trainer, F-16 simulator

Alle tijden in dit rapport zijn locale tijden (UTC + 4 1/2) tenzij anders vermeld.

ALGEMENE INFORMATIE BETREFFENDE HET ONGEVAL

Plaats : Afghanistan
Datum : 31 augustus 2006
Luchtvaartuig : F-16AM
Bemanning : kapitein F-16 vlieger
Fase van de vlucht : kruisvlucht
Type ongeval : *Uncontrolled Flight into Terrain*

HET ONDERZOEK

Het onderzoek is uitgevoerd door een Commissie van Onderzoek (CvO) van het Commando Luchtstrijdkrachten.

KORTE SAMENVATTING

Een formatie van 2 F-16 vliegtuigen vertrekt naar het inzetgebied in het kader van de International Stabilisation and Assistance Force Afghanistan (ISAF).

De formatie is enige tijd onderweg op een hoogte van FL320 met een snelheid van ongeveer 280 knopen (kts) als door de leider van de formatie plotseling een "MAYDAY call" wordt gemaakt. Zijn vliegtuig start een rechter rolbeweging waarbij de neus van het vliegtuig steeds dieper komt. Ongeveer 30 seconden na de MAYDAY call komt het vliegtuig met hoge snelheid en een neerwaartse neusstand van ongeveer 80° op ongeveer 10.000 voet boven zeeniveau in aanraking met de rotsachtige grond zonder enige verdere communicatie van zijn zijde.

Na de aanvaring gaat het vliegtuig op in een korte, intense vuurbal en wordt volledig gedesintegreerd teruggevonden. De vlieger is bij het ongeval om het leven gekomen.



FEITELIJKE INFORMATIE

1.1. De vlucht.

Een formatie van twee F-16 vliegtuigen voert een transitievlucht uit in het kader van ISAF naar het inzetgebied. De vlucht wordt initieel uitgevoerd op *flightlevel* (FL)285 met een snelheid van ongeveer 280 knopen (kts).

Op enig moment tijdens de vlucht, op een hoogte van FL320, wordt een *MAYDAY* uitgeroepen. Enkele seconden hierna wordt het ongevalsvliegtuig door de volgvlieger waargenomen in een daling met rechter bocht en met toenemende helling (rolbeweging).

De volgvlieger ziet het ongevalsvliegtuig in de periode van zijn observatie naar eigen zeggen ongeveer vier slagen om de langsas maken. Daarna ziet hij het ongevalsvliegtuig, met een geschatte neusstand van 80 graden onder de horizon, vrijwel verticaal met hoge snelheid op ongeveer 10.000 voet boven zeeniveau (AMSL) in aanraking komen met de grond. Door de hoge snelheid en de grote dalhoek, in combinatie met de uit rotsen bestaande ondergrond desintegreert het vliegtuig volledig en gaat op in een korte intense vuurbal (*flash fire*). De vlieger komt bij het ongeval om het leven.

1.2. Weer.

Gedurende de (vroeg) ochtend is het voornamelijk in stedelijk gebied heig met 5 tot 10 km zicht, maar de zichten lopen gedurende de ochtend op naar waarden van meer dan 10 km. Boven de bergen komen lokaal zichten tot 40 km voor.

Tegen het einde van de ochtend ontstaan boven de bergen geïsoleerd Cumuluswolken met een basis van FL120-140 (MSL). In de namiddag en avond groeit een enkele cumulus uit tot een geïsoleerd Cumulo Nimbus (TCU/CB), voornamelijk richting het noordoosten en oosten, en drijven er enige velden Altocirrus en Cirrus (Ac/Ci) over met een basis van FL180 en toppen rond FL240 (AMSL).

1.3. Planning.

Beide vliegers van de formatie zijn kamergenoten en staan die ochtend rond 05.00 uur lokale tijd (Kabul) op. Na gedoucht te hebben begeven zij zich individueel naar de OPS-room van het detachement op KAIA. Na de urgente Intell gegevens te hebben gecheckt, wordt een ontbijt genuttigd en wordt de missie doorgesproken. Dit duurt ongeveer een half uur. De planning verloopt normaal, het betreft een standaard missie zoals zij die reeds eerder hebben gevlogen. Na de missie te hebben besproken wordt bij de INTELL de laatste briefing verzorgd. Hierna worden op OPS de laatste gegevens gecheckt, inclusief het weer van die dag. Beide vliegers halen de vliegeruitrusting, trekken het Anti-G pak aan en begeven zich naar de gereedstaande vliegtuigen.

1.4. Vluchtuivoering.

Bij het vliegtuig aangekomen wordt een normale start uitgevoerd en worden via de radio de laatste NOTAMS met verkeersleiding gecheckt. De zogenaamde *tankerslot* voor de missie is 40 minuten uitgesteld en derhalve wordt de take-off 20 minuten uitgesteld. In de tussenliggende periode wordt 20 minuten met draaiende motoren gewacht op het platform. Nadat een Antonov vliegtuig op KAIA is geland wordt uitgetaxied en wordt de take-off uitgevoerd met een onderlinge tussentijd van ongeveer anderhalve minuut.

Na take-off wordt *gejoined* en de vliegtuigen vliegen in een *line abreast* formatie, met een snelheid van ongeveer 280 knopen in de kompasrichting 240, klimmend naar een hoogte van FL285.

Ongeveer 20 minuten na take-off, enige tijd na het kruisen van civiel verkeer op de route, hoort de volgvlieger "*MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY*" over de radio. Als hij na enige seconden visueel contact heeft met zijn voorganger ziet hij het vliegtuig met 30 graden helling en 20 graden neuslage stand, waarbij het vliegtuig een versnellende beweging om de langsas maakt (rolbeweging). De volgvlieger stuurt zijn vliegtuig naar de positie van de leider en geeft de *MAYDAY call* door aan het grondstation (relay). De volgvlieger volgt zijn leider tijdens de daling waarbij het ongevalsvliegtuig in een rollende beweging van 100 tot 120 graden per seconde over rechts wordt waargenomen.

Op een door de volgvlieger geschatte hoogte van 20.000 voet, ongeveer 30 seconden na de *MAYDAY call*, wordt door de volgvlieger een "*check altitude*" call uitgegeven, hierop wordt door het ongevalvliegtuig niet gereageerd. Nadat de volgvlieger een schaduw van het vliegtuig op de grond ziet realiseert hij zich dat het vliegtuig zich inmiddels wel erg dicht bij de grond bevindt en geeft een "*EJECT - EJECT - EJECT*" call. Kort daarna crasht het vliegtuig van de paarleider met een helling van ongeveer 120 graden over rechts en een neustand van 80 graden onder de horizon waarbij een korte, hevige vuurbal ontstaat.

1.5. Letsel.

De vlieger komt bij het ongeval om. Gelet op de aard van de verwondingen kan worden gesteld dat de dood onmiddellijk is ingetreden.

1.6. Schade aan het luchtvaartuig.

Het vliegtuig is tijdens het ongeval volledig verloren gegaan.

1.7. Gegevens van het luchtvaartuig

1.7.1. Algemeen

Vliegtuigtype: F-16AM
Bouwjaar: 1984
Vliegtuiguren: 2726.0

Het Bewijs van Inschrijving is afgegeven in 1987. Hierop staan vermeld: inschrijvingsdatum, inschrijvingskenmerk, typeaanduiding van het vliegtuig, naam van de fabrikant en het fabrieksnummer van het vliegtuig.

Het Bewijs van Luchtwaardigheid is afgegeven in 1987.

Daar beide bewijzen bij het ongeval verloren zijn gegaan heeft de CvO de inschrijfdatum en inschrijvingnummer bij de Defensie Materieelorganisatie (DMO) opgevraagd.

1.7.2. Motor(en)

Type PRATT & WHITNEY F100-PW220
Motoruren: 4482.9

1.7.3. Configuratie vliegtuig

De configuratie van het vliegtuig geeft aan in welke hoedanigheid het vliegtuig wordt ingezet voor een missie. De F-16 heeft onder haar vleugels en romp negen stations (ophangpunten) ten behoeve van het ophangen van wapens en systemen (station 5, het midden van het vliegtuig, is verdeeld in drie posities: links, midden en rechts). Om de taak te kunnen uitvoeren, was de het vliegtuig in de voor haar missie bestemde standaard configuratie opgebouwd.

1.7.4. Gegevens over het onderhoud

Voor wat betreft het vliegtechnisch onderzoek ligt de focus op technische data die voorhanden is tot vlak voor het ongeval teneinde technische vliegtuigsystemen en grondapparatuur die mogelijk een oorzakelijk verband kunnen hebben met het ongeval uit te sluiten. De CvO beperkt zich tot vliegtuigsystemen die noodzakelijk zijn om te kunnen vliegen, het ontsnappingssysteem en de voor het onderhoud gebruikte apparatuur en bedrijfsstoffen.

Onmiddellijk na het ongeval is er een tijdelijk gebruiksverbod gelast voor de volgende apparaten en stoffen: de hydraulische test stand, de *Hydraulic Oil Fill Unit* (HOFU), de *Motor Oil Fill Unit* (MOFU), de vloeibare zuurstof (LOX) *fill unit* en de vliegtuigbrandstof. Vervolgens zijn monsters genomen uit al deze apparaten voor analyse om vervuiling van de systemen c.q. vervuilde stoffen uit te sluiten. Alle genomen monsters voldoen aan de gestelde eisen en er is geen vervuiling geconstateerd.

1.8. Radiocommunicatie.

Tijdens de start, take-off en klim heeft de formatie contact met de verkeerstoren. Gedurende de rest van de vlucht wordt gewerkt op de frequentie van het grondstation, de regionale instantie belast met de afhandeling van het luchtverkeer en de inzet van de luchtmiddelen in de regio. Daarnaast wordt door de vliegers onderling gecommuniceerd op de eigen tactische frequentie. Omdat tijdens de transitievlucht de datarecorders van beide vliegtuigen uitstaan (de vluchtduur is zodanig dat de gehele vlucht niet zou passen op de tapes in de recorders, voor het hele theater is afgesproken de recorders derhalve niet te gebruiken anders dan tijdens de daadwerkelijke inzet) zijn hiervan geen gegevens verkregen.

1.9. Wrakonderzoek en gegevens inslag.

Bij aankomst van het CSAR-team, het PRT en het recce team, enige uren na het ongeval, lijkt er sprake van te zijn dat lokale bewoners al op de plaats van het ongeval zijn geweest.



Figuur 1, ANA op locatie



Figuur 2, wraklocatie

De resten van het vliegtuig zijn als gevolg van de impact verspreid over een gebied van ongeveer 100 bij 80 meter (diepte – breedte) en teruggevonden op een dalende rotshelling met een gradiënt van ongeveer 30 graden. Op de plaats waar het vliegtuig de grond heeft geraakt bevindt zich als gevolg van de impact een kleine krater met een doorsnede van enkele meters en ongeveer een halve meter diep. In de krater bevinden zich relatief kleine onderdelen van de cockpit, de motor en vele kleine stukjes van het vliegtuig die niet direct herkenbaar zijn. Opvallend is dat er geen grote vliegtuigdelen zijn te herkennen, anders dan de motor en delen van de staart. Delen van het landingsgestel zijn teruggevonden zonder enig spoor van de banden op de aangetroffen velgen. Van de schietstoel, die zich ten tijde van het ongeval nog in het vliegtuig bevond, zijn slechts kleine delen teruggevonden. Geen van de delen bevatte de door de CvO wenselijk geachte *Seat Data Recorder* (SDR) of bruikbare delen van het activeringsmechanisme. De cockpitbeglazing (*canopy*) is in delen teruggevonden op de ongevalslocatie waarbij de metalen rand ervan eveneens in stukken is teruggevonden.

Op de rand van de krater bevinden zich sporen die duiden op een korte hevige brand zoals deze door de volgvlieger zijn omschreven. Op plaatsen waar de warme delen van de motor zijn teruggevonden is geen sprake van brand.



Figuur 3, impact, geen sprake van langdurige brand



Figuur 4, locatie motor

1.10. Vluchtpadreconstructie

Het vliegtuig is van een gecontroleerde kruisvlucht op FL320 met ongeveer 280 KIAS binnen een halve minuut in een rechter rolbeweging met toenemende snelheid naar beneden gekomen. De stand van het vliegtuig ten tijde van de aanraking met de grond was volgens de volgvlieger ongeveer 80 graden neuslaag en 120 graden helling over rechts.

In samenwerking met de firma Lockheed Martin (fabrikant) zijn diverse simulaties en animaties van de vlucht geconstrueerd. Hierbij is getracht een beeld te vormen van de mogelijke vluchtbewegingen van het vliegtuig in een poging de oorzaak van het ongeval te achterhalen.

1.11. Medische en gedragswetenschappelijke gegevens.

Betrokken vlieger is vliegmedisch gekeurd. De vliegmedische keuring laat geen relevante afwijkingen zien. De vlieger is volledig vliegmedisch geschikt verklaard. Betrokken vlieger was tandheelkundig gesaneerd en dental fit.

De laatste training in de hypobare kamer heeft plaatsgevonden op het Centrum voor Mens en Luchtvaart. Hier zijn geen bijzonderheden waargenomen.

Uit de getuigenissen van familie komt naar voren dat betrokken vlieger regelmatig hoofdpijnklachten had. Dit wordt geweten aan te weinig drinken, of een intensieve werkdag. Deze klachten zijn nimmer gepaard gegaan met misselijkheid, stoornissen in het zien of lichtschuwheid. Het vliegen met *Night Vision Goggles* (nachtzichtkijkers) heeft voor zover bekend nooit tot hoofdpijnklachten geleid.

Drie dagen voorafgaande aan het ongeval heeft betrokken vlieger tegenover een van de detachementsleden en via een e-mailbericht aan zijn echtgenote geklaagd over een forse hoofdpijn.

Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat de vlieger voorafgaande aan de vlucht vermoeidheidsverschijnselen vertoonde of overbelast was. Er zijn geen gedragsveranderingen van de vlieger waargenomen in de periode voorafgaande aan het ongeval. Er zijn geen aanwijzingen voor relevante problemen in privé-sfeer.

Volgens getuigenissen van direct betrokkene, inclusief de volgvlieger, is het gedrag van betrokken vlieger op de dag van het ongeval volledig normaal. Het vluchtverloop is eveneens normaal te noemen tot aan de plotselinge noodoproep.

Er is bij de betrokken vlieger geen gebruik van medicijnen, inclusief slaapmiddelen en stimulantia, aangetoond in de week voorafgaand aan het ongeval. Er zijn geen recente relevante aandoeningen geconstateerd door de detachementsarts.

Aanvullende toxicologische bepalingen laten geen conclusies toe. Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van geneesmiddelen of drugs. De lage concentratie alcohol in het weefsel is naar alle waarschijnlijkheid postmortaal gevormd. Het koolmonoxidegehalte in het spierweefsel was niet verhoogd. Over een mogelijk zuurstoftekort zijn geen uitspraken te doen.

De gevonden lichaamsdelen zijn zeer ernstig beschadigd. De patholoog-anatoom concludeert dat het beeld van de stoffelijke resten past bij een zeer hoog energetisch trauma met een vertraging van meer dan 350 G. Op de resten van het lichaam zijn sporen gevonden van thermische beschadiging in de vorm van verschroeïing van uiteinden van hoofdharen. Er zijn geen sporen gevonden van diepe verbranding.

1.12. Overlevingsaspecten.

Tijdens de daling vanaf kruishoogte tot de uiteindelijke crash is voor zover is na te gaan geen gebruik gemaakt van de schietstoel. Onduidelijk voor de commissie is of de vlieger de stoel heeft geactiveerd en deze door technisch falen het vliegtuig niet heeft verlaten. Gelet op de historische gegevens van de ACES II

stoel is dit niet waarschijnlijk, Lockheed Martin verklaart op vragen van de CvO dat er in de geschiedenis van de ACES II nog nimmer een stoel gefaald heeft zonder duidelijk aanwijsbare reden¹.

Door de aard van het ongeval, een bijna verticale impact met hoge snelheid op rotsachtige bodem, kan worden verondersteld dat hier sprake is van een ongeval zonder kans op overleven. Door het reddings- en verkenningsteam dat de plaats van het ongeval heeft bezocht zijn geen grote delen van het vliegtuig teruggevonden anders dan een deel van de staart.

Op de wraklocatie zijn delen van het *seat pack* op redelijk korte afstand van elkaar gevonden. De delen bevonden zich echter wel op grotere afstand van de plaats van impact, dicht bij de motor die het verst van de impact is verwijderd.

Een dag na het ongeval wordt een aantal personeelsleden van het F-16 detachement, waaronder de squadronvliegveiligheidsfunctionaris, de detachementsarts en diverse technici vanuit Kabul overgevlogen naar de plaats van het ongeval. Er wordt door hen een groot aantal foto's van de locatie genomen die voor de CvO van belang blijken te zijn.

1.13. Vliegveiligheidsuitrusting.

Een deel van vliegveiligheidsuitrusting is in de nabijheid van de motor teruggevonden die zich op ongeveer 80 meter van de impactlocatie bevindt. De uitrusting is gedeeltelijk gescheurd en licht verbrand, delen van de uitrusting zijn als gevolg van de impact en de daaropvolgende desintegratie van het vliegtuig ernstig beschadigd. Opvallend is dat de overlevingsuitrusting als een van de weinige delen van het vliegtuig als zodanig herkenbaar is teruggevonden.

1.14. Ontsnappingsstelsel.

Van de schietstoel, de canopy en het canopymechanisme zijn slechts enkele kleine delen teruggevonden.

1.14.1. Schietstoel

Van de schietstoel zijn slechts enkele delen teruggevonden: de *Drogue Gun*, een gedeelte van de *Pilot Recovery Parachute* en een deel van de kabel waaraan de *D-handle* verbonden zit.

1.14.2. Canopy.

Op foto's die op de crashlocatie genomen zijn, zijn delen van de *canopy* en het *canopy frame* te zien. Hieruit mag worden afgeleid dat de canopy niet is afgeschoten. Als de Canopy afgeschoten zou zijn dan waren de restanten hiervan verder van de crash locatie, en waarschijnlijk minder beschadigd, terug gevonden.

1.15. Nadere onderzoeken.

Door de CvO is getracht zo veel mogelijk relevante informatie met betrekking tot het ongeval te vergaren. Hiertoe is een beroep gedaan op NAVO-partners en de fabrikant van het ongevalsvliegtuig. In eerste instantie is hierbij aan de NAVO-partners (in het kader van de *Allied Forces Flight Safety Committee Europe*) gevraagd of zich, in de historie van het gebruik van de F-16 door partners, dan wel bij het gebruik van overige vergelijkbare vliegtuigtypen, vergelijkbare ongevallen hebben voorgedaan. Vervolgens is navraag gedaan bij de fabrikant van het ongevalsvliegtuig over mogelijke oorzaken, alsmede om assistentie bij het uitvoeren van simulaties en het vervaardigen van computeranimaties.

In de eerste week van december is een deel van de onderdelen in drie boxpallets in Nederland aangekomen en door de CvO onderzocht. De pallets bevatten vele duizenden kleine onderdelen van het vliegtuig, veelal versplinterd plaat- en framemateriaal, enige kleine motoronderdelen, onderdelen van munitie, bomscherven, en twee *canopy-actuators* ten behoeve van het afschieten van de canopy in geval van *ejection* alsmede een

¹ Tijdens een draadaanvaring (hoogspanningsleiding) van een Noorse F-16 in Noorwegen heeft een stoel dienst geweigerd. Reden hiervoor was dat de data van de canopy naar de stoel verstoord was omdat de *canopy* tijdens de draadaanvaring verdraaid op de cockpit zat en de stoel informatie verkreeg dat de canopy op het vliegtuig aanwezig was en derhalve niet activeerde. Hierop heeft een modificatie plaatsgevonden op de sensoren van de cockpit / canopy die een dergelijke hapering van de stoel moet voorkomen.

deel van de staalkabel waarmee de *D-handle* is bevestigd aan het activeringsmechanisme van de schietstoel. De aard en staat van de vliegtuigresten die zijn onderzocht duidt er op dat sprake is geweest van *impact* met hoge snelheid op een harde ondergrond. Anders dan de *canopy-actuators* zijn er geen voor het onderzoek bruikbare delen teruggevonden in de verzameling aangeleverd materiaal die een aanwijzing kunnen geven over het ontstaan en verloop van het ongeval.

Tijdens het onderzoek is assistentie gevraagd van Lockheed Martin die diverse simulaties en animaties voor de CvO heeft verzorgd.

2. ANALYSE.

In dit hoofdstuk wordt de gehele vlucht van de voorbereiding tot en met de acties na het ongeval geanalyseerd aan de hand van de onderzoeksgegevens uit deel 1.

2.1. De vlucht.

2.1.1. Weer.

Gelet op de condities van het weer kan worden gesteld dat de weersomstandigheden geen invloed hebben gehad op het ontstaan of het verdere verloop van het ongeval.

2.1.2. Planning.

De vluchtvoorbereiding heeft op een degelijke wijze plaatsgevonden. Na gedurende een half uur de missie te hebben besproken wordt in de container van de sectie Intell de laatste Intell-briefing verzorgd. Hierna worden op OPS de laatste gegevens gecheckt, inclusief het weer van die dag. Vervolgens halen beide vliegers de vliegeruitrusting, trekken het Anti-G pak aan en begeven zich naar de vliegtuigen. Niets tijdens de planning lijkt abnormaal, het betreft een standaard missie zoals zij die reeds eerder hebben gevlogen.

De vlucht en de missie zijn grondig doorgenomen waarbij tevens, voorafgaande aan de start, de NOTAMS zijn opgevraagd en bestudeerd. Er is geen reden om aan te nemen dat de vluchtvoorbereiding heeft bijgedragen aan het ontstaan of verloop van het ongeval.

2.1.3. Vluchttuitvoering.

Na een uitstel van ongeveer 20 minuten vanwege een uitgesteld *tankerslot* worden de beide vliegtuigen opgestart en wordt vervolgens ongeveer 20 minuten met draaiende motoren gewacht op het platform. Uiteindelijk wordt een take-off uitgevoerd met een onderlinge tussentijd van ongeveer anderhalve minuut. Hierna wordt frequentie gewisseld naar het grondstation. De klim wordt vervolgd naar een hoogte van FL 320. Om brandstof te besparen in verband met de uitgestelde tankerslot wordt de snelheid gehandhaafd op 280 tot 290 knopen (range speed). Gedurende de vlucht worden onderling gegevens uitgewisseld over verkeer in de regio. De vlucht verloopt op normale wijze en er wordt normaal gecommuniceerd tot juist voor het ongeval.

Na enige tijd krijgt de formatie informatie over een kruisend vliegtuig dat zich op FL 330 bevindt. De volgvlieger daalt enigszins, de leider geeft aan op hoogte te blijven daar het vliegtuig zich 1000 voet boven hen bevindt en ze visueel contact met het kruisende verkeer hebben. Na het passeren van het vliegtuig klimt de volgvlieger terug naar hoogte, komt ietwat voor de leider uit en vermindert zijn snelheid om terug in formatie te komen. De afhandeling van het kruisende verkeer heeft geen invloed gehad op het verdere verloop van de vlucht.

Op enig moment in de vlucht, ongeveer vier minuten na het passeren van het verkeersvliegtuig, op een hoogte van FL320, wordt een *MAYDAY* uitgeroepen. Op dat moment is er ongeveer 2 mijl afstand tussen de beide vliegtuigen. Als de volgvlieger visueel contact heeft met zijn leider ziet hij het vliegtuig met 30 graden helling en 20 graden neuslage stand. De volgvlieger stuurt zijn vliegtuig naar de positie de leider en geeft binnen enkele seconden de *MAYDAY call* door aan het grondstation (*relay call*).

De volgvlieger volgt het ongevalsvliegtuig tijdens de daling waarbij het een constante rolbeweging over rechts maakt. De geschatte rolbeweging bedraagt uiteindelijk 90 tot 120 graden per seconde. Bij herhaalde navraag tijdens het onderzoek wordt deze rolsnelheid steeds bevestigd. Op een geschatte hoogte van ongeveer 20.000 voet wordt door de volgvlieger een "*check altitude*" call uitgegeven, hierop wordt niet gereageerd. Nadat de volgvlieger een schaduw van het ongevalsvliegtuig op de grond ziet realiseert hij zich dat het zich inmiddels wel erg dicht bij de grond bevindt en geeft een "*eject - eject - eject*" call. Op de achtergrond van de oproep is een waarschuwing "*altitude*" te horen, afkomstig van het eigen vliegtuig vande volgvlieger. Kort daarna crasht het ongevalsvliegtuig met een geschatte helling van ongeveer 120 graden en een neustand van 80 graden onder de horizon waarbij een korte, hevige vuurbal ontstaat.

De tijd tussen de *MAYDAY call* en de impact bedraagt ongeveer 35 seconden. Dit is afgeleid aan de opnames die beschikbaar zijn van de communicatie op de frequentie van het grondstation. In deze korte

periode wordt een hoogte overbrugd van ongeveer 20.000 voet wat resulteert in een **gemiddelde** snelheid van 625 voet per seconde, ofwel 375 knopen. Tijdens het navliegen van de manoeuvre in de simulator werd een snelheid geklokt van ongeveer 1.2 Mach op het moment van grondcontact.

Bij diverse testen door Lockheed Martin en de CvO, waarbij is gesimuleerd dat een volledige *rollinput* op de *side stick* wordt gegeven, (vergelijkbaar met een volledige uitslag van de rolroeren - in het geval van een F-16 de flaperons -, al dan niet door het vliegtuig of de vlieger gegenereerd) wordt initieel een rolbeweging van meer dan 180 graden per seconde verkregen. Bij de toename van de voorwaartse vliegsnelheid neemt deze rolbeweging af om vanaf een hoogte van ongeveer 20.000 voet te stabiliseren rond de 90 tot 100 graden per seconde. De vliegsnelheid tijdens de simulaties loopt op tot ver boven de 500 knopen juist voor impact.

Testen door de CvO in de F-16 vluchtsimulator (ULT) tonen aan dat relatief eenvoudig is om een rolbeweging zoals geschetst door de volgvlieger in te zetten en vol te houden. Het is wel erg lastig om een *full deflection* rolbeweging op spierkracht langdurig vol te houden.

Voor en na de *MAYDAY call* worden door de vlieger geen verdere berichten uitgezonden.

Door de hoge snelheid en de grote dalhoek, in combinatie met de uit rotsen bestaande ondergrond desintegreert het vliegtuig volledig en gaat op in een korte intense vuurbal (*flash fire*).

2.2. Letsel, medische en gedragswetenschappelijke gegevens.

2.2.1. De beschikbare informatie over de gebeurtenissen tijdens het ongeval wijzen op een zeer plotseling incident.

Indien de oorzaak medisch is geweest moet het een aandoening zijn geweest die zich zeer snel heeft voorgedaan. Een medisch probleem met een langzaam verloop is zeer onwaarschijnlijk, gezien normaal functioneren van betrokkene tot vlak voor het ongeval.

2.2.2. Mogelijke acute medische situaties tot een plotseling incident kunnen leiden: Cardiovasculair (hart- / vaataandoening) of Hypoxia (zuurstoftekort).

Cardiovasculair. De twee meest waarschijnlijke acute aandoeningen met potentieel catastrofale gevolgen betreffen het hart of de hersenen. Alhoewel de periodieke medische keuringen in het algemeen slechts beperkte informatie op deze gebieden opleveren is er in de verslaglegging geen aanleiding te vinden om deze pathologie als oorzaak aan te wijzen. Dit geldt eveneens voor de medische status.

Voldoende drinken is essentieel voor een goede doorstroming van het bloed. Te weinig drinken maakt het bloed stroperiger wat de doorstroming kan hinderen. Dit kan een bijdragende factor zijn bij het ontstaan van een acute hart- of vaataandoening. De missie was echter pas ongeveer 20 minuten gaande en conform getuigenis van de volgvlieger heeft betrokken vlieger voor take-off nog gedronken. Vochttekort als primaire oorzaak is dan ook onwaarschijnlijk.

Hypoxia. Een F-16 vlieger heeft zowel een zuurstofmasker als een drukcabine ter bescherming tegen de lage zuurstofconcentratie in de ijle lucht op grote hoogte. Indien de zuurstofvoorziening hapert gaat er een waarschuwingslampje in de cockpit branden. Vervolgens heeft de vlieger (bij een drukcabinehoogte van 12.000 voet) meer dan 30 minuten om te reageren voordat het effect van Hypoxia op de hersenfunctie te groot wordt. Dit heet *Time of Useful Consciousness* (TUC). Indien ook de drukcabine niet functioneert, wordt de cabinedruk gelijk aan de druk op vlieghoogte, in dit geval 32.000 voet. Ook dan heeft de vlieger nog ongeveer een minuut om te reageren vooraleer Hypoxiaverschijnselen intreden.

Het onderzoek van de *LOX-bottles* liet geen afwijkingen zien.

Time of usefull consciousness, hoogte in voeten versus gemiddelde tijden:

Hoogte in voeten	TUC
43.000	< 15 seconden
35.000	30 tot 60 seconden
30.000	1 tot 2 minuten
25.000	3 tot 5 minuten
20.000	5 tot 10 minuten
18.000	20 tot 30 minuten

Tabel 1, hoogte versus TUC

Uit bovenstaande volgt dat Cardiovasculair of Hypoxia als primaire oorzaak voor het ongeval onwaarschijnlijk is.

Slaapmedicatie als bijdragende factor is onwaarschijnlijk gezien het alerte functioneren van betrokkene tot aan het ontstaan van het ongeval.

Er is geen enkele aanwijzing voor psychologische problematiek of instabiliteit.

De beschikbare informatie levert onvoldoende bewijs voor een medische oorzaak van het ongeval. Een CVA is echter niet uit te sluiten.

2.3. Gegevens van het luchtvaartuig

De CvO heeft zich gericht op de onderhoudsgeschiedenis van het vliegtuig tot vóór haar laatste missie. De volgende vijf aspecten werden onder de loep genomen: het uitsluiten van middelen en bedrijfsstoffen op respectievelijk mankement(en) en vervuiling, het analyseren van geautomatiseerde onderhoudsdata, het bestuderen van *debriefsheets* en formbladen, het interpreteren van modificaties en klachten, en controle op de periodieke inspecties.

De eerste actie van de CvO was het controleren van alle grondapparatuur op werking. Daarnaast werd gecontroleerd of alle bedrijfsstoffen voldeden aan de gestelde specificaties. Uitslag van deze controles gaf geen afwijking aan van de werking en specificaties van respectievelijk grondapparatuur en stoffen zoals LOX, hydraulische olie, motorolie en vliegtuigbrandstof. Bij de aankomst van de CvO bleek dat de database reeds was afgeschermd.

De CvO heeft binnen de logistieke kanalen verzocht de volgende informatie te verstrekken:

- een rapportage van alle klachten die tijdens het faseonderhoud zijn geconstateerd,
- een rapportage van alle klachtafdoeningen,
- een uitdraai van alle onlangs uitgevoerde *Time Compliant Technical Orders* (TCTO's),
- een uitdraai van alle nog openstaande TCTO's,
- een lijst van afgeronde en openstaande inspecties.,
- een lijst van alle *Action Item Worksheets* (AIWS) van betreffend vliegtuig,
- een uitdraai van alle *Field Service Reports* (FSR), en
- een uitdraai van de *Automated History Records* (AHR).

Onderhoudsgegevens van de laatste 300 uren faseonderhoud geven geen bijzonderheden aan. Uit de geschiedenis van correctief onderhoud die essentieel zijn om te kunnen vliegen is geen patroon van klachten aan een bepaald systeem te herkennen. Ook de *debriefsheets* en formbladen geven geen vliegtuigsystemen aan die de laatste tijd zeer onderhoudsgevoelig zijn geweest.

Alle modificaties die het vliegtuig heeft ondergaan zijn correct afgesloten. Hetzelfde geldt voor de AIWS. Inspecties, waaraan het vliegtuig met een gesteld tijdsinterval onderhevig was, liepen synchroon. Al met al zijn bij geen van de vijf aspecten onregelmatigheden of onrechtmatigheden aangetroffen.

2.3.1. Algemeen

De LuForm 002 is een formulier waarop het vluchtrapport en statusgegevens van het vliegtuig worden geregistreerd. Het vluchtrapport wordt ingevuld door de vlieger en de statusgegevens worden vermeld door het onderhoudspersoneel. Werkzaamheden aan het vliegtuig worden door het onderhoudspersoneel verantwoord op de LuForm 004. Tevens verantwoordt elke monteur zijn/haar werk in een database die de Koninklijke Luchtmacht gebruikt om alle F-16 gerelateerd onderhoud te registreren en op te slaan. Dit systeem is het *Core Automated Maintenance System (CAMS)*. *Debriefsheets* zijn formulieren waarop de vlieger na de vlucht tekortkomingen aan de vliegtuigsystemen vermeldt. Aan de hand van deze gegevens wordt er een foutcode aan de klacht gekoppeld, zodat de specialist de foutcode correct kan interpreteren, vervolgens de fout kan traceren en verhelpen. Bij het bestuderen van de LuForms 002 en de *debriefsheets*, valt niets op wat meer aandacht behoeft. Uit de CAMS geschiedenis is gebleken dat het vliegtuig onlangs een 300 uren fase-onderhoudsinspectie heeft ondergaan op de Vliegbasis Volkel. Om het verloop van de faseonderhoud te kunnen bestuderen heeft de CvO een CAMS uitdraai opgevraagd vanaf het moment dat betreffend vliegtuig aan de afdeling faseonderhoud werd aangeboden.

2.3.2. Electrical Power System.

De CvO heeft een uitdraai laten maken van alle *on* en *off equipment* onderhoud over de periode tot vlak voor het ongeval. *On equipment* onderhoud betreft werkzaamheden die fysiek aan het vliegtuig worden verricht en *off equipment* onderhoud betreft werkzaamheden aan vliegtuigonderdelen die vooraf dienen te worden uitgebouwd, omdat het onderhoud in de avionica-werkplaats of op het depot dient te worden uitgevoerd. Na het bestuderen van deze gegevens kan de CvO geen link maken naar een mogelijke oorzaak van het ongeval. Deze conclusie wordt bekrachtigd door het feit dat de vlieger via de radio in staat is geweest tot juist voor het ongeval radiotransmissies uit te voeren. Een totale uitval van het elektrische systeem lijkt hierdoor onwaarschijnlijk.

2.3.3. Het Flight Control System (FLCS)

Helaas is de *Seat Data Recorder (SDR)* tot op heden niet geborgen. De SDR is avionica, gemonteerd aan de schietstoel, die gegevens opslaat van de *Flight Control Computer (FLCC)*, vluchtbesturingssysteem) en de *Electronic Component Assembly (ECA)*. De FLCC registreert onder andere snelheid, hoogte, angle of attack (invalshoek) van het vliegtuig en slaat alle systeemfouten op. De ECA is avionica dat gegevens, verkregen van *probe*-metingen, verwerkt teneinde het vliegtuig optimaal te kunnen vliegen. De FLCC en ECA zijn beiden viervoudig uitgevoerd. Een uitdraai van de opgeslagen data zou dit onderzoek op het technisch vlak zeker een andere wending geven. De CvO moet nu putten uit onderhoudsgegevens uit het archief van de F-16 onderhoudsregistratie. De CvO heeft een uitdraai van alle *flight control system* gerelateerde onderhoudswerkzaamheden laten genereren, over de periode tot vlak voor het ongeval. Tijdens het bestuderen van deze data zijn geen bijzonderheden aangetroffen.

2.3.4. De vliegtuigbrandstof

Vliegtuigbrandstof wordt door twee instanties getest op de samenstelling en reinheid. Enerzijds door de leverancier en anderzijds door het zittend detachement zelf. De leverancier in deze is Shell en voor het detachement is de afdeling *Petrol, Oil & Lubrication (POL)* verantwoordelijk voor de kwaliteitsbewaking van de vliegtuigbrandstof. Het analyseren van de brandstofmonster gaf geen bijzonderheden aan. De vliegtuigbrandstof was "*fit for aircraft use*".

2.3.5. LOX-systeem

Het LOX- of zuurstofstelsysteem voorziet de vlieger van de juiste hoeveelheid zuurstof tijdens zijn vlucht. Ook voor dit systeem heeft de CvO een uitdraai van alle LOX gerelateerde onderhoudswerkzaamheden laten printen. Hieruit kwam één onderwerp naar voren waaraan meer aandacht is besteed. Uit CAMS is gebleken dat de *LOX-converter* recentelijk in het vliegtuig was geïnstalleerd. De *LOX-converter* dient voor het opslaan van zuurstof ten behoeve van de vlieger. Uit voorgaande vluchtregistraties is gebleken dat deze *LOX-converter* ook in een andere F-16 geïnstalleerd is geweest. Op de *debriefsheets* van dit vliegtuig staan geen klachten vermeld betreffende het LOX-systeem. Gezien de eenvoud van de *LOX-converter* mag worden geconcludeerd dat betreffende *LOX-converter* correct moet hebben gefunctioneerd.

2.3.6. Support equipment.

De *hydraulic test stand* wordt gebruikt om het hydraulische systeem van het vliegtuig op druk te krijgen. Hydraulische druk is nodig om de stuurvlakken van het vliegtuig te bewegen. Door de *hydraulic test stand* aan te sluiten aan het hydraulische circuit van het vliegtuig is het mogelijk om het *flight control system* (vluchtbesturingssysteem) te testen zonder dat de vliegtuigmotor wordt opgestart. De hydraulische olie in het gesloten systeem van het vliegtuig stroomt door poortjes met gekalibreerde openingen. Vervuilde hydraulische olie in het systeem van de *hydraulic test stand* zou het hydraulische circuit van het vliegtuig kunnen vervuilen. Dit zou een niet correct werkende aansturing van één of meer stuurvlakken tot gevolg kunnen hebben. Analyse van het getrokken oliemonster wijst uit dat het systeem in de *hydraulic test stand* niet vervuild was.

HOFU staat voor *hydraulic oil fill unit*. Dit apparaat wordt gebruikt voor het bijvullen van hydraulische olie teneinde het olieniveau van het hydraulische systeem van het vliegtuig op peil te houden. Na analyse van een oliemonster was geen sprake van vervuilde hydraulische olie in de HOFU.

MOFU staat voor *motor oil fill unit*. Dit apparaat wordt gebruikt om het olieniveau van de vliegtuigmotor op peil te houden. Ook hieruit werd op KAIA een oliemonster getrokken en geanalyseerd. Het resultaat geeft aan dat de motorolie in de MOFU voldeed aan de norm.

LOX fill unit. Dit apparaat wordt gebruikt om de zuurstofcontainer van het vliegtuig te vullen met vloeibare zuurstof benodigd voor het ademhalingssysteem aan boord van het vliegtuig. Dit systeem regelt de zuurstoftoevoer zodanig dat de vlieger te allen tijde wordt voorzien van voldoende zuurstof. Dit om te voorkomen dat de vlieger op grote hoogten wordt blootgesteld aan Hypoxia. Onderzoek van het genomen LOX monster geeft aan dat de zuurstof schoon was.

2.3.7. Motor

Vliegtuigmotor: Het vliegtuig was voorzien van een PW220 vliegtuigmotor. De vliegtuigmotor is uitgerust met een *Engine Diagnostic Unit* (EDU). De EDU registreert en slaat alle fouten op die tijdens het in werking zijn van de motor optreden. Gegevens uit deze EDU zouden de CvO informeren over het wel dan niet falen van vliegtuigmotor of motordelen. De inspectiekaarten voor de boroscopieinspecties die gebundeld "het motorboek" wordt genoemd, laten niets opvallends zien.

Na elke vlucht wordt uit de vliegtuigmotor een oliemonster getrokken. Dit olie-analyseapparaat wordt wereldwijd gebruikt door elke gebruiker van dit type vliegtuigmotor. Het oliemonster wordt gecontroleerd op de aanwezigheid van bepaalde metalen. De concentratie van de aanwezigheid is een maat voor slijtage van bepaalde motoronderdelen. De drie oliemonsters die de CvO in ontvangst heeft genomen, zijn bij terugkeer in Nederland nogmaals geanalyseerd. Ook hier was het resultaat dat de meetwaarden binnen de toleranties vallen.

2.3.8. Gegevens over het onderhoud

Het vliegtuig heeft recentelijk een 300 uren faseonderhoud ondergaan. Uit de rapportages van de faseklachten en de afdoening van deze klachten zijn geen bijzondere of specifieke klachten naar voren gekomen. Dit geldt ook voor de lijst van *Field Service Reports* (FSR). Wanneer er bij de fabrikant een item wordt geconstateerd welke onder de aandacht moet worden gebracht, maakt zij dit aan alle F-16 gebruikers bekend middels een FSR.

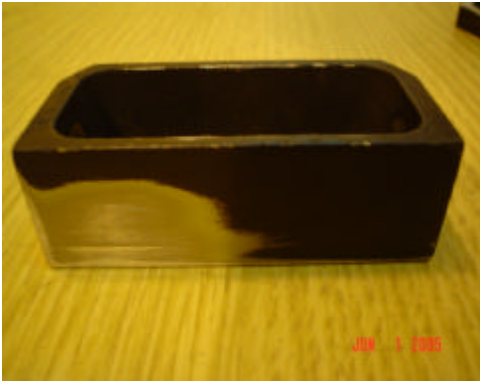
Time Compliant Technical Order (TCTO). Dit is een modificatie of een eenmalige inspectie dat binnen een bepaald gesteld termijn dient te zijn uitgevoerd op het vliegtuig. Zo'n eenmalige inspectie wordt een "One Time Inspection" (OTI) genoemd. Op de uitdraai van de uitgevoerde TCTO's vallen drie TCTO's op:

- OTI ejection seat swivel
- OTI for installation MOD A ODR
- OTI chafing A1 tank

Swivel inspectie

De Swivel is een verbindingstuk tussen de *Rocket Catapult* en de schietstoel en bevindt zich aan de bovenzijde van de achterkant van de schietstoel. Deze Swivels worden o.a. in de F-15 en F-16 gebruikt.

Tijdens een *ejection* zal de *Rocket motor* (Rx) geactiveerd worden. Deze Rx drukt tegen de *Swivel* en zal de schietstoel uit het toestel duwen. Bij de USAF zijn in het verleden *Swivels* ontdekt die gescheurd en gebroken waren.



Voor deze inspectie is een TCTO geschreven met als doel de hardheid van de *Swivel* te achterhalen van de gescheurde *Swivels*. Bepaalde *Swivels* hebben geen hardheid behandeling gekregen tijdens het fabricage proces, andere wel. Voor de KLu zijn alle *Swivels* geïnspecteerd door middel van een *non-destructive-inspection* (NDI). Hieruit zijn **geen** gescheurde *Swivels* naar voren gekomen wel een aantal met een afwijkende waarde dan in de TCTO aangegeven. Uit voorzorg zijn deze *Swivels* gewisseld.

Voor de complete vloot zijn inmiddels nieuwe *Swivels* aangevraagd en een aantal zijn er inmiddels gewisseld. De resterende *Swivels* worden tijdens de inspectie van de Ejection Seat verwisseld.

De TCTO op de *Oxygen Demand Regulator* (ODR) betrof geen modificatie als zodanig, maar een *One Time Inspection* (OTI). Men diende enkel te controleren of het onderdeel voorzien was van het juiste waarmerk.

De TCTO op de OTI chafing A1 tank betreft een routine-inspectie die elke 720 dagen dient te worden uitgevoerd. Deze OTI betreft een controle op *chafing* tussen twee kabels (tussen *fuel sensing line* en *fuel quantity line*) die in de tank lopen. Het blootstellen van elektrische kabels aan vloeistoffen of metaal kan (kort)sluiting tot gevolg hebben. De uiterlijke inspectiedatum zou twee maanden na het ongeval aflopen, wat aangeeft dat men nog ruim de tijd had om deze OTI uit te voeren.

TCTO. Op de lijst van de nog uit te voeren TCTO's valt er een op. Deze TCTO had enige maanden voor het ongeval uitgevoerd moeten zijn. Navraag bij het bureau technische ondersteuning (BTO) leert dat deze TCTO is stopgezet door de wapensysteemmanager. Deze TCTO betreft een vervanging van de *nose landing gear door*- en *retract actuator*. Dit betreft een onderdeel dat de deur van het neuslandingsgestel aanstuurt en een onderdeel dat het intrekmechanisme van het neuslandingsgestel aanstuurt. Tevens geeft de TCTO aan dat de door actuator van de *main landing gear* dient te worden vervangen. Dit onderdeel stuurt de deur van het hoofdlandingsgestel aan. De statuscode geeft aan dat het stopzetten van de TCTO is te wijten aan materiaal tekort. Geen van deze TCTO's kunnen het probleem dat heeft geleid tot het ongeval hebben veroorzaakt.

AIWS. Indien er sprake is van een technisch mankement dient door het BTO van de betreffende vliegbasis een *Action Item Work Sheet* (AIWS) te worden opgemaakt, eventueel met een kruisverwijzing naar een Air Safety Report (ASR). In het AIWS wordt verslag gedaan van de klachtomschrijving, het technisch onderzoek, de oorzaak, genomen acties en eventuele aanbevelingen. Naar aanleiding van een AIWS kunnen vliegtuigcomponenten "exhibit" worden verklaard. Dit houdt in dat de betreffende componenten dienen te worden ingeleverd voor nader onderzoek en/of analyse. Een AIWS kan aanleiding zijn tot een

TCTO. Op een lijst van AIWS-en betreffende het ongevalsvliegtuig vanaf het jaar 1995 tot en met heden vallen een aantal onderwerpen op.

De eerstgenoemde AIWS betreft een lekkage langs de pakking van de *outlet diffuser / airduct assembly*, waarbij door de vlieger een fluittoon rechtsachter vanaf de *canopyseal* (afdichting tussen cockpitkap en het vliegtuigframe) werd geconstateerd. Onderzoek heeft uitgewezen dat de *outlet diffuser / airduct* met te lange schroeven was bevestigd. Hierdoor was een goede afdichting niet mogelijk. Het ongevalsvliegtuig had toen nog geen *Mid Life Update* (MLU) ondergaan. DWO/LSFM was van mening dat een inspectie TCTO geen toegevoegde waarde had, omdat een inspectie tijdens MLU al plaats vond en aanpassing van de TO niet nodig was. Immers stond de TO het gebruik van kortere schroeven reeds toe.

Het tweede AIWS betreft een defecte leidingklem van het *Environmental Control System* (ECS). De ECS regelt het klimaat in de cockpit. Na het vervangen van de klem was de klacht verholpen.

Het laatstgenoemde AIWS betreft de aanwezigheid van vet op en in een zuurstofleiding en de koppelingen. Er bleek ook verkeerd vet op de wartels te zijn aangebracht. Dit was een luchtmachtbreed probleem. Onjuist vet en zuurstof kunnen een ontvlambaar mengsel vormen. De vervuilde leidingen zijn gereinigd conform de voorschriften. Na montage van de leidingen is het gehele zuurstofsysteem *gepurgd*. Purgen is noodzakelijk nadat er een bepaalde tijd geen schone zuurstof door het systeem is gestroomd. In de zuurstofleidingen kunnen zich namelijk bacteriën gaan nestelen. De vlieger zou in voorkomend een vergiftiging op kunnen lopen. De procedure in het kort is dat gedurende 45 minuten hete zuurstof door het systeem wordt geblazen teneinde de bacteriën te doden. Daarna wordt gedurende 15 minuten zuurstof van omgevingstemperatuur door het systeem te blazen om het systeem te laten acclimatiseren. Hiermee is het AIWS gesloten.

2.3.9. Weight and Balance

Hiermee wordt bedoeld de gewichtsverdeling van het vliegtuig, Elk vliegtuig ondergaat een weegprocedure waarin de gewichtsverdeling wordt gemeten. Dit is nodig om het vliegtuig gebalanceerd te laten vliegen. Het *weight and balance* verhaal bestaat uit twee delen.

Het eerste deel heeft te maken met regels omtrent het verkrijgen van recente en correcte informatie betreffende het basisgewicht, momenten (krachten) waaraan het vliegtuig onderhevig is tijdens de vlucht en de locatie van het zwaartepunt. Om de informatie recent te houden dient het vliegtuig na welke vorm van gewichtsverplaatsing (b.v. Ten gevolge van een modificatie) dan ook een *weight and balance* procedure ondergaan.

Het tweede deel heeft te maken met het zorgdragen dat het totaalgewicht van het vliegtuig en de locatie van het zwaartepunt zich binnen de limieten blijven bevinden. Dit wordt geregistreerd voorgaand aan de missie, door middel van een Form F. Deze form wordt aan het vliegtuigform toegevoegd. De gevlogene configuratie wordt standaard gevoerd tijdens de ISAF missies. Hiermee is het geen bijzondere situatie ten aanzien van *weight and balance*. Daar het vliegtuigform ten gevolge van het ongeval verloren is geraakt is pro forma een Form F opgesteld.

2.4. Radiocommunicatie.

Tijdens de start, take-off en klim heeft de formatie contact met de verkeerstoren. Gedurende de rest van de vlucht wordt gewerkt op de frequentie van het grondstation, de regionale instantie belast met de afhandeling van het luchtverkeer en de inzet van de vliegende middelen in de regio. Daarnaast werd door de vliegers onderling gecommuniceerd op de eigen tactische frequentie. Omdat tijdens de vlucht de datarecorders van beide vliegtuigen uitstaan (de vluchtduur is zodanig dat de gehele vlucht niet zou passen op de recorders, voor het hele theater is afgesproken de recorders derhalve niet te gebruiken) zijn geen gegevens verkregen van het moment van het ongeval vanuit een van beide vliegtuigen.

Tijdens het onderzoek is een kopie verkregen van de geluidsopnamen van de gesprekken gevoerd op de frequentie van het grondstation. De kopie in Windows Media Format omvat de gesprekken vanaf het moment dat de formatie zich meldt bij het grondstation en duurt ongeveer een uur. Na 12 minuten 58 seconden op de opname is de *MAYDAY call* te horen, op 13 minuten 30 seconden de *eject call* van de volgvlieger, de crash volgt onmiddellijk op deze *eject call*.

Op een door hem geschatte hoogte van 20.000 voet wordt door de volgvlieger een "check altitude" call uitgegeven, hierop werd niet gereageerd. Nadat hij een schaduw van het ongevalsvliegtuig op de grond ziet realiseert hij zich dat het zich wel erg dicht bij de grond bevindt en geeft een "eject - eject - eject" call. Op de achtergrond van de oproep is op de geluidsdrager een waarschuwing "altitude" te horen, afkomstig van het eigen vliegtuig van de volgvlieger.

Navraag door CvO bij de Amerikaanse NTSB over mogelijkheden om stemanalyse te doen zijn welwillend beantwoord maar de hoeveelheid audio die de CvO ter beschikking stond was onvoldoende om gedegen onderzoek te doen. Om enige vorm van betrouwbaarheid te hebben moet minimaal een half uur gesproken tekst van redelijk goede kwaliteit beschikbaar zijn, vergelijkbaar met een op de cockpit voicerecorder opgenomen conversatie in de cockpit van een verkeersvliegtuig. Daarnaast staat de techniek nog in de kinderschoenen en biedt onvoldoende bewijs om mogelijke scenario's hard te maken.

2.5. Flightrecorders.

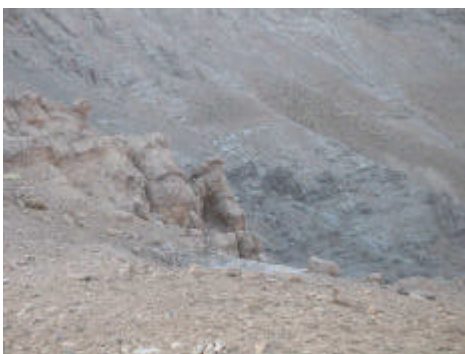
Op de plaats van het ongeval zijn geen recorders of gegevensdragers teruggevonden.

2.6. Wrakonderzoek en gegevens inslag.

Bij aankomst van CSAR, PRT en receteam lijkt er sprake van te zijn dat lokale bergbewoners al op de plaats van het ongeval zijn geweest. Tijdens het verblijf van de diverse partijen zijn lokale *Afghan National Police* (ANP) eenheden in uniform nabij de plaats van het ongeval gesignaleerd. Het is daarom niet uit te sluiten dat delen van het vliegtuig al voor de komst van eigen troepen door lokale bevolking zijn meegenomen.

Vanuit Nederland is, vooruitlopend op de reis van de CvO naar de plaats van het ongeval, contact geweest tussen de CvO en het detachement waarbij is aangegeven op de wraklocatie, buiten het stoffelijke overschot, op zoek te gaan naar tapes, delen van de schietstoel, de *Seat Data Recorder* (SDR), of enig ander bruikbaar deel van het vliegtuig dat aanwijzingen geeft over het ontstaan en verloop van het ongeval. Op de plaats van het ongeval zijn geen datadragers gevonden.

De resten van het vliegtuig zijn verspreid over een gebied van ongeveer 100 bij 80 meter (diepte – breedte) teruggevonden op een dalende rotshelling met een gradiënt van ongeveer 30 graden. Het gebied is ruig, droog en bestaat uit grote rotsformaties met enige erosie en grote en kleinere verspreide rotsblokken. Op de plaats waar het vliegtuig de grond heeft geraakt bevindt zich als gevolg van de impact een kleine krater met een doorsnede van enkele meters en ongeveer een halve meter diep. In de krater bevinden zich onderdelen van de cockpit, de motor en vele kleine stukjes van het vliegtuig die niet direct herkenbaar zijn.



Figuur 5, impact



Figuur 6, deel van landingsgestel

Op de wraklocatie zijn delen van het "seat pack" op redelijk korte afstand van elkaar gevonden. De delen bevonden zich echter wel op grotere afstand van de plaats van impact, dicht bij de motor die het verste van de impact is verwijderd (ongeveer 80 meter). Het vermoeden bestaat dat de resten door de relatief zware motor zijn "meegenomen" toen deze zich door de massatraagheid van achter uit het vliegtuig via de positie van de cockpit naar voren bewoog.

Gelet op de aard en toestand van de gevonden brandbare delen zoals kledingresten, delen van de canopy en remparachute en delen van het overlevingspakket, kan worden gesteld dat er geen sprake is geweest

van een langdurige, hevige brand. Dit wordt bevestigd door sporen op de rand van de krater. Deze geven blijk van een korte hevige brand (*flash fire*) zoals deze door de volgvlieger zijn omschreven. Op plaatsen waar de warme delen van de motor zijn teruggevonden is geen sprake van brand, de schaars aanwezige droge vegetatie is intact en heeft geen sporen van brand.

Tijdens het onderzoek heeft de CvO een video-opname bestudeerd van testen gedaan door NASA waarbij een Phantom F-4 vliegtuig op enkele rails met een snelheid van 800 kilometer per uur tegen een betonnen muur werd bewogen. Hoewel de snelheid ten tijde van deze test beduidend lager was dan de vermoedelijke snelheid waarmee het ongevalsvliegtuig uiteindelijk de grond raakte, is het testvliegtuig volledig gedesintegreerd waarbij het lijkt alsof het volledig wordt verpulverd voor het oog van de camera. Deze testbeelden gaven de CvO een goed beeld van de vernietigende krachten die vrijkomen bij een botsing met hoge snelheid op een harde ondergrond.



Figuur 7 - 8 - 9, crashtest F-4 Phantom op rails

Het beeld van de wraklocatie geeft aan dat er sprake is geweest van een vrijwel verticale impact met hoge snelheid waarbij het vliegtuig als het ware is versplinterd. Hierdoor is het merendeel van het vliegtuig in (zeer) kleine delen terug te vinden en zijn nauwelijks voor het onderzoek bruikbare delen teruggevonden.

2.7. Vluchtpadreconstructie

Het vliegtuig is van een gecontroleerde kruisvlucht op FL320 met ongeveer 280 KIAS binnen een halve minuut in een rechter dalende rolbeweging met toenemende snelheid naar beneden gekomen. De stand van het vliegtuig ten tijde van de aanraking met de grond was volgens de volgvlieger ongeveer 80 graden neuslaag en 120 graden helling over rechts.

De bij de CvO bekende gegevens, afkomstig uit de verklaringen van de volgvlieger en de tijdsgegevens verkregen van de geluidsopname van de transmissies op de frequentie van het grondstation, zijn uitgewisseld met de firma Lockheed Martin (LM). Aan de hand van deze gegevens zijn door LM diverse simulaties uitgevoerd. Deze simulaties zijn verwerkt in enige animaties. Bij de simulaties zijn diverse mogelijke oorzaken verwerkt en getest. Hoewel de simulaties en animaties een redelijk beeld geven van het uiteindelijke verloop van de vlucht geven zij geen duidelijkheid over de oorzaak van het ongeval.

2.8. Overlevingsaspecten.

Tijdens de daling vanaf kruishoogte naar de uiteindelijke crash is, voor zover is na te gaan, geen gebruik gemaakt van de schietstoel. Onduidelijk voor de commissie is of de vlieger de stoel heeft geactiveerd en deze door technisch falen het vliegtuig niet heeft verlaten. Gelet op de historische gegevens van de ACES II stoel is dit niet waarschijnlijk.

Door de aard van het ongeval, een bijna verticale impact met hoge snelheid op rotsachtige bodem, kan worden verondersteld dat hier sprake is van een ongeval zonder kans op overleven. Door het reddings- en verkenningsteam dat de plaats van het ongeval heeft bezocht zijn geen grote delen van het vliegtuig teruggevonden anders dan een deel van de staart. Van de stoel en de vlieger zijn slechts delen teruggevonden.

2.9. Vliegveiligheidsuitrusting.

Een deel van vliegveiligheidsuitrusting is in de nabijheid van de motor teruggevonden die zich op ongeveer 80 meter van de impactlocatie bevindt. De uitrusting is gedeeltelijk gescheurd en licht verbrand, delen van de uitrusting zijn als gevolg van de impact en de daaropvolgende desintegratie van het vliegtuig ernstig beschadigd. Opvallend is dat de overlevingsuitrusting die zich tijdens de vlucht onder de schietstoel bevindt als een van de weinige delen van het vliegtuig als zodanig herkenbaar is teruggevonden. Waarschijnlijk is de aard van de materialen, voornamelijk stof of door stof omgeven materiaal, redelijk bestand tegen een botsing met hoge snelheid.

2.9.1. Ontsnappingsstelsel.

Omdat er slechts enkele kleine onderdelen van de schietstoel zijn aangetroffen, moet dit onderzoek als beperkt aangetekend worden. Volledigheidshalve wordt de werking van het *escape* systeem kort toegelicht.

2.9.2. Werking *ejection* systeem.

Het *escape* systeem is zo ontwikkeld dat wanneer de vlieger besluit gebruik te maken van het *ejection* systeem, deze met één handeling in werking wordt gesteld. Wanneer de vlieger aan het zogenaamde *D-handle* trekt, zal de het systeem door middel van explosieve componenten geactiveerd worden waarna eerst de *canopy* van het vliegtuig wordt verwijderd en daarna de schietstoel zal worden uitgeschoten.

2.9.3. Schietstoel

Van de schietstoel is een aantal onderdelen teruggevonden, de *Drogue Gun* en een gedeelte van de *Pilot Recover Parachute* evenals twee niet geëxplodeerde *canopy actuators* en een klein stuk van de staaldraad die de *D-handle* verbindt met het activeringsmechanisme van de stoel. De *Drogue Gun* zorgt ervoor dat de schietstoel na het verlaten van het toestel wordt afgeremd (afhankelijk van de snelheid en hoogte van het toestel).

De *Drogue Gun* is een behuizing waarin een metalen prop zit die door een explosief uitgeschoten wordt. Aan de metalen prop is een kleine parachute bevestigd die de grotere remparachute uit de achterkant van de schietstoel trekt. De *Drogue Gun* is met een klein gedeelte van de kleine parachute teruggevonden. De *Drogue Gun* was losgebroken van de schietstoel en **niet** geactiveerd. Uit oogpunt van munitieveligheid is de *Drogue Gun* op Kabul aan de plaatselijk aanwezige EOD ter vernietiging aangeboden.

Op de ongevalslocatie is ook een gedeelte van de *Pilot Recovery Chute* teruggevonden. De *Pilot Recovery Chute* zorgt ervoor dat de hoofdparachute uit de container van de schietstoel getrokken wordt. Een gedeelte van de *Pilot parachute* is met de *Mortar tube* op de ongevalslocatie teruggevonden. Het was aan de gevonden restanten van deze parachute niet te zien of deze geactiveerd was. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van het ontsnappingsstelsel zal de *Pilot Recovery Chute* nooit op de crashlocatie aangetroffen worden.

2.9.4. Canopy.

Op foto's die op de crashlocatie genomen zijn, zijn gedeeltes van de *canopy* en het *canopy frame* te zien. Daar delen van de canopy op de impactlocatie gevonden zijn mag worden aangenomen dat de canopy niet is afgeschoten. Het terugvinden van twee niet geëxplodeerde *canopy actuators* bevestigt dit. Als de Canopy afgeschoten zou zijn dan waren *actuators* niet meer intact en zouden de restanten van de canopy verder van de crash locatie, en waarschijnlijk minder beschadigd, zijn teruggevonden.



Figuur 10 - 11, delen van de canopy

2.9.5. Nadere onderzoeken.

Bij het onderzoek is veelvuldig gebruik gemaakt van de expertise van de fabrikant en gegevens die door de leden van de AFFSC(E) zijn aangeleverd. Helaas heeft dit niet geleid tot kennis over het ontstaan van het ongeval.

Tijdens het onderzoek zijn diverse scenario's (storingen en noodprocedures) getest in de F-16 flight simulator (ULT). De initiële bevindingen van deze tests zijn teruggekoppeld met de fabrikant die vervolgens middels berekeningen en simulaties de bevindingen van de CvO heeft onderbouwd.

Tijdens de tests in de ULT zijn ook testen gedaan met verschillende willekeurige stick inputs, variërend in richting en sterkte om mogelijk bewustzijnsverlies en daarbij veronderstelde inputs te testen op hun effect. Hierbij is gebleken dat bij relatief geringe krachten (2 a 3 kilogram stick force) rolbewegingen kunnen worden geïnitieerd die vergelijkbaar zijn met de door de volgvlieger geobserveerde waarden. De bevindingen en waarnemingen van de ULT tests zijn geverifieerd bij de fabrikant.

Pogingen om verdere tests te doen in de *3D motion simulator* van het NLR (Desdemona) om de krachten op het lichaam te bestuderen bij de veronderstelde roll en pitch bewegingen zijn gestrand om reden dat de 3D simulator om redenen van persoonlijke veiligheid nog niet is vrijgegeven voor bemanning.

2.10. Uitwerken mogelijke oorzaken.

Bij de analyse van het ontstaan van het ongeval gaat de CvO uit van de volgende feitelijke gegevens, verkregen van de volgvlieger. Het vliegtuig vloog voorafgaande aan het ongeval op FL 320 met een snelheid van ongeveer 280 knopen in *line abreast* formatie met zijn volgvlieger. Na de MAYDAY call wordt het vliegtuig intact waargenomen in een continue en gelijkmatige dalende rolbeweging. Er zijn geen rook, vuur of enige andere visuele indicaties waargenomen die duiden op het ontstaan van het ongeval. Er zijn na de MAYDAY call geen andere berichten ontvangen. Ongeveer 35 seconden na de oproep komt het vliegtuig op een hoogte van ongeveer 10.000 voet met hoge snelheid, met een neuslage stand en ongeveer 120 graden rechts helling in aanraking met de grond.

De CvO heeft geen duidelijke aanwijzingen gevonden voor het ontstaan van het ongeval. Om die reden heeft de CvO een aantal mogelijke noodsituaties geanalyseerd en op grond van waarschijnlijkheid geclassificeerd.

Voor alle situaties wordt aan de hand van onderstaand schema aangegeven wat, naar de mening van de CvO, de waarschijnlijkheid van de hieronder geschetste mogelijke oorzaken is.

2.10.1. Motorstoring

Na een totale motorstoring levert de motor geen vermogen meer en zal het vliegtuig hoogte en snelheid verliezen.

Een motorstoring is geen reden voor een F-16 om in een rolbeweging terecht te komen en met grote snelheid hoogte te verliezen.

Een motorstoring veroorzaakt een verlies aan hoogte en snelheid, maar op de hoogte waarop het probleem zich voordeed (FL320) zou het vliegtuig nog ongeveer 4 tot 5 minuten moeten kunnen vliegen (glijvlucht) voordat 10.000 voet wordt bereikt.

Deze oorzaak wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.2. Flight Control problemen

Het *flight control* systeem van de F-16 is een computergestuurd systeem dat hydraulische actuators aanstuurt om de stuurvlakken te bewegen. Inputsignalen worden door de vlieger gegeven door middel van een *side stick*, voetpedalen en een trimpaneel. Het systeem is voorzien van een aantal backups in de vorm van een viervoudig uitgevoerd computersysteem, dubbel uitgevoerde hydraulische systemen en meerdere spanningsbronnen.

Het voert te ver om de werking van de *flight control computer* hier in zijn geheel te omschrijven, maar het systeem is zo ontworpen dat problemen in de *flight control computer* automatisch worden opgevangen door de overige delen van het systeem. In geval van een gedeeltelijke uitval van de flight control computer wordt dit zichtbaar gemaakt aan de vlieger. De vlieger kan hierop eventueel corrigerend optreden en het vliegtuig zal, mogelijk met enige beperkingen, bestuurbaar blijven.

Bij een complete, acute uitval of storing van de *flight control computer* is niet exact aan te geven wat het vliegtuig zal gaan doen en in hoeverre deze nog is te besturen. Dit is afhankelijk van de mate en soort van de uitval of storing. Het is hierbij niet onmogelijk dat het vliegtuig in het geheel niet meer controleerbaar is maar het is onwaarschijnlijk dat een dergelijk fout resulteert in een *steady roll* zonder beweging in een van de andere assen.

In het verleden zijn binnen de Koninklijke Luchtmacht, voor zover de CvO bekend, twee maal eerder ongevallen veroorzaakt door een fout in het computergedeelte van het *flight control* systeem. Het betreft hier een ongeval uit 1990 waarbij door overbelasting van het elektrische systeem de controle over het vliegtuig werd verloren wat resulteerde in een succesvolle *bail-out* gevolgd door een crash. Een tweede geval betreft een ongeval uit 1993 waarbij het vliegtuig op relatief lage hoogte spontaan ongecontroleerd begon te rollen. De vlieger kon zich ook hierbij redden met de schietstoel.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

Asymmetrische stand van de Leading Edge Flaps. In het verleden zijn vaker LEF problemen opgetreden². Aangezien de F-16 op grote hoogte en met relatief lage snelheid vloog, zou er voldoende tijd en *control authority* aanwezig moeten zijn om de *roll rate* op tijd en in voldoende mate te controleren. Verklaringen van Lockheed Martin bevestigen dit.

De roll rate kon echter in alle gevallen worden gecontroleerd of gecompenseerd door stick inputs te geven. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

De volgvlieger beschrijft géén ongecontroleerde bewegingen, maar juist een vloeiende rolbeweging. Dit wijst erop dat de vlieger geen corrigerende stuurbewegingen heeft gemaakt.

² Bij de Deense luchtmacht hebben zich tot nu toe drie gevallen voorgedaan waarbij één van de ISA's (hydraulische bediening van stuurvlakken) een volledige uitslag heeft gegeven. Alle drie de voorvallen gebeurde op de grond en hebben daarom niet tot incidenten geleid.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

Asymmetrische Flaperon. In het verleden zijn vaker Flaperon problemen opgetreden. Roll rate kon echter in de meeste gevallen worden gecontroleerd door sidestick inputs te geven. Dit is afhankelijk van hoogte en snelheid. Aangezien het ongevalsvliegtuig op grote hoogte en met relatief lage snelheid vloog, zou voldoende tijd en *control authority* aanwezig moeten zijn om de *roll rate* op tijd en in voldoende mate te controleren. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

De volgvlieger beschrijft géén ongecontroleerde bewegingen, maar juist een vloeiende rolbeweging. Dit wijst erop dat de vlieger geen corrigerende stuurbewegingen heeft gemaakt.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

Asymmetrische Horizontaal Tail problemen zouden kunnen optreden in het geval van een ISA fout. De *roll rate* kan in de meeste gevallen worden gecontroleerd door *sidestick inputs* te geven. Dit is afhankelijk van hoogte en snelheid. Aangezien het vliegtuig op grote hoogte en met relatief lage snelheid vloog, zou voldoende tijd en *control authority* aanwezig moeten zijn om de *roll rate* op tijd en in voldoende mate te controleren. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

De volgvlieger beschrijft géén ongecontroleerde bewegingen, maar juist een vloeiende rolbeweging. Dit wijst erop dat de vlieger geen corrigerende stuurbewegingen heeft gemaakt.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

Indien de sidestick (deels) los komt zou de F-16 ongecontroleerde bewegingen kunnen maken. Echter, het is ook mogelijk dat een losse stick één bepaalde input genereert, wat kan leiden tot één vloeiende beweging. Het (deels) loskomen van een *sidestick* is één maal gebeurd in de historie van de F-16 waarbij een veilige landing is uitgevoerd.

Het feit dat een (deels) losgeraakte sidestick slechts één maal is voorgekomen in de historie van de F-16 leidt tot de conclusie dat deze oorzaak zeer onwaarschijnlijk is.

2.10.3. Elektrische problemen

Het vliegtuig is voorzien van een generator, een noodgenerator (aangesloten op de Emergency Power Unit - EPU) en een vliegtuigbatterij.

Indien de generator uitvalt start de EPU. Deze voorziet onder meer het FLCS van spanning. Indien de EPU niet automatisch opstart kan deze handmatig worden gestart. Wanneer de EPU niet opstart of de noodgenerator geen spanning levert valt het FLCS terug op de vliegtuigbatterij, voldoende voor maximaal 55 minuten spanningsvoorziening.

Het uitvallen van de totale stroomvoorziening is statistisch gezien zeer onwaarschijnlijk. Dit is één maal eerder gebeurd bij de Italiaanse luchtmacht en heeft toen tot een ongeluk geleid. Dit gebeurde tijdens een nachtvlucht, in de wolken (IMC) en laag bij de grond. Hierdoor is de kans op desoriëntatie vele malen groter dan in het geval van deze vlucht, overdag, in goed weer en op grote hoogte.

De vlieger heeft een noodoproep gedaan (MAYDAY 3x). Dit duidt erop dat er geen sprake kan zijn geweest van een totale elektrische storing. Hieruit kan worden afgeleid dat ook spanning geleverd werd aan het FLCS.

Deze oorzaak wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.4. Hydraulische problemen

Het vliegtuig is voorzien van twee gescheiden hydraulische systemen (A en B) die beiden onder meer druk leveren aan het FLCS. In het geval een van beide systemen uitvalt levert het andere systeem voldoende druk om het vliegtuig te kunnen besturen. Indien beide systemen uitvallen start de EPU. Deze zorgt voor voldoende hydraulische druk (op systeem A) om het vliegtuig te kunnen besturen. Indien de EPU niet

automatisch opstart kan deze handmatig worden gestart. Statistisch gezien is dit probleem zeer onwaarschijnlijk aangezien drie (grotendeels onafhankelijke) systemen het tegelijkertijd moeten begeven.

Het uitvallen van de totale hydraulische druk is omschreven als een *critical action procedure* (CAP) en wordt als zodanig ook beoefend in de ULT. De CAP schrijft voor dat in het geval geen hydraulische druk meer beschikbaar komt, het vliegtuig onmiddellijk moet worden verlaten.

Indien er sprake is van een totaal verlies van hydraulische druk door het uitvallen van alle systemen zou de laatste beweging van de F-16 een "nose up" beweging zijn. Het is zonder hydraulische druk niet mogelijk om het vliegtuig in een continue rolbeweging te houden.

Deze oorzaak wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.5. Brand

Nadat een externe brand uitbreekt zal rook en/of vuur zichtbaar zijn. Ooggetuigenverslag van de volgvlieger beschrijft géén rook en/of vuur.

Het feit dat géén rook en/of vuur is waargenomen door de volgvlieger leidt tot de conclusie dat deze oorzaak uitgesloten is.

Vuur of rook in de cockpit kan door veel oorzaken ontstaan. Het meest voor de hand liggend is dat er bij één van de avionica componenten (b.v. instrumenten) kortsluiting is ontstaan waardoor brand kan uitbreken. Het is ook mogelijk dat de brand is ontstaan door onderdelen van de survival uitrusting van de vlieger. Eventueel kan door de aanwezigheid van zuurstof (lek in zuurstof systeem) de brand worden geïntensiveerd.



Figuur 12 - 13, slechts sporen van lichte verbranding

Op de plek van de crash zijn onderdelen gevonden uit de cockpit (Survival kit straps, recovery parachute risers, lapbelt) die lichte sporen van verbranding hebben als gevolg van de *flashfire* die is ontstaan tijdens de crash maar die niet duiden op een cockpitbrand. Voor zover bij de CvO bekend, is het niet eerder voor gekomen dat een Day/Night flare spontaan is afgegaan of dat de batterij van de noodradio spontaan is gaan branden. Ook zijn geen aanwijzingen gevonden die wijzen op brand in de cockpit.

Volgens de vliegtuigfabrikant is er in de geschiedenis van de F-16 niet eerder brand in de cockpit voorgekomen. Ook zijn geen aanwijzingen gevonden die wijzen op brand in de cockpit. Verder zou een brand in de cockpit normaal niet leiden tot een neerstortend vliegtuig binnen ongeveer 30 seconden.

Uit sectie blijkt niet dat de vlieger heeft blootgestaan aan brand, met uitzondering van de korte *flash fire* die ontstond tijdens de impact van het vliegtuig met de grond. De brandsporen op de onderdelen uit de cockpit komen overeen met een korte, intense brand (*flash fire* tijdens *impact*), niet een (langdurige) brand in de cockpit.

Deze oorzaak wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.6. Cabinedruk problemen

De vlieger draagt normaal zijn masker (onder meer om te kunnen communiceren met luchtverkeersleiding en overige vliegers). Via het masker krijgt de vlieger een mix van zuurstof en cockpit lucht. De verhouding is afhankelijk van de luchtdruk in de cockpit

Indien de cockpitdruk zou zijn afgenomen tot boven de 32.000 voet, krijgt de vlieger (bijna) alleen nog maar pure zuurstof binnen via zijn masker. De kans dat de vlieger door problemen met de cockpitdruk zelf problemen krijgt (b.v. gebrek aan zuurstof) is dan zeer klein.

Het is mogelijk dat de vlieger gedurende korte tijd met het masker los heeft gevlogen (b.v. als het masker even irriteert of als vlieger zijn neus wil snuiten). Als op dat moment sprake is van een afnemende cockpitdruk zou hij Hypoxia symptomen kunnen krijgen. Deze symptomen (welke v.w.b. herkenning worden beoefend in de hypobare kamer op het CML), in combinatie met een bij een cabinedruk van 22.500 voet oplichtende "CABIN PRESS Caution Light", zouden de vlieger tijdig moeten waarschuwen voor de problemen.

In geval van een decompressie dient zo snel mogelijk te worden gedaald tot beneden de 10.000 voet en dient 100% zuurstof te worden geselecteerd. Als tijdens deze daling de vlieger het bewustzijn verliest, zou dat een mogelijke oorzaak kunnen zijn van het ongeval. Dit is echter geen reden voor de continue rolbeweging die door de volgvlieger is gezien.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.7. Vervuilingproblemen ademlucht

Vliegers krijgen ademlucht toegediend via het masker. De toegediende lucht is een mengsel van cabinelucht en zuurstof uit een zuurstoffles aan boord van het vliegtuig. De samenstelling van de lucht is afhankelijk van de hoogte van de cabinedruk en wordt bepaald door de *Oxygen Demand Regulator* (ODR). Als er een probleem is met de cabinelucht kan dit worden verholpen door 100% zuurstof te selecteren. Als er een probleem is met de zuurstof uit de zuurstoffles kan zuurstof worden betrokken uit een zich op de stoel bevindende noodfles.

In het verleden heeft zich eerder een aantal zuurstof vervuilingproblemen voorgedaan bij de Koninklijke Luchtmacht. In al deze gevallen hebben de vliegers de problemen onderkend en zodanig gehandeld dat zij (met enige beperkingen) het vliegtuig hebben geland.

Door de CvO zijn monsters genomen van diverse LOX-bottles en de LOX-converter. Hierbij zijn geen afwijkingen gevonden.

Zuurstofproblemen in het verleden hebben altijd veroorzaakt dat de vlieger een vreemde geur waarnam in het masker. Dit was dan de aanleiding voor de vlieger om de problemen tijdig te onderkennen en de juiste handelingen uit te voeren om verdere problemen te voorkomen (masker afzetten en dalen naar een lagere hoogte). Deze problemen hebben dan ook in het verleden nooit geleid tot ongelukken.

Deze oorzaak wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.8. Blokkeren van de besturing

Sinds de KLu lange afstanden vliegt met de F-16, onder meer bij ferry vluchten naar Amerika en Canada, en bij de inzet van F-16's in vredesoperaties, wordt door vliegers regelmatig gebruik gemaakt van de mogelijkheid om te plassen in het vliegtuig. Hiervoor heeft de vlieger de beschikking over een speciaal daarvoor ontworpen kunststof zakje dat de vloeistof vasthoudt en omzet in een soort gelei. Gelet op het feit dat al jaren langafstandsvluchten worden gemaakt mag worden verondersteld dat vliegers bekend zijn met het fenomeen. De bij het ongeval betrokken vlieger was ervaren in het uitvoeren van langere vluchten. Volgens zijn kamergenoot in het uitzendgebied maakte betrokken vlieger tijdens de vlucht regelmatig gebruik van de mogelijkheid om te plassen. Hierbij meldde hij van te voren over de radio dat hij "seat safe" was.

Het is gebruikelijk dat de vlieger voorafgaande aan het daadwerkelijke urineren de stoel veilig stelt (seat safe) en de stoel omhoog selecteert om ruimte te maken voor de plaszak in verband met de positie van de

het middenconsole. Om bewegingsvrijheid te creëren wordt over het algemeen de veiligheidsriem losgekoppeld en wordt de gesp aan de kant gelegd.

Tijdens het omhoog selecteren van de stoel bestaat de mogelijkheid dat de sluiting van de veiligheidsriem zich tussen de stoel en de *side stick* klemt en een heftige rolbeweging naar rechts initieert (volledige stickuitslag). Dit is in het verleden voorgekomen bij de Amerikaanse luchtmacht (in 1993). In onderhavig geval heeft de vlieger vóór het urineren de veiligheidsriem open gemaakt en deze naast de stoel gelegd. Hierna heeft hij de stoel omhoog gebracht waarna de gesp klem kwam te zitten tussen de schietstoel en de stick. Hij was niet meer in staat om de gesp vrij te krijgen en heeft daarna succesvol van de schietstoel gebruik gemaakt. Ook heeft een aantal vergelijkbare situaties plaatsgevonden waarbij de gesp wel vrij gemaakt kon worden, wat niet tot verdere problemen heeft geleid.

Volledige stickinput bij het klemmen van de gesp tussen de stoel en de *side stick* resulteert in een heftige rolbeweging, vergelijkbaar met een volledige aileron uitslag. Testen in de ULT en testen gedaan door Lockheed Martin bij een volledige uitslag resulteren in dat geval in meer dan twintig rolbewegingen tot aan impact. De volgvlieger beschrijft slechts een viertal volledige rolbewegingen tot aan het moment van impact.

Deze oorzaak wordt door de CvO als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.9. Schietstoelprobleem

In een aantal van de hierboven omschreven situaties was het gebruik van de schietstoel een mogelijke of uiteindelijk de enige optie. De schietstoel is een volledig autonoom werkend mechanisme dat niet afhankelijk is van spanning of enig ander systeem van het vliegtuig.

Delen van de schietstoel en de canopy zijn op de plaats van ongeval teruggevonden in de directe omgeving van de impact. Hieruit concludeert de CvO dat de schietstoel niet is geactiveerd, dan wel niet heeft gefunctioneerd.

De statistische kans dat er én een (catastrofaal) technische probleem is ontstaan én dat daarna de schietstoel niet (correct) heeft gefunctioneerd is zeer klein. Volgens de vliegtuigfabrikant zijn er geen gegevens bekend waarbij de schietstoel niet naar behoren heeft gefunctioneerd. Enige uitzondering hierop is een mislukte *ejection* na een aanvaring van een Noorse F-16 met een hoogspanningskabel waarbij de sensoren van de schietstoel en de *canopy* verkeerde informatie kregen. Hierop is een modificatie uitgevoerd waardoor een dergelijk probleem zich niet langer kan voordoen.

De mogelijkheid dat de schietstoel is geactiveerd maar niet heeft gefunctioneerd wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

2.10.10. Medische problemen

Nadat door de vlieger één maal een noodoproep heeft gedaan (MAYDAY 3x) is geen reactie meer van de vlieger waargenomen. Er is geen reactie meer gekomen op de oproepen ("check altitude" en "eject, eject, eject"), er zijn geen stuurbewegingen door de vlieger meer waargenomen en de vlieger heeft geen gebruik gemaakt van zijn schietstoel.

Het feit dat, na de noodoproep geen reactie meer is waargenomen van de vlieger, maakt "*Pilot incapacitation*" een mogelijke oorzaak van dit ongeval. Het vliegtuig is waargenomen in een continue rolbeweging. Hiervoor is, als deze door de vlieger (al dan niet bewust) wordt geïnitieerd, een constante input op de stick noodzakelijk. Dit is bij *incapacitation*, gelet op de bewegingen van het vliegtuig en de variërende G-krachten, onwaarschijnlijk.

De beschikbare informatie levert onvoldoende bewijs voor een medische oorzaak van het ongeval. Een CVA is onwaarschijnlijk.

2.10.11. Vogels en ongedierte

Vogelaanvaring. Op een hoogte van 30.000 voet komen vanwege de geringe luchtdruk en lage temperatuur nauwelijks vogels voor om reden dat het voor vogels fysiek moeilijk is zich onder deze omstandigheden op te houden. Er zijn echter gevallen bekend van gieren en zwanen die zijn aangetroffen op hoogten van

respectievelijk 37.900 boven het Himalaya-gebergte en 27.000 voet boven de Atlantische Oceaan. De ganzensoort *Anser Indicus* is bekend om zijn tochten rond 30.000 voet over de Himalaya op reis tussen India en Tibet. Er zijn geen duidelijke sporen van overblijfselen van vogels aangetroffen op de resten van het vliegtuig. Gelet op de aard van de restanten is het vrijwel niet mogelijk om deze, als ze al aanwezig waren, alsnog aan te tonen.

F-16 cockpit beglazing (canopy) is getest bij gesimuleerde vogelaanvaringen met vogels tot een gewicht van 4 pond direct voor de HUD met een gesimuleerde vliegsnelheid tot 350 knopen. De locatie op de canopy voor de HUD is als meest kwetsbaar bestempeld voor zowel de canopy als de vlieger. Vogelaanvaringen buiten de centerline (onder een hoek) worden als minder kritisch beschouwd en hierbij zou de canopy beter bestand zijn voor vogelaanvaringen met zwaardere vogels. Er zijn echter geen testresultaten van testen met zwaardere vogels of vliegtuigen op grote hoogten om reden dat deze tests nooit zijn uitgevoerd. Een vliegtuig op 32.000 voet met een snelheid van 280 knopen calibrated airspeed (CAS), vliegt ongeveer 450 knopen true airspeed (TAS). Een vogel die voldoet aan de vereisten van de tests (2.4 pond) zou op deze hoogte en met deze snelheid een gelijke impact hebben als een vogel van 4 pond bij de testsnelheid van 350 knopen, een vogel van meer dan 2 kilo (gieren en dergelijke) zouden op deze hoogte en met deze snelheid ruim boven de (geteste) limiet van de canopy vallen. Daarmee is het zeer wel mogelijk dat de canopy het begeeft.

Alhoewel het niet vaak voorkomt dat vogels zich op grote hoogten bewegen valt niet uit te sluiten dat zich een vogelaanvaring heeft voorgedaan waarbij schade is opgetreden aan de cockpit van het vliegtuig. Dit wordt echter, mede gelet op de afwezigheid van sterke verstoringen in de radiotransmissie (ernstig windgeruis), als onwaarschijnlijk geacht.

Ongedierte in de cockpit. In het verleden is het eerder voorgekomen dat zich grote spinnen (camel spider), muizen en slangen in de cockpit van vliegtuigen en helikopters bevinden. Daar waar vliegtuigen (en met name helikopters) buiten geparkeerd staan bestaat de mogelijkheid dat ongedierte zich nestelt in de cockpit. Gedurende de periode dat het F-16 detachement zich op Kabul bevond is het tenminste een keer voorgekomen dat een vliegtuig een dag aan de grond is gehouden omdat zich een camel spider (een grote kreeftachtige die veelvuldig voorkomt in de Afghanistan en vanwege zijn uiterlijk als spin wordt benoemd) in de cockpit bevond. Daarnaast komen diverse slangensoorten voor waaronder cobra's.

De meest voorkomende slangen in Afghanistan zijn zaagschubbadders en cobra's. Deze geven bij een beet meteen pijn ter plaatse en (via het autonome zenuwstelsel aangestuurde) angst en misselijkheid. (Heftige) lokale verschijnselen als zwelling en evt. systemische verschijnselen (hematologische in geval van zaagschubadder en neurologische na cobra-beet) ontstaan pas na enige uren. Hetzelfde verhaal geldt voor schorpioenen.

De veel voorkomende camelspider schrikt af door imposante grootte, geeft een matig pijnlijke beet, maar verder geen toxische verschijnselen. Zeer snel intredende ernstige onbekwaamheid dat adequaat handelen verhindert na een beet van een giftige slang, schorpioen e.d. is m.i. niet aan de orde. Daarnaast speelt nog een rol dat deze beesten in geschetste situatie waarschijnlijk onvoldoende geoxygeneerd zijn om aan te kunnen vallen. Een acute toxische reactie na bijen- of wespensteek lijkt evenmin gespeeld te hebben. Doorgaans is een persoon hiermee bekend. Bijen en wespen vinden in de directe omgeving van vliegvelden geen geschikte habitat.

De beschikbare informatie levert onvoldoende bewijs voor de aanwezigheid van ongedierte, maar kan niet worden uitgesloten. Een schrikreactie als gevolg van de aanwezigheid van grote spinnen of slangen zou mogelijk de reactie van de vlieger over de radio en een verschuiving van de aandacht van het besturen van het vliegtuig naar het bestrijden van het ongedierte verklaren.

3. Human Factors Analyses & Classification

In de systematiek van HFACS wordt de onveilige handeling die het incident of ongeval veroorzaakt heeft gedetermineerd naar eventuele fouten (*Errors*) en/of opzettelijke overtredingen van geldende regelgeving (*Violations*). Vervolgens wordt gekeken naar eventuele omstandigheden (*Preconditions*) die fouten of overtredingen door de bemanning in de hand hebben gewerkt. Deze worden verder uitgewerkt naar omgevingsfactoren (*Environmental Factors*), de gesteldheid van de bemanning (*Conditions of Operators*) en/of de wijze waarop de bemanningsleden invulling hebben gegeven c.q. kunnen geven aan hun taak en de daarbij behorende verantwoordelijkheden (*Personnel Factors*).

Het volgende niveau beschouwt de aanwezige supervisiestructuur en -effectiviteit (*Unsafe Supervision*), immers, de verantwoordelijkheid voor de implementatie en bewaking van de noodzakelijke randvoorwaarden en standaardisering ligt in het domein van de supervisie. Tenslotte wordt de organieke omgeving beschouwd in welke de supervisie ligt ingebed, waarbij de aandacht zich richt op zaken als *resource management*, bestuurlijk klimaat en bedrijfsvoering.

Gelet op het feit dat er geen datarecorders zijn teruggevonden en de vlieger het ongeval niet heeft overleefd is het voor de CvO niet na te gaan of sprake is geweest van *errors* tijdens het uitvoeren van de vlucht net voor en tijdens het ontstaan van het ongeval. Voor zover bij de CvO bekend zijn er geen gegevens die duiden op *errors* van de zijde van de vlieger. Het kan niet worden uitgesloten dat na het ontstaan van de oorzaak die heeft geleid tot het uiteindelijke ongeval sprake is geweest van enige vorm van (*skill-based*) *errors*. Met name wordt hierbij gedacht aan *task saturation*, of *task overload*, *visual illusions* of misinterpretatie van hoogte en / of snelheid, dan wel *spatial disorientation* tijdens de daling na het ontstaan van de rolbeweging.

Gelet op het feit dat de vlieger het ongeval niet heeft overleefd is het moeilijk na te gaan of sprake is geweest van *violations* tijdens het uitvoeren van de vlucht net voor en tijdens het ontstaan van het ongeval. Voor zover gegevens bekend over de voorbereiding van de vlucht en uitvoering van het eerste deel ervan zijn de CvO geen details opgevallen die duiden op *violations* van de zijde van de vlieger.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op omgevingsfactoren die van invloed zijn geweest op het ontstaan van het ongeval. Het weer, de omgeving, en het feit dat de vlucht overdag heeft plaatsgevonden geven geen aanleiding tot het ontstaan van het ongeval. Mogelijk hebben factoren aan of in het vliegtuig bijgedragen aan het ongeval. Hierbij valt te denken aan het falen van vliegtuigcomponenten. Hierover is tijdens het onderzoek geen duidelijkheid verkregen. Er zijn geen aanwijzingen gevonden die duiden op oorzaken die het gevolg zijn van onvoldoende of achterstallig onderhoud of gereedstelling van het vliegtuig.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op factoren aan de gesteldheid van de vlieger die van invloed zijn geweest op het ontstaan van het ongeval. Er zijn geen beperkingen aangetroffen in de mentale of fysieke staat van de vlieger voorafgaande aan de vlucht.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op problemen in de supervisie. Het detachement op Kabul gaf blijk van een professionele aanpak waarbij leidinggevenden duidelijk waren in hun taakuitvoering. Al het personeel was voldoende geoefend en getraind voor de taken die zij dienden uit te voeren. Voor zover mogelijk in crisistijd vastgehouden aan de werk- en rusttijdenregeling en was er geen sprake van mogelijke oververmoeidheid bij het personeel.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op geplande onduidelijke of onmogelijke missies. Al het personeel was voldoende geoefend en getraind voor de taken die zij dienden uit te voeren. Voorafgaand aan de missies werden duidelijke, volledige missiebriefings uitgevoerd. De ongevalvlucht was binnen het kader van de ISAF missie een duidelijke, afgebakende vlucht zoals deze in het verleden ook door de betrokken vliegers is uitgevoerd. Er waren geen redenen om de vlucht niet te laten uitvoeren.

Er zijn geen problemen gevonden bij de het onderhoud, de gereedstelling, de voorbereiding van de vlucht of de uitvoering ervan tot het moment van het ontstaan van het ongeval. Alle onderhoudswerkzaamheden zoals deze gepland stonden voor het betrokken vliegtuig en de grondapparatuur zijn uitgevoerd.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op overtredingen tijdens de uitvoering van supervisie. De vlucht was geautoriseerd, beide vliegers voldoende geoefend en getraind. Er zijn geen tekortkomingen gevonden in de documentatie, het vluchtautorisatieboek of de vliegtuigonderhoudboekwerken.

De CvO zijn geen details opgevallen die duiden op tekortkomingen in de Human Resources of Human Resources Management. Binnen het detachement was voldoende personeel aanwezig voor de uitvoering van de aan het detachement opgelegde taken. Er was geen sprake van vermoeidheid bij het personeel, de werksfeer binnen het detachement was goed. Beide vliegers waren voldoende geoefend en getraind. Beide vliegers hebben in het recente verleden meermaals samen een dergelijke missie uitgevoerd.

4. CONCLUSIES

4.1. De vlucht.

4.1.1. Het weer.

Gelet op de condities van het weer kan worden gesteld dat de weersomstandigheden geen invloed hebben gehad op het ontstaan of het verdere verloop van het ongeval.

4.1.2. Planning.

De vlucht en de missie zijn grondig doorgenomen waarbij tevens, voorafgaande aan de start, de NOTAMS zijn opgevraagd en bestudeerd. Er is geen reden om aan te nemen dat de vluchtvoorbereiding heeft bijgedragen aan het ontstaan of verloop van het ongeval.

4.1.3. Vluchttuitvoering.

De vlucht verloopt op normale wijze en er wordt normaal gecommuniceerd tot het moment juist voor het ongeval.

De afhandeling van het kruisende verkeer heeft geen invloed gehad op het verdere verloop van de vlucht en het verloop van de vlucht tot dit moment lijkt op een normale wijze te verlopen.

Op enig moment in de vlucht, ongeveer vier minuten na het passeren van het verkeersvliegtuig, op een hoogte van FL320, wordt een *MAYDAY* uitgeroepen.

Na de noodoproep wordt het vliegtuig in een dalende rollende beweging gezien. Na een aantal slagen komt het vliegtuig met hoge snelheid in aanraking met de grond. Het vliegtuig heeft hierbij een neuslage stand van 80 graden onder de horizon en een helling van ongeveer 120 graden over rechts.

De tijd tussen de *MAYDAY call* en de impact bedraagt 32 seconden.

Testen door de CvO in de F-16 vluchtsimulator (ULT) tonen aan dat relatief eenvoudig is om een rolbeweging zoals geschetst door de volgvlieger in te zetten en vol te houden. Het is wel erg lastig om een *full deflection* rolbeweging op spierkracht langdurig vol te houden.

Voor en na de *MAYDAY call* worden geen verdere berichten uitgezonden.

Door de hoge snelheid en de grote dalhoek, in combinatie met de uit rotsen bestaande ondergrond desintegreert het vliegtuig volledig en gaat op in een korte intense vuurbal.

4.2. Letsel, medische, pathologische en gedragswetenschappelijke gegevens.

4.2.1. De beschikbare informatie over de gebeurtenissen tijdens het ongeval wijzen op een zeer plotseling incident. Met name de inhoud van de noodoproep wijst op een plotseling opdoemend probleem dat zonder veel waarschuwing vooraf is gebeurd.

4.2.2. Er is geen enkele aanwijzing voor psychologische problematiek of instabiliteit.

4.2.3. Over vlieggeschiktheid is uit anatomisch of toxicologisch opzicht geen uitspraak te doen. Ook de overige beschikbare medische gegevens geven onvoldoende bewijs om een medische oorzaak van de crash te vermoeden. Daarbij dient echter te worden aangemerkt dat een CVA niet uit te sluiten is.

4.3. Gegevens bemanning.

De vliegtuigcommandant was ten tijde van de ongevalsvlucht voldoende opgeleid en getraind. Gelet op zijn staat van vliegen kan hij als ervaren worden omschreven. Er zijn geen beperkingen in de medische en vliegtechnische currencies.

4.4. Gegevens van het luchtvaartuig

4.4.1. Onderhoudsgegevens van de laatste 300 uren faseonderhoud geven geen bijzonderheden aan.

Alle modificaties die het vliegtuig heeft ondergaan zijn correct afgesloten. Hetzelfde geldt voor de AIWS. Inspecties, waaraan het vliegtuig met een gesteld tijdsinterval onderhevig was, liepen synchroon.

Een totale uitval van het elektrische systeem lijkt onwaarschijnlijk.

Tijdens het bestuderen van de historische FLCS onderhoudsdata zijn geen bijzonderheden aangetroffen.

Gezien de gevonden gegevens van de LOX-*converter* mag worden geconcludeerd dat betreffende LOX-*converter* correct moet hebben gefunctioneerd.

4.4.2. Support equipment.

Het systeem in de “hydraulische test stand” was niet vervuild.

Er was geen sprake van vervuilde hydraulische olie in de HOFU.

De motorolie in de MOFU voldeed aan de norm.

De vliegtuigbrandstof was “*fit for aircraft use*”.

Het genomen LOX monster geeft aan dat de zuurstof schoon was.

4.4.3. Motor

De inspectiekaarten voor de boroscoopinspecties laten niets opvallends zien.

De oliemonsters van de motor waren binnen de toleranties.

4.4.4. Gegevens over het onderhoud

Het vliegtuig een 300 uren faseonderhoud ondergaan. Uit de rapportages van de faseklachten en de afdoening van deze klachten zijn geen bijzondere of specifieke klachten naar voren gekomen.

4.4.5. Weight and Balance

De configuratie van het vliegtuig wordt standaard gevoerd tijdens de ISAF missies en is daarmee geen bijzondere situatie ten aanzien van *weight and balance*.

4.5. Flightrecorders.

Op de plaats van het ongeval zijn geen gegevensdragers gevonden.

4.6. Wrakonderzoek en gegevens inslag.

De resten van het vliegtuig zijn verspreid over een gebied van ongeveer 100 bij 80 meter teruggevonden op een dalende rotshelling met een gradiënt van ongeveer 30 graden.

Gelet op de aard en toestand van de gevonden brandbare delen zoals kledingresten, delen van de canopy en remparachute, en delen van het overlevingspakket, kan worden gesteld dat er geen sprake is geweest van een langdurige, hevige brand.

Gelet op de aard en verspreiding van de wrakdelen kan worden geconcludeerd dat het vliegtuig vrijwel loodrecht met hoge snelheid in aanraking is gekomen met de grond.

4.7. Vluchtpadreconstructie

Het vliegtuig is van een gecontroleerde kruisvlucht op FL320 met ongeveer 280 KIAS binnen ongeveer een halve minuut in een rechter dalende rolbeweging met toenemende snelheid naar beneden gekomen. De stand van het vliegtuig ten tijde van de aanraking met de grond was volgens de volgvlieger ongeveer 80 graden neuslaag en 120 graden helling over rechts. De geschatte snelheid ten tijde van de impact bedraagt meer dan 550 knopen (Mach 1.2).

4.8. Overlevingsaspecten.

Door de aard van het ongeval, een bijna verticale impact met hoge snelheid op rotsachtige bodem, kan worden gesteld dat hier sprake is van een ongeval zonder kans op overleven. De vlieger is bij het ongeval om het leven gekomen.

4.9. Verloop na het ongeval.

De acties zoals deze zijn genomen door de instanties in het theater zijn adequaat te noemen. Redelijk snel na het ongeval waren middelen boven de ongevalslocatie aanwezig en konden informatie verstrekken over de plaats van het ongeval. Helaas was deze informatie niet altijd even duidelijk en was sprake van tegenstrijdige berichtgeving.

4.10. Ontsnappingssysteem.

Tijdens de daling vanaf kruishoogte naar de uiteindelijke crash is voor zover is na te gaan geen gebruik gemaakt van de schietstoel. Gelet op de historische gegevens van de ACES II stoel is het niet waarschijnlijk dat deze heeft gefaald.

Van de schietstoel, de canopy en het canopymechanisme zijn slechts enkele kleine delen teruggevonden.

Op foto's die op de crashlocatie genomen zijn, zijn gedeeltes van de *canopy* en het *canopy frame* te zien. Daar delen van de canopy op de impactlocatie gevonden zijn mag worden aangenomen dat de canopy niet is afgeschoten.

4.11. Mogelijke oorzaken.

4.11.1. Motorstoring

Een motorstoring is geen reden voor een F-16 om in een rolbeweging terecht te komen en met grote snelheid hoogte te verliezen. Een motorstoring wordt derhalve als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd

4.11.2. Flight control problemen

Bij een complete, acute uitval of storing van de *flight control computer* is niet exact aan te geven wat het vliegtuig zal gaan doen en in hoeverre deze nog is te besturen. Dit is afhankelijk van de mate en soort van de uitval of storing. Het is hierbij niet onmogelijk dat het vliegtuig in het geheel niet meer controleerbaar is maar het is onwaarschijnlijk dat een dergelijk fout resulteert in een *steady roll* zonder beweging in een van de andere assen.

De roll rate die ontstaat bij een LEF probleem kon in alle gevallen worden gecontroleerd of gecompenseerd door stick inputs te geven. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

De roll rate die ontstaat bij een flaperon probleem kon in alle gevallen worden gecontroleerd of gecompenseerd door stick inputs te geven. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

De roll rate die ontstaat bij een horizontal tail probleem kon in alle gevallen worden gecontroleerd of gecompenseerd door stick inputs te geven. Dit is door de CvO nagebootst in de ULT waarbij dit probleem kon worden opgeheven.

Het feit dat een (deels) losgeraakte *side stick* slechts één maal is voorgekomen in de historie van de F-16 waarbij het vliegtuig uiteindelijk is geland, maakt deze oorzaak zeer onwaarschijnlijk.

4.11.3. Elektrische problemen

De ongevalsvlieger heeft een noodoproep gedaan (MAYDAY 3x). Hieruit kan worden afgeleid dat er op het moment van het ontstaan van het ongeval geen sprake kan zijn geweest van een totale elektrische storing en dus ook spanning aan het FLCS werd geleverd.

4.11.4. Hydraulische problemen

Het is zonder hydraulische druk niet mogelijk om het vliegtuig in een continue rolbeweging te houden. Daarom wordt een complete hydraulische storing of uitval als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

4.11.5. Brand

Nadat een externe brand uitbreekt zal rook en/of vuur zichtbaar zijn. Volgens de volgvlieger is er geen sprake geweest van rook en/of vuur. Uit sectie blijkt niet dat de vlieger heeft blootgestaan aan brand, met uitzondering van de *flash fire* die ontstond tijdens de impact van het vliegtuig met de grond. De brandsporen op de onderdelen uit de cockpit komen overeen met een korte, intense brand (*flash fire* tijdens *impact*), niet een (langdurige) brand in de cockpit. Het ontstaan van brand aan boord dat heeft geleid tot het ongeval wordt als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

4.11.6. Cabinedruk- en zuurstofproblemen

Indien de cockpitdruk zou zijn afgenomen tot boven de 32.000 voet, krijgt de vlieger (bijna) alleen nog maar pure zuurstof binnen via zijn masker. De kans dat de vlieger door te lage cockpitdruk problemen krijgt (b.v. gebrek aan zuurstof) wordt als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

In het verleden heeft zich eerder een aantal zuurstof vervuilingproblemen voorgedaan bij de Koninklijke Luchtmacht. In al deze gevallen hebben de vliegers de problemen onderkend en zodanig gehandeld dat zij (met enige beperkingen) het vliegtuig hebben geland.

4.11.7. Blokkeren van de besturing

Volledige stickinput bij het klemmen van de gesp tussen de stoel en de *side stick* resulteert in een heftige rolbeweging, vergelijkbaar met een volledige aileron uitslag. Testen in de ULT en testen gedaan door Lockheed Martin resulteren in dat geval in meer dan twintig rolbewegingen tot aan impact. De volgvlieger beschrijft slechts vier volledige rolbewegingen tot aan het moment van impact. Volledige blokkering wordt als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

4.11.8. Schietstoelprobleem

De mogelijkheid dat de schietstoel is geactiveerd maar niet heeft gefunctioneerd wordt door de CvO als zeer onwaarschijnlijk geclassificeerd.

4.11.9. Medische problemen

De beschikbare informatie levert onvoldoende bewijs voor een medische oorzaak van het ongeval. Een CVA wordt als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

4.11.10. Ongedierte in de cockpit.

De beschikbare informatie levert onvoldoende bewijs voor de aanwezigheid van ongedierte, maar kan niet worden uitgesloten. Een schrikreactie als gevolg van de aanwezigheid van grote spinnen of slangen zou mogelijk de reactie van de vlieger over de radio en een verschuiving van de aandacht van het besturen van het vliegtuig naar het bestrijden van het ongedierte verklaren. De aanwezigheid van ongedierte met een resultaat als in onderhavig ongeval wordt als onwaarschijnlijk geclassificeerd.

5. OORZAAK

Door de hoge snelheid en de grote dalhoek, in combinatie met de uit rotsen bestaande ondergrond desintegreert het bemande vliegtuig volledig.

Onderzoek van de grondapparatuur, de historische onderhoudsgegevens en de op Kabul aanwezige bedrijfsstoffen geven geen aanleiding het ontstaan van het ongeval te wijten aan een technisch falen.

Noch de informatie van de patholoog-anatoom, noch de medische historie van betrokken vlieger leidt tot het aantonen of uitsluiten van een medische oorzaak.

Analyse van de mogelijke technische en externe problemen die zouden hebben kunnen leiden tot het ongeval geeft geen duidelijkheid.

Bovenstaande, in combinatie met de summiere communicatiegegevens en ontbrekende gegevensdragers vanuit het vliegtuig, geeft de Commissie van Onderzoek onvoldoende aanwijzingen waaruit het ontstaan van het ongeval met zekerheid kan worden afgeleid.

6. OVERIGE BEVINDINGEN en AANBEVELINGEN.

6.1. Procedure urineren.

6.1.1. De CvO heeft tijdens haar onderzoek geconstateerd dat er geen duidelijke procedure is voor het urineren tijdens de vlucht. Hoewel dit niet als oorzakelijk wordt gezien, verdient het aanbeveling hiervoor op korte termijn een procedure op te stellen en deze aan de vliegergemeenschap kenbaar te maken.

6.2. Drinken voor en tijdens de vlucht

6.2.1. Gedurende het onderzoek is de mogelijkheid van een CVA als gevolg van te weinig drinken geopperd. Daarnaast zijn er in het recente verleden enkele gevallen geweest waarbij vliegers door onvoldoende drinken tijdens de vlucht last kregen van hoofdpijn of onwel werden. In combinatie met lange vluchten en de mogelijke schroom of ongemak van enkele individuen met betrekking tot het onder 6.1 genoemde onderwerp verdient het aanbeveling om de (gehele) vliegerpopulatie te wijzen op het belang van voldoende drinken voor en tijdens lange vluchten.

6.3. Kleur en herkenbaarheid SDR

6.3.1. Door de kleur van de SDR en de overige datadragers vallen deze niet op en zijn na een ongeval zeer slecht terug te vinden op het moment dat deze loskomen van de stoel of de rest van het vliegtuig. Het verdient aanbeveling om, in navolging van bijvoorbeeld de Noorse luchtmacht, belangrijke datadragers als de SDR die kunnen bijdragen tot het vinden van oorzaken van ongevallen, in een opvallende kleur uit te voeren.

