



BS2018012788 / 18-6-2018



Ministerie van Defensie

> Retouradres Postbus 20701 2500 ES Den Haag

Bestuursstaf
Directie Communicatie

Kalvermarkt 32
MPC 58 B
Postbus 20701
2500 ES Den Haag
www.defensie.nl

Contactpersoon
J. Kuiper

M 0613471647
J.Kuiper.05@mindef.nl

Onze referentie
BS2018012788
Bijlage
3

*Bij beantwoording datum,
onze referentie en onderwerp
vermelden.*

26 JUNI 2018

Datum

Onderwerp Beslissing op uw Wob-verzoek

Geachte

Bij brief van 26 maart 2018 heeft u bij mijn ministerie een verzoek ingediend als bedoeld in artikel 3, eerste lid, van de Wet openbaarheid van bestuur (hierna Wob). Uw verzoek richt zich op informatie over het luchtvaartongeval op 17 maart 2015 van een Nederlandse Apache-helikopter in Gao (Mali).

U heeft gespecificeerd op welke informatie u doelt, namelijk: rapporten, passagierslijsten, opname van de cockpit voice recorder, onderhoudshistorie, meldingen, bewijs van inschrijving en luchtwaardigheid en onderhoudslijsten van het luchtvaartuig. Daarnaast verzoekt u stukken waaruit compensatie aan de nabestaanden blijkt, waaronder de claim bij de Verenigde Naties.

Op 17 maart 2015 stortte een Nederlandse Apache-helikopter neer tijdens een schietoefening nabij Gao, in het Noordoosten van Mali. Bij dit tragische ongeval kwamen twee militairen om het leven. De Koninklijke Luchtmacht heeft een Commissie van Onderzoek (CvO) ingesteld om onderzoek te doen naar de toedracht van het ongeval. Hiervan is één onderzoeksrapport opgesteld.

Besluit met overwegingen

Onderzoeksrapport

Ik besluit dit onderzoeksrapport gedeeltelijk openbaar te maken met inachtneming van volgende overwegingen uit artikel 10, 2, e (eerbiediging persoonlijke levenssfeer), artikel 10, 2, g (onevenredige benadeling), artikel 10, 2, a (betrekking met andere staten), artikel 10, 1, c (bedrijfsgevoelige informatie) en artikel 11 (intern beraad met de daarin opgenomen persoonlijke beleidsopvattingen) van de Wob. De in bijlage A, B, en C genoemde gegevens (o.a. uit de metadata recorder) besluit ik niet openbaar te maken.

Bewijs van inschrijving en luchtwaardigheid

Het bewijs van inschrijving en het bewijs van luchtwaardigheid besluit ik hierbij openbaar te maken.

Onderhoudslijsten en historie

De onderhoudslijsten en onderhoudshistorie besluit ik niet openbaar te maken op grond van artikel 10, 1, c van de Wob. Daarnaast valt deze informatie onder de Amerikaanse wet- en regelgeving voor exportcontrole zoals de International Traffic of Arms Regulations (ITAR).



Bestuursstaf
Directie Communicatie

Datum

Onze referentie
BS2018012788

26 JUNI 2018

Compensatie nabestaanden

De financiële compensatie van de nabestaanden bestaat uit verschillende componenten. In aanvulling op de nabestaandenvoorzieningen heeft Defensie de regeling uitkering vliegtuigongeval toegepast. Ook heeft de Verenigde naties de claim toegekend die Defensie ten behoeve van de nabestaanden had ingediend. Hiervoor is met de nabestaanden een vaststellingsovereenkomst gesloten. Deze vaststellingsovereenkomsten besluit ik niet openbaar te maken op grond van artikel 10, 2, e van de Wob.

Mijn overwegingen zijn hieronder per uitzonderingsgrond toegelicht.

Eerbieding persoonlijke levenssfeer

Op grond van artikel 10, tweede lid aanhef onder e, van de Wob (eerbiediging persoonlijke levenssfeer) blijft verstrekking van informatie achterwege voor zover het belang daarvan niet opweegt tegen het belang dat de persoonlijke levenssfeer wordt geëerbiedigd. In de documenten staan persoonsgegevens van medewerkers. Ik ben van oordeel dat in deze gevallen het belang van privacy (van betrokkenen) zwaarder weegt dan het belang van openbaarheid. Ik heb daarbij overwogen dat betrokken ambtenaren niet functioneel in contact staan met het publiek en het hier nadrukkelijk gaat om onderzoeken met een intern karakter.

De vaststellingsovereenkomsten zijn gesloten door defensie met de nabestaanden van de twee omgekomen militairen. Al zou ik besluiten deze overeenkomsten geanonimiseerd openbaar te maken, is het meer dan duidelijk om wie het gaat. Onder omstandigheden kan het belang van openbaarheid een inbreuk op de persoonlijke levenssfeer noodzakelijk maken. Ik ben echter van oordeel dat daarvan in dit geval geen sprake is.

Onevenredige benadeling

De meldingscultuur binnen de (militaire)luchtvaart is gebaseerd op een hoge mate van vertrouwelijkheid. Veel van de meldingen komen van medewerkers die de situaties zelf hebben meegemaakt, en soms een actieve bijdrage hebben geleverd aan de (wellicht negatieve) uitkomst. Zij voelen zich beschermd door de organisatie en regelgeving die de vertrouwelijke omgang van deze informatie garandeert. Deze meldingscultuur is essentieel voor het kunnen verbeteren van de organisatie, en het voorkomen van herhaling van voorvallen. Wanneer medewerkers zich niet meer beschermd voelen doordat informatie uit onderzoeken naar hun meldingen openbaar is, zal het aantal meldingen naar verwachting dalen. Hiermee groeit het risico voor de organisatie aangezien de mogelijke verbetermaatregelen voortkomend uit de onderzoeken naar de meldingen gemist worden. Dit geldt evenzo voor het in bijlage C genoemde onderzoek naar video en metadata recorder (waaronder de daarin opgenomen voicedata). Voor de vliegveiligheid is het essentieel dat het handelen van vliegers in vertrouwen kan worden gedeeld, beoordeeld en van kan worden geleerd. Deze data kan en wordt gebruikt bij het onderzoek en de uitkomsten hiervan wordt gedeeld binnen de vliegerscommunity om van te leren en zodoende de vliegveiligheid te verbeteren. Een vlieger moet in de cockpit zich vrij kunnen uiten en kunnen delen welke technische aspecten en handelingsmanoeuvres hierbij worden verricht, zonder dat men zich gehouden voelt aan eventuele restricties. De toegezegde vertrouwelijke omgang van deze informatie acht ik van groot belang.

In het onderzoek staan ook meningen en verklaringen van medewerkers die zij in vertrouwen hebben geuit ten behoeve van het interne onderzoek over hun uitgevoerde handelingen en herinneringen hieraan. Ik acht het van essentieel



belang om deze vertrouwelijkheid te eerbiedigen en te waarborgen. Niet alleen om de aan medewerkers toegezegde vertrouwelijkheid te eerbiedigen, maar ook om in de toekomst vertrouwelijkheid te kunnen waarborgen. Vertrouwelijkheid is essentieel om deze interne onderzoeken op een adequate en juiste manier te kunnen uitvoeren. Ik ben dan ook van oordeel dat het belang van het voorkomen van onevenredige benadeling (van betrokken personen en Defensie) hier zwaarder moet wegen dan het belang van openbaarheid.

In het onderzoeksrapport staan ook beschrijvingen van de lichamelijke kwetsuren van de twee vliegers en andere medische gegevens. Uit piëteit voor de nabestaanden acht ik het van belang dat deze gegevens vertrouwelijk worden gehouden. Ik ben van oordeel dat het belang van het voorkomen van onevenredige benadeling van de nabestaanden hier zwaarder moet wegen dan het belang van openbaarheid.

Intern beraad met de daarin opgenomen persoonlijke beleidsopvattingen

Op grond van artikel 11, eerste lid, van de Wob wordt in geval van een verzoek om informatie uit documenten opgesteld ten behoeve van intern beraad, geen informatie verstrekt over daarin opgenomen beleidsopvattingen. Uit de wetsgeschiedenis blijkt dat onder het begrip "documenten opgesteld ten behoeve van intern beraad" onder meer moet worden begrepen: nota's van ambtenaren aan hun politieke en ambtelijke leidinggevendenden, correspondentie tussen onderdelen van een ministerie en tussen ministeries onderling, concepten van stukken, agenda's, notulen en samenvattingen en conclusies van interne besprekingen.

Het interne karakter van een document wordt bepaald door het oogmerk waarmee het stuk is opgesteld. De steller van het document moet de bedoeling hebben gehad dat het zou dienen voor gebruik binnen de overheid. De vertrouwelijkheid van het intern beraad beoogt een ongehinderde bijdrage van ambtenaren en betrokkenen bij de beleidsvorming en voorbereiding hiervan, te waarborgen. Zij moeten in alle openheid onderling en met bewindspersonen kunnen communiceren. Onder persoonlijke beleidsopvattingen worden bijvoorbeeld verstaan: meningen, opinies, commentaren, voorstellen en conclusies met de daartoe gevoerde argumenten.

Het onderzoek is opgesteld ten behoeve van intern beraad en bevat in het commentaar van commandanten en betrokkenen persoonlijke beleidsopvattingen van de desbetreffende medewerkers. De persoonlijke beleidsopvattingen verstrek ik niet. Ik acht het niet in het belang van een goede en democratische bestuursvoering indien standpunten van ambtenaren zelfstandig worden betrokken in de publieke discussie. De persoonlijke beleidsopvattingen zijn bovendien zodanig verweven met de genoemde feiten dat deze onlosmakelijk verbonden zijn en niet als losse feiten kunnen worden weergegeven. Zou ik al deze gegevens onleesbaar maken, dan resteert een zinledige passage. Om die reden verstrek ik deze niet.

Betrekkingen met andere staten

In het rapport op bladzijde is de naam van het schietterrein van de Malinese regering onleesbaar gemaakt. Vanwege operationele veiligheid (locatie) is het van belang voor de Malinese regering om deze benaming vertrouwelijk te houden. Het niet in acht nemen van deze vertrouwelijkheid kan de betrekkingen met de Malinese regering schaden, wat ik onwenselijk acht.

Bedrijfs- en fabricage gegevens die vertrouwelijk aan de overheid zijn medegedeeld en de betrekking van Nederland met andere staten.

Ten behoeve van het onderzoek zijn foto's gemaakt. Deze foto's besluit ik niet openbaar te maken. Deze foto's bevatten informatie van technische onderdelen

Bestuursstaf
Directie Communicatie

Datum

Onze referentie
BS2018012788

26 JUNI 2018



van de Apache. U heeft ook verzocht om de onderhoudslijsten en de data uit de voicedata recorder (metadatarecorder) van de Apache. Deze informatie (zowel op de betreffende foto's, de onderhoudslijsten, de metadatarecorder als de bedrijfsgegevens) betreft technische bedrijfsgegevens van de Apache die vertrouwelijk aan de overheid zijn medegedeeld. Daarnaast valt deze informatie onder de Amerikaanse wet- en regelgeving voor exportcontrole zoals de International Traffic of Arms Regulations (ITAR).

De extraterritoriale exportcontrole van de Verenigde Staten van Amerika kan het best worden omschreven als federale wetgeving welke de uitvoer van bepaalde goederen of informatie om redenen van nationale veiligheid of bescherming van handel kan verbieden. Dit is vastgelegd in Export Administration Regulations (EAR). De EAR is van toepassing op militaire goederen welke eveneens extraterritoriale reikwijdte kent. Dit is ondergebracht in de International Traffic in Arms Regulations (ITAR). De lijst van gevoelige goederen die als bijlage zijn opgenomen in de ITAR zijn feitelijk alle items die specifiek ontworpen of gemodificeerd zijn voor militair gebruik en een aantal niet militaire goederen zoals satellieten (en onderdelen) opgenomen. Onderworpen aan het ITAR zijn: alle items van VS oorsprong die opgenomen zijn in de VS munitielijst, alle items die gedeeltelijk van VS oorsprong zijn waarbij het betreffende VS onderdeel (of onderdelen) opgenomen is (zijn) in de VS munitielijst, alle items die met gebruikmaking van VS-technologie (technische gegevens, technische bijstand) zijn vervaardigd indien de betreffende technologie is opgenomen in de VS munitielijst. Op grond van ITAR is het niet toegestaan deze gegevens van deze gevoelige militaire goederen aan derden te openbaren.

Een doelbewuste schending van ITAR, wat verstrekking van de geweigerde gegevens zou impliceren, zou de relatie met de VS kunnen belasten. Het respecteren van internationaal recht en internationale overeenkomsten, en het behoud van goede betrekkingen prevaleert naar mijn oordeel in deze boven het belang van openbaarmaking.

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

De Minister van Defensie
voor deze
De Secretaris-Generaal

Drs. W.J.P. Geerts

Belanghebbenden kunnen binnen zes weken na bekendmaking van dit besluit bezwaar indienen bij de Minister van Defensie. Het bezwaarschrift dient te worden gericht aan DienstenCentrum Juridische Dienstverlening, Commissie advisering bezwaarschriften Defensie, Postbus 90004, 3509 AA Utrecht. Het bezwaarschrift moet zijn ondertekend, een dagtekening bevatten en van de naam en het adres van de indiener zijn voorzien. Uit het bezwaarschrift moet duidelijk blijken tegen welk besluit en op welke gronden bezwaar wordt gemaakt.

Bestuursstaf
Directie Communicatie

Datum

Onze referentie
BS2018012788

26 JUNI 2018



Koninklijke Luchtmacht

Onderzoeksrapport

Ongeval met de Apache AH-64D,
registratienummer Q-15

17 maart 2015, Noord van Gao (Mali)

Koninklijke
Luchtmacht

Onderzoeksrapport

Ongeval met de AH-64D Apache, registratienummer Q-15 op
17 maart 2015 noord van Gao (Mali)

Datum	29-02-2016
Status	Definitief
Versie	1.0

Colofon

Ministerie van Defensie
Commando Luchtstrijdkrachten
Stafgroep Bedrijfsveiligheid
Bureau Ongevallen-
onderzoek

Luchtmachtplein 1 Breda
Postbus 8762
4820 BB Breda

Contactpersoon:	Hoofd Ongevallenonderzoek CLSK
	Telefoon:
	MDTN:
	E-mail: safety.RNLAF@mindef.nl
Opdrachtgever:	Commandant Luchtstrijdkrachten
Projectnummer:	CLSK/LVO/26011-2015

Algemene informatie over het rapport

Onderzoeksrapport nr:	CLSK/LVO/26011-2015
Defensieonderdeel:	Commando Luchtstrijdkrachten
Subonderdeel / eenheid:	1(NLD) ATF Helikopterdetachement Defensie Helikopter Commando MINUSMA, Kamp Castor, Gao, Mali
Korte omschrijving ongeval:	Op 17 maart 2015 voerde de AH-64D Apache met registratienummer Q-15 tijdens een trainingsvlucht een schietoefening uit in een daarvoor aangewezen oefengebied in Mali. Gedurende deze vlucht verloor de bemanning vanwege een technische oorzaak de controle over de helikopter, waarna deze met hoge verticale snelheid is neergestort. Beide bemanningsleden kwamen hierbij om het leven.
Datum ongeval:	17 maart 2015
Plaats ongeval:	45 Km noord van Gao, Mali

Alle tijden in dit rapport zijn locale tijden (LT = UTC) tenzij anders vermeld.

Figuur 1-1 Q-15 op de ongevalslocatie

Doel van het rapport

Het doel van het onderzoek, uitgevoerd door de Commissie van Onderzoek, is het vaststellen van de (vermoedelijke) oorzaak van het ongeval zodat leermogelijkheden worden gevonden, niet het vaststellen van schuld of aansprakelijkheid.

De voorzitter van de Commissie van Onderzoek,

Majoor

Samenstelling onderzoekscommissie

Voorzitter	CLSK/StgBV
Werkvoorzitter	CLSK/DHC/CS/HSBV
Vliegtechnisch lid	CLSK/LCW/PM/SIE AH64
Technisch lid	DMO/MATLOG/WPSN
Secretaris/Jurist	CLSK/StgJz/SOR
Vlieger-psycholoog	CLSK/CML/LBP
Vliegerarts	CLSK/CML/LGZ

Inhoudsopgave

ONDERZOEKSRAPPORT	2
COLOFON	2
ALGEMENE INFORMATIE OVER HET RAPPORT	3
DOEL VAN HET RAPPORT	4
SAMENSTELLING ONDERZOEKSCOMMISSIE	4
INHOUDSOPGAVE	5
AFKORTINGEN EN BEGRIPPENLIJST	8
ALGEMENE INFORMATIE BETREFFENDE HET ONGEVAL	11
LEESWIJZER	13
MANAGEMENT SAMENVATTING	14
1. FEITELIJKE INFORMATIE	21
1.1. INLEIDING	21
1.2. VLUCHTOPDRACHT Q-15 OP 17 MAART 2015	21
1.3. BESCHRIJVING VAN DE ONGEVALSVLUCHT	22
1.4. OMSTANDIGHEDEN	22
1.4.1. Weer	22
1.4.2. Omgeving	23
1.4.3. Omstandigheden van de werkzaamheden	23
1.5. LETSEL	24
1.6. SCHADE AAN HET LUCHTVAARTUIG	24
1.7. SCHADE AAN DERDEN	24
1.8. GEGEVENS BEMANNING	24
1.8.1. Frontseater (FS)	24
1.8.2. Backseater (BS)	25
1.9. GEGEVENS VAN HET LUCHTVAARTUIG	25
1.9.1. Algemeen	25
1.9.2. Configuratie helikopter	26
1.9.3. Weight & Balance	26
1.9.4. Gegevens over het onderhoud	26
1.9.5. Vliegtuigprestaties	26
1.9.6. Type brandstof	27
1.10. OVERLEVINGSASPECTEN	27
1.10.1. Het activeren van de hulpverlening	27
1.10.2. Het verloop van de hulpverlening	29
1.10.3. De Emergency Locator Transmitter	30
1.10.4. Vliegveiligheidsuitrusting	31
1.11. MEDISCHE EN PATHOLOGISCHE GEGEVENS	32
1.12. UITGEVOERD ONDERZOEK	32

1.12.1.	<i>Wrakonderzoek ter plaatse</i>	33
1.12.2.	<i>Onderzoek vluchtregistratieapparatuur</i>	35
1.12.3.	<i>Bevindingen van het VMR en MDR onderzoek</i>	35
1.13.	VERVOLGONDERZOEK	36
1.13.1.	<i>Onderzoek laterale servo actuator bij</i>	37
1.13.2.	<i>Onderzoek LVDT</i>	38
1.13.3.	<i>Onderzoek Flight Management Computer</i>	39
1.13.4.	<i>Onderzoek Tail Rotor Drive Shaft</i>	40
1.13.5.	<i>Brandstof- en oliemonsters</i>	40
1.14.	OVERIGE INFORMATIE	40
1.14.1.	<i>Afstemming Crisis Management Team CLSK</i>	40
1.14.2.	<i>Soortgelijk eerder ongeval</i>	41
1.15.	OVERIGE BEVINDINGEN	41
2.	ANALYSE	43
2.1.	OMSTANDIGHEDEN	43
2.2.	WRAKONDERZOEK	43
2.3.	ONDERZOEK VMR EN MDR	43
2.4.	ONDERZOEK LVDT	44
2.5.	ONDERZOEK FMC	47
2.6.	SOORTGELIJK EERDER ONGEVAL	48
2.7.	OVERLEVINGSASPECTEN	49
2.7.1.	<i>Besluitvorming inzet hulpverlening</i>	49
2.7.2.	<i>Reactietijd</i>	50
2.7.3.	<i>Coördinatie van de hulpverlening</i>	51
2.7.4.	<i>Helmen</i>	52
2.7.5.	<i>Survival vests</i>	53
2.7.6.	<i>Crashbestendigheid AH-64D Apache</i>	53
2.7.7.	<i>Overleefbaarheid</i>	54
2.7.8.	<i>Emergency Locator Transmitter</i>	54
2.8.	OVERIGE BEVINDINGEN	55
2.8.1.	<i>Tekort aan beschikbare reserve-onderdelen</i>	55
3.	CONCLUSIES	56
3.1.	TEN AANZIEN VAN DE OORZAAK	56
3.2.	TEN AANZIEN VAN DE HULPVERLENING	57
3.3.	TEN AANZIEN VAN DE OVERLEVINGSASPECTEN	57
3.4.	TEN AANZIEN VAN DE OVERIGE BEVINDINGEN	58
4.	OORZAAK	59
4.1.	DIRECTE OORZAAK	59
4.2.	INDIRECTE OORZAAK	59

4.3.	BIJDRAGENDE FACTOREN	59
5.	MAATREGELEN EN AANBEVELINGEN	60
5.1.	GENOMEN MAATREGELEN	60
5.2.	AANBEVELINGEN	60
6.	COMMENTAAR COMMANDANTEN EN BETROKKENEN	62
6.1.	COMMANDANT 1(NLD) HELIDET MINUSMA	62
6.2.	CHIEF OF STAF, TEVENS PLAATSERVANGEND COMMANDANT 1(NLD) HELIDET MINUSMA	63
6.3.	HOOFD HELI-OPS 1 (NLD) HELIDET	64
6.4.	U3 AIR HQ MINUSMA	64
6.5.	BS Q-22	66
6.6.	FS Q-22	66
6.7.	COMMANDANT DEFENSIE HELIKOPTER COMMANDO	67
BIJLAGE A	WERKING VAN HET BESTURINGSSYSTEEM AH-64D	
BIJLAGE B	ONDERZOEK SERVO ACTUATOR,	
BIJLAGE C	ONDERZOEK VIDEO EN METADATA RECORDER	

Afkortingen en begrippenlijst

A

AMASE:	Apache Modular Aircraft Survival Equipment
APU:	Auxillary Power Unit
ARDD:	Automatic Roller Detent Decoupler (besturingssysteem)
ASTI:	UN Aviation Safety Technical Investigation
ATAS:	Air to Air Stinger
ATF:	Air Task Force (VN)
ATO:	Air Tasking Order

B

BS:	Back Seater (vlieger)
BvI:	Bewijs van Inschrijving
BUCS:	Back-Up Control System (besturingssysteem)

C

CASEVAC:	Casualty Evacuation
CCAD:	Corpus Christie Army Depot (US Army onderhoudsbedrijf)
CDS:	Commandant der Strijdkrachten
CLSK:	Commando Luchtstrijdkrachten
C-LSK:	Commandant Luchtstrijdkrachten
CMT:	Crisis Management Team
Collective:	<i>stick</i> , t.b.v. rotorvermogen (besturingssysteem)
CONTCO:	Contingentscommando
CVO:	Commissie van Onderzoek
Cyclic:	<i>Stick</i> voor <i>roll</i> - en <i>pitch</i> beweging (besturingssysteem)

D

DFS:	Daily Flight Schedule
DMO:	Defensie Materieel Organisatie

E

ELT:	Emergency Locator Transmitter
------	-------------------------------

F

FCF:	Functional Check Flight (testvlucht na onderhoud)
FMC:	Flight Management Computer (besturingssysteem)
FS:	Front Seater (vlieger en vliegtuigcommandant)

H

HELIDET:	Helikopter Detachement (1 NLD ATF HELIDET)
Heli-Ops:	Helikopter Operaties (Bureau)
H-OPS:	Hoofd Operatiën
HQ:	Head Quarters (hoofdkwartier)

I

ISR (COY):	Intelligence Surveillance Reconnaissance (Compagnie)
------------	--

J

JSD:	Joint Support Detachement
------	---------------------------

K

KMAR:	Koninklijke Marechaussee
-------	--------------------------

L

LOA:	Letter of Acceptance (US Foreign Military Sales - contract)
LOA:	Letter of Assist (VN)
LVDT:	Linear Variable Differential Transducer (besturingssysteem)

M

MDR:	Maintenance Data Recorder (vluchtrecorder)
MEDEVAC:	Medical Evacuation (in relatie tot CASEVAC)
MINUSMA:	Multidimensional Integrated Stabilisation Mission in Mali (VN)

N

NLR:	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
------	---

O

OM:	Openbaar Ministerie
OVV:	Onderzoeksraad voor de Veiligheid

P

PBIT:	Program Built In Test (zelftest)
PF:	Pilot Flying (vlieger die daadwerkelijk de besturing uitvoert)
PIC:	Pilot in Command (gezagvoerder)

S

SAP:	<i>Systems Applications & Products</i> Enterprise software programma, binnen defensie o.m. toegepast voor onderhoudsactiviteiten aan helikopters en vliegtuigen
SCAS:	Stability and Command Augmentation System (besturingsysteem)
SME:	Subject Matter Expert
SMO:	Senior Medical Officer
SOLTG:	Special Operations Land Task Group
SOP:	Standard Operating Procedure
SSRA:	System Safety Risk Analysis

T

TNO:	Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Instituut voor)
------	---

U

US:	United States (of America)
USARC:	US Army Safety Center
U3AIR:	Verantwoordelijk officier op HQ MINUSMA voor tasking militaire vliegtuigen en helikopters

V

VN:	Verenigde Naties
VMR:	Video en Metadata Recorder (vluchtrecorder)

Algemene informatie betreffende het ongeval

Plaats	: 45 Km noord van Gao, Mali
Locatie wrak	: 30 ZD 1870 4289 16° 38.8' N 000° 00.8' W
Datum en tijd	: 17 maart 2015, 12:59 uur
Luchtvaartuig	: AH-64D Q-15 Apache
Bemanning	: Gezagvoerder (frontseater) Eerste vlieger (backseater)
Soort vlucht	: Trainingsvlucht
Fase van de vlucht	: Tijdens het afdraaien na het uitvoeren van een aanval op een oefendoel.
Type ongeval	: Persistent Uncommanded Flight Maneuver (UFM)
Slachtoffers	: Twee (dodelijk)

Korte beschrijving van het ongeval

Op 17 maart 2015 voerde de AH-64D Apache met registratienummer Q-15 een schietoefening uit in een daarvoor aangewezen oefengebied in Mali. Tijdens de afrondende fase van een aanvalsm manoeuvre, verloor de bemanning de controle over de helikopter waarna deze met hoge verticale snelheid is neergestort. Beide bemanningsleden kwamen hierbij om het leven.

Het onderzoek

Op 17 maart 2015, om 15:15 uur kwam bij de Commandant der Luchtstrijdkrachten (C-LSK) de melding binnen dat de AH-64D Q-15 in Mali was verongelukt. Korte tijd daarna arriveerde het bericht dat beide vliegers bij het ongeval waren omgekomen. In opdracht van de Commandant der Strijdkrachten (CDS) heeft C-LSK op 18 maart 2015 een Commissie van Onderzoek (CvO) ingesteld om de toedracht van het ongeval nader te onderzoeken. De Onderzoeksraad Voor Veiligheid (OVV) liet weten vooralsnog geen onafhankelijk OVV-onderzoek in te stellen, maar wel een waarnemer mee te sturen voor het onderzoek in Mali. Op 19 maart 2015 is de CvO van het CLSK afgereisd naar Mali voor het onderzoek ter plaatse. Een onderzoeksteam van de Koninklijke Marechaussee (KMAR) was eveneens ter plaatse voor de uitvoering van een oriënterend onderzoek in opdracht van het Openbaar Ministerie (OM). Hierbij voert de KMAR een feitenonderzoek uit op grond waarvan het OM bepaalt of er aanleiding is voor het starten van een strafrechtelijk onderzoek. Conform de daartoe geldende protocollen heeft er afstemming plaatsgevonden tussen de CvO en de vertegenwoordigers van de OVV en de KMAR.

Omdat het helikopterdetachment, waar de verongelukte bemanningsleden aan toe behoorden, deel uitmaakte van de *United Nations Multi Dimensional Integrated Stabilisation Mission in Mali* ofwel MINUSMA, heeft ook de VN de bevoegdheid een eigen vliegveiligheidsonderzoek te laten uitvoeren. De VN heeft daartoe een VN

functionaris aangewezen om een VN ongevalenonderzoek uit te voeren ten behoeve van het op te stellen *UN Aviation Safety Technical Investigation report* (ASTI). Met het oog op efficiëntie heeft de VN echter, na overleg met de CvO, besloten om het Nederlandse onderzoeksrapport af te wachten en op basis daarvan het ASTI rapport op te stellen. De VN is tussentijds schriftelijk op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen.

De CvO is bij het onderzoek ter plaatse in Mali ondersteund door eenheden van het 1(NLD) ATF Helikopterdetachement, het 1(NLD) Special Operations Land Task Group (SOLTG), het Joint Support Detachement (JSD) van het Contingentscommando (CONTCO) en het 1(NLD) Intelligence, Surveillance en Reconnaissance Compagnie (ISR COY). Deze ondersteuning betrof onder meer de bewaking van het wrak, het veiligstellen van datadragers, het maken van foto's, het nemen van monsters, het transport van het wrak en het demonteren en veiligstellen van onderdelen van de Q-15.

Na afronding van het onderzoek aan het wrak in Mali heeft de CvO het wrak vrijgegeven en is de Q-15 op transport gesteld naar Vliegbasis Gilze-Rijen, Nederland.

Het onderzoek van de CvO heeft zich, conform de opdracht, gericht op de volgende onderzoeksvragen:

- Wat is de toedracht van het ongeval en welke factoren en omstandigheden hebben bij het ongeval een rol gespeeld;
- Welke eventuele achterliggende factoren hebben bijgedragen aan het creëren van de situatie waarin het ongeval kon plaatsvinden;
- Zijn er overeenkomsten met eerdere soortgelijke ongevallen of voorvallen;
- Hoe kan een dergelijk ongeval in de toekomst worden voorkomen.

Vanwege de ernst van het ongeval en het feit dat daarbij twee dodelijke slachtoffers te betreuren waren, heeft de CvO de volgende onderzoeksvraag toegevoegd:

- Hoe is de hulpverlening na het ongeval verlopen.

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden zijn in dit rapport de relevante feiten omtrent het ongeval beschreven en geanalyseerd. Op basis hiervan heeft de CvO een aantal conclusies getrokken en tevens aanbevelingen gedaan.

Leeswijzer

Het voorliggende onderzoeksrapport bestaat uit zes hoofdstukken. Hoofdstuk 1 bevat de relevante feiten voor wat betreft het betrokken personeel, het betrokken materiaal en de omstandigheden waaronder het ongeval heeft plaatsgevonden. Tevens worden, in chronologische volgorde, de relevante feiten uiteengezet tot aan het plaatsvinden van het ongeval en voor wat betreft de hulpverlening na het ongeval. Daarnaast wordt beschreven welk initieel- en opvolgend onderzoek is uitgevoerd ten aanzien van de veiliggestelde onderdelen en vluchtregistratieapparatuur van de verongelukte helikopter. Feiten en bevindingen die geen verdere analyse behoeven, worden in dit hoofdstuk afgedaan en komen niet meer terug in de volgende hoofdstukken. In Hoofdstuk 2 worden de relevante feiten en bevindingen uit het onderzoek, zoals weergegeven in Hoofdstuk 1, nader geanalyseerd. In Hoofdstuk 3 worden de conclusies puntsgewijs weergegeven. In hoofdstuk 4 worden de oorzaak, de indirecte oorzaak en de bijdragende factoren beschreven die hebben geleid tot het ongeval. De inmiddels genomen maatregelen en de door de CvO, op basis van voorgaande analyses en conclusies, aanbevolen maatregelen worden in hoofdstuk 5 beschreven. Als laatste zijn in hoofdstuk 6 de reacties van de direct betrokkenen op het rapport opgenomen.

Management samenvatting

Op 17 maart 2015 voerde de AH-64D Apache met registratienummer Q-15 een schietoefening uit in een daarvoor aangewezen oefengebied in Mali. Tijdens de afrondende fase van een aanvalsmanoeuvre, verloor de bemanning de controle over de helikopter, waarna deze met hoge verticale snelheid is neergestort. Beide bemanningsleden kwamen hierbij om het leven. Uit het onderzoek blijkt dat de oorzaak van het ongeval gezocht moet worden in het technisch falen van het besturingssysteem. De CvO is van mening dat de vliegers het ongeval op geen enkele wijze hadden kunnen voorkomen. Ze hebben al het mogelijke gedaan om de helikopter weer stabiel te krijgen, maar dat had bij voorbaat geen kans van slagen.

Direct na het ongeval heeft de Commandant der Luchtmacht, in opdracht van de Commandant der Strijdkrachten, een Commissie van Onderzoek (CvO) samengesteld om de toedracht van het ongeval te onderzoeken. Naast zich te concentreren op hiervoor genoemde hoofdvraag, heeft de CvO ook gekeken naar het verloop van de hulpverlening na het ongeval.

De ongevalsvlucht

Sinds de deelname van het 1(NLD) helidetachment aan MINUSMA, werd er voor het eerst van de autoriteiten toestemming verkregen om de dag van het ongeval een schietoefening in het uitzendgebied uit te voeren, een zogenaamde *gunnery*. Na de ochtendvlucht stegen de Apaches, met registratienummers Q-15 en Q-22, om circa 12:00 uur op om die middag wederom een *gunnery* uit te voeren. Nadat beide helikopters in het oefengebied aangekomen waren, circa 45 kilometer ten noorden van Gao, begonnen ze aan de schietoefening. Nadat de Q-22 zijn eerste aanvalsprocedure had afgerond, begon de Q-15 met een aanvalsmanoeuvre op het oefendoel. Na het afvuren van twee *rockets*, bracht de bemanning de helikopter in horizontale vlucht en zette vervolgens, conform procedure, een bocht over rechts in. Op dat moment verloor de bemanning van de Q-15 de controle over de helikopter. De helikopter verloor in korte tijd veel hoogte waardoor de Q-15 met hoge verticale snelheid de grond raakte en om 12:59 uur verongelukte.

Activeren van de hulpverlening

De bemanning van de Q-22 nam het ongeval vanuit de lucht waar. Direct na het ongeval deed de Back Seater (BS) van de Q-22 via de radio een noodoproep naar de verkeerstoren van het vliegveld van Gao met de melding dat de Q-15 was neergestort. Daarna deed de Front Seater (FS) een noodoproep naar het Bureau Helikopter Operaties van het 1(NLD) Helidet (hierna Heli-Ops) op Kamp Castor in Gao. Het op Gao aanwezige Franse detachement, dat deel uitmaakt van de missie Barkhane, had op de torenfrequentie eveneens de noodoproep van de Q-22 gehoord. Daarop hebben zij direct contact opgenomen met Heli-Ops om hulp aan te bieden bij het per helikopter uitvoeren van een medische evacuatie (hierna Medevac). Omdat de Nederlandse Medevac capaciteit, de CH-47D Chinook, op die dag een missie naar Kidal uitvoerde en daarom niet beschikbaar was voor Medevac, in combinatie met de vermoedelijke ernst van de situatie, accepteerde het Hoofd Heli-Ops (H-OPS) de door de Fransen aangeboden hulp. Daarop heeft het H-OPS contact opgenomen met het VN hoofdkwartier in Bamako om hen op de hoogte te brengen van het ongeval en te melden dat de Fransen de Medevac zouden gaan uitvoeren.

De VN heeft zelf de beschikking over twee typen Medevac eenheden: een militaire

eenheid in de vorm van de Nederlandse CH-47D Chinook en civiele MI-8 helikopters. Omdat door het H-OPS bij het MINUSMA hoofdkwartier werd aangegeven dat de Fransen hun militaire Medevac capaciteit al hadden aangeboden en ingezet, heeft bij de VN geen verdere besluitvorming over inzet van een VN Medevac capaciteit plaatsgevonden.

De CvO heeft niet nader onderzocht hoe de hulpverlening zou zijn verlopen als de MI-8 had moeten worden ingezet en hoeveel tijd het in beslag had genomen om de MI-8 ter plaatste te krijgen. Wel heeft de CvO gekeken naar de van toepassing zijnde VN regelgeving ten aanzien van luchtvaartongevallen en medische evacuatie binnen MINUSMA. Hieruit blijkt dat, in deze situatie, het gebied waarin de Q-15 lag een beperkende factor had kunnen zijn gezien het feit dat deze in een gebied lag dat vrij toegankelijk was voor vijandige eenheden en waarvan bekend was dat er niet geëxplodeerde munitie lag. Het is lastig een reële inschatting te maken van wat de eventuele responstijd van de MI 8 was geweest in dit specifieke geval, ook met het oog op het open en relatief onveilige terrein waar de crash heeft plaatsgevonden. Desondanks acht de CvO het niet aannemelijk dat inzet van de MI-8 zou hebben geleid tot een snellere hulpverlening ter plaatse. De CvO beveelt aan te onderzoeken welke randvoorwaarden er gelden voor de inzet van de op Gao aanwezige civiele VN Medevac capaciteit.

Verloop van de hulpverlening

Op Gao stond nog een Nederlandse CH-47D Chinook, maar deze was niet geconfigureerd voor Medevac missies en had net onderhoud gehad waardoor er eerst een zogenaamde Functional Check Flight (FCF) moest plaatsvinden voordat de helikopter formeel weer inzetbaar was. De vermoedelijke ernst van de situatie deed men bij Heli-Ops echter besluiten om deze helikopter richting de crashsite te sturen om waar nodig de Fransen te ondersteunen bij de hulpverlening. Dit in eerste instantie zonder tussenkomst van de VN. Gezien de aard van het uitgevoerde onderhoud werd besloten dat het verantwoord was om de FCF uit te voeren tijdens deze vlucht. Er werd een bemanning samengesteld, waaronder een eenheid van de brandweer, en de benodigde middelen werden aan boord gebracht. De CvO is van mening dat, met het oog op het spoedeisende karakter van de calamiteit, het vanzelfsprekend is dat het 1(NLD) helidetachment, buiten de VN procedure om, de Franse Medevac capaciteit heeft geaccepteerd. In dat licht was het volgens de CvO ook verantwoord dat de H-OPS de CH-47D Chinook, zonder voorafgaande toestemming vanuit de VN, ingezet heeft met als doel de Franse eenheden te ondersteunen. Hoewel de Chinook formeel eerst een FCF had moeten ondergaan voordat deze inzetbaar was, meent de CvO dat, gezien de aard van het eerder gecorrigeerde defect, de vliegveiligheid niet nadelig is beïnvloed door de FCF niet separaat, maar gedurende deze vlucht uit te voeren.

Nadat de bemanning de noodoproepen had gedaan, landde de Q-22 bij de Q-15. De FS Q-22 verliet hierna de helikopter om eerste hulp te verlenen aan de bemanning van de Q-15.

Om 13:48 steeg de Chinook op van Gao. De bemanning was even daarvoor op de hoogte gebracht dat beide slachtoffers de status 'prio-1' hadden. Toen de Chinook nabij de ongevalslocatie om 14:00 landde, bleken de Fransen nog niet te zijn gearriveerd en moest de bemanning van de Chinook de hulpverlening opstarten. De Nederlandse arts constateerde dat de FS Q-15 overleden was

Volgens de NATO AmedP1.10 'Medical aspects in the management of a major incident/mass casualty situation' wordt de prioritering als volgt ingedeeld: T1 (immediate care), T2 (delayed care), T3 (minimal care) en T4 (expectant/deceased). De persoonlijke instructiekaart waarmee alle militairen zijn uitgerust geeft een classificering van P1, P2, P3 en de categorie overleden. De CvO constateert dat de vliegers en de loadmasters van de Chinook, de BS Q-22 en de mensen bij Heli-ops, niet bekend waren met door de medici gebruikte term: Prio-4 gewonde. Om te voorkomen dat de onduidelijkheid in de toekomst tot problemen leidt, beveelt de CvO aan de Medevac Standard Operating Procedures van een uitgezonden detachement in overeenstemming te brengen met de voor een uitzending specifieke medische procedures. Ook beveelt de CvO aan om gedurende de voor een uitzending voorbereidende oefeningen en trainingen, aandacht te besteden aan de voor die uitzending geldende medische procedures zodat ook de vliegende bemanningsleden van de crew van een Medevac helikopter op de hoogte is van deze procedures

De Franse Medevac helikopter vertrok om 14:01 uur vanaf het vliegveld van Gao. De Franse Medevac helikopter landde om 14:24 uur nabij het wrak, waarna het Franse Medevac personeel zich naar de locatie haastte waar het Nederlands medisch team op dat moment bezig was met hulpverlening aan de BS Q-15. Daar nam het Franse Medevac team de hulpverlening over aangezien zij volledig voor een Medevac waren uitgerust. Besloten werd om de BS Q-15 zo snel mogelijk met de Franse helikopter naar de medische voorziening op het Franse kamp (de Role 2) te vervoeren. Hoewel zowel de Fransen als de Chinook niet gepland stonden voor het uitvoeren van een Medevac voor MINUSMA, heeft de CvO gemeend de tijden toch te spiegelen aan de reactietijden die normaal gesproken gehanteerd worden. Dit om iets te kunnen zeggen over de effectiviteit van de uitgevoerde hulpverlening. In dit geval gold voor zowel de Nederlandse als de Franse Medevac capaciteit, indien ze voor Medevac-taken gepland hadden gestaan, een reactietijd van 60 minuten. Beide helikopters zijn binnen 60 minuten opgestegen. De CvO is van mening dat, gezien de omstandigheden, de gehele medische hulpverlening adequaat heeft gereageerd en dat professionele zorg tijdig is verleend.

Technisch onderzoek

Direct na het ongeval zijn er eenheden van de SOLTG op de ongevalslocatie achtergebleven om het wrak en de directe omgeving te bewaken. Op 18 maart 2015 is, onder leiding van twee vliegveiligheidsfunctionarissen van het detachement, een team van technici naar het wrak gegaan om de datarecorders veilig te stellen, olie- en brandstofmonsters te nemen en de ongevalslocatie in kaart te brengen.

De CvO arriveerde op 21 maart 2015 op de ongevalslocatie om het onderzoek ter plaatse te starten. Tijdens het veldonderzoek aan het wrak kwamen geen zaken naar voren die voor de CvO aanknopingspunten gaven om de oorzaak van het ongeval in een bepaalde richting te zoeken. De schade aan de Q-15 toonde aan dat de helikopter met een hoge verticale snelheid was neergestort.

Met behulp van de data uit de datarecorders kon de ongevalsvlucht gereconstrueerd worden. Uit deze informatie bleek dat de BS Q-15 de helikopter na de aanvalsmoeyne op een hoogte van 1400 ft, gemeten ten opzichte van het onderliggende terrein, in horizontale vlucht bracht en vervolgens, conform procedure, een bocht over rechts inzette. Op dat moment verloor de bemanning van de Q-15 de controle over de helikopter. De Q-15 begon, zonder dat daar door de vliegers een stuurbeweging voor werd gegeven, hevig over rechts te rollen. Na één volledige rol stopte de helikopter kort met rollen en vloog kortstondig bijna horizontaal. Daarop begon de Q-15 opnieuw hevig over rechts te rollen. Na de tweede rol kwam de helikopter uiteindelijk opnieuw in een horizontale positie. Deze manoeuvres gingen echter gepaard met een fors hoogteverlies waardoor de Q-15 met hoge verticale snelheid van ca. 4700 ft/m (86 km/u) de grond raakte. De tijdspanne tussen het verlies van de controle over de helikopter en het moment van impact bedroeg 15 seconden.

De uitkomsten van het onderzoek aan de datarecorders maakten het besturingssysteem verdacht. Het elektronisch gedeelte van het besturingssysteem is onder andere uitgerust met sensoren die continue de stand meten van de door de vlieger geïnitieerde stand van de stuurorganen en de stand van de hydraulische bekrachtigers (*servo actuators*) die de besturing van de vlieger bekrachtigd overbengingen op de rotorbladen. De stand-opnemer is in de *servo actuator* ingebouwd. Een zogeheten Flight Management Computer (FMC) vergelijkt continue deze data met elkaar. De door de datarecorders opgenomen

Dit gaf voor de CvO aanleiding te vermoeden dat de signalen van de stand-opnemer van de laterale *servo-actuator* niet correct zijn geweest. Deze stand-opnemer, de *Linear Variable Differential Transducer* (LVDT) geheten,

Gedurende het onderzoek bij de fabrikant van de *servo actuator*, bleek dit vermoeden bevestigd te worden: de *probe* was inderdaad gebroken.

Uit onderzoek aan de LVDT-*probe* blijkt dat de LVDT-*probe* van de Q-15 is gebroken als gevolg van vermoeiing. Het optreden van een vermoeiingsbreuk is terug te voeren op het feit dat de *probe* krom was waardoor het materiaal bij iedere slag van de *servo actuator* opnieuw belast werd. Bij het ontwerp

. De CvO concludeert dat de LVDT *probe* van de Q-15 is gebroken als gevolg van vermoeiing, veroorzaakt door krachten als gevolg van een buiging in de *probe*.

In 2011 is er een AH-64D van de US Army verongelukt als gevolg van een foutief signaal van de LVDT van de laterale servo actuator. Ook dit bleek te zijn veroorzaakt door een breuk van de *probe*. In het destijds door uitgevoerde onderzoek naar aanleiding van dit ongeval werd geconcludeerd dat de oorzaak van de breuk te wijten was aan een combinatie van drie factoren, namelijk: een gebrekkige soldering, het niet constateren van deze tekortkoming tijdens de inspecties bij de fabrikant en een kromming van de LVDT-*probe*. Het rapport van destijds stelt dat het juist deze combinatie is geweest waardoor het ongeval heeft plaatsgevonden. Deze constateringen zijn aanleiding geweest voor om extra maatregelen door te voeren bij opslag, behandeling en controles van de *probe* in het assemblageproces. De US Army heeft op basis van de genomen maatregelen en de conclusie dat het een onwaarschijnlijke combinatie is geweest van de drie genoemde factoren, besloten het ongeval te beschouwen als een *isolated case*. De CvO constateert dat, in tegenstelling tot het ongeval bij de US-Army, er aan de LVDT-*probe* van de Q-15 geen andere afwijkingen zijn geconstateerd die kunnen hebben bijgedragen aan het ontstaan van de breuk.

De achterliggende reden waarom *probes* krom raken is nog niet duidelijk. Door is een overzicht (*fault tree*) opgesteld waarin alle mogelijke oorzaken worden opgesomd, maar geen van de genoemde mogelijkheden is met voldoende mate van zekerheid als de meest waarschijnlijke aan te wijzen. Gezien de relatieve

dient de industrie de *probes* bij montage zeer zorgvuldig te behandelen. spreekt het vermoeden

. Een andere oorzaak vanuit dezelfde *fault tree* betreft de mogelijkheid dat de *servo actuator* (en dus de LVDT) een hoog trillingsniveau ondergaat tijdens de vlucht, of gedurende bepaalde specifieke vluchtfases. Hoewel dit risico door

De CvO beveelt aan trillingsonderzoek op de helikopter uit te voeren om trillingen definitief uit te sluiten als mogelijke oorzaak van de buiging van de *probe*.

maakt voor het ontwerp en productie van deze LVDT gebruik van een tweetal subcontractors, te weten en

(secundair). Ofschoon beide types LVDT functioneel identiek zijn, verschilt het ontwerp van beide LVDT's op een aantal aspecten. De LVDT's zijn volledig uitwisselbaar, dus op elke *servo actuator* kan zowel een als een -LVDT gemonteerd worden.

Zowel de Q-15 als de US Army helikopter van het ongeval in 2011, waren met een LDVT uitgerust.

De LVDT is door uit het ontwerp verwijderd en door zowel CLSK als de US Army is besloten de LVDT's uit de huidige vloot te verwijderen.

De CvO concludeert dat op dit moment de mogelijke oorzaken voor het verbuigen van de *probes* nog onvoldoende zijn onderbouwd. Daarnaast heeft het verwijderen van de LVDT weliswaar het imminente risico op een breuk teruggebracht tot een conform de ontwerpeisen aanvaardbaar niveau, maar daarmee is het risico op een breuk nog niet volledig weggenomen. De CvO beveelt aan, teneinde te kunnen verifiëren of de inmiddels genomen maatregelen met betrekking tot de montage afdoende zijn en om zeker te stellen dat er geen andere oorzaak is voor de kromming van de probes dan bij het monteren,

de LVDT-probes in de servo actuators die worden aangeboden voor onderhoud, dient te controleren op kromming en vermoeiing. De verbeterde montageprocessen zouden een significante vermindering van het aantal kromme probes moeten opleveren uit de servo actuators die zijn gemonteerd nadat deze verbeteringen zijn doorgevoerd.

Het gebruikte materiaal van de LVDT *probe* is -staal. Voor deze legering is gekozen

. Dit materiaal wordt al toegepast in LVDT's die in trillingsrijke omgevingen moeten functioneren. De CvO concludeert dat, als de LVDT-*probe* van Inconel wordt geproduceerd in plaats van staal, de kans op verbuiging significant wordt gereduceerd. De CvO beveelt aan te onderzoeken in hoeverre het materiaal waarvan de LVDT-*probe* is gefabriceerd vervangen kan worden door een harder materiaal met betere vermoeiingseigenschappen, zoals Inconel.

Zoals eerder vermeld, heeft er in 2011 bij de US Army een soortgelijk ongeval plaatsgevonden. Door de CvO is vastgesteld dat zowel de MLA als de DMO (typecertificaathouder) niet waren geïnformeerd over dit incident. De CvO concludeert dat, aangezien de conclusie van het Amerikaanse onderzoek naar het ongeval in 2011 was dat het een *isolated case* betrof en dat er dus geen sprake was van een luchtwaardigheids-risico, er conform de overeenkomst geen noodzaak was een formele melding naar de Nederlandse autoriteiten te maken.

Overlevingsaspecten

De CvO concludeert dat het energie-absorptie mechanisme van de stoelen en het landingsgestel hun maximale werking hebben gedaan. De kracht die vrijkwam bij de verticale impact van de Q-15 was echter dusdanig groot dat de limieten van de crashbestendigheid werden overschreden. Hoewel alle ingebouwde veiligheidssystemen hun maximale werking hebben gedaan, was de verticale impactsnelheid (ca. 4700 ft/m / ca. 86 km/u) dusdanig hoog dat er geen overlevingskans was.

De Nederlandse AH-64D Apache is voorzien van een *Emergency Locator Transmitter* (ELT) die in geval van een crash automatisch een noodsignaal genereert ten behoeve van de activering van nooddiensten. De ELT heeft na de crash geen signaal uitgezonden. De oorzaak hiervoor kan zeer waarschijnlijk gezocht worden in het indeuken van de bovenzijde van de behuizing. Daardoor is de ARM-RESET schakelaar in RESET gedrukt waardoor de activatie van de zender door de crash onmiddellijk weer teniet werd gedaan. De CvO concludeert

CvO beveelt aan te onderzoeken of de huidige positie van de Emergency Locator Transmitter (ELT) in de AH-64D optimaal is met het oog op mogelijke beschadiging bij crashes.

Uit groenkleurige vegen op de *cyclics* blijkt dat de helmen tijdens de crash deze *cyclics* hebben geraakt. Hoewel de crash zo hevig was dat de helm in dit geval geen bijdrage had kunnen leveren aan de overleefbaarheid, vindt de CvO de vraag in hoeverre de helmen in algemene zin bescherming bieden tijdens crashes relevant. De CvO heeft TNO gevraagd een literatuurstudie uit te voeren naar de beschermende werking van de helm van de Apache. Hieruit blijkt dat de beschermende waarde dusdanig laag is dat het hoofd onvoldoende beschermd wordt om te voorkomen dat de vlieger het bewustzijn verliest tijdens overleefbare crashes.' De CvO heeft niet kunnen achterhalen welke norm er binnen CLSK gehanteerd wordt voor wat betreft de beschermende werking van de helm. Het is wel duidelijk geworden dat deze niet is ontworpen om te beschermen gedurende *high impact crashes*.

Overige bevindingen

De CvO heeft een bevinding gedaan dat niet in directe relatie staat tot het ongeval. Kort na het ongeval heeft de CvO gesprekken gevoerd met het onderhoudspersoneel. Het onderhoudspersoneel

De CvO concludeert dat de logistieke bestel- en leveringsketen naar Mali moeizaam verloopt en er een slechte beschikbaarheid van helikopteronderdelen, onderhoudsmateriaal en (gekalibreerd) gereedschap is.

De CvO beveelt aan de logistieke processen met betrekking tot de aanvoer van vliegtuigonderdelen en bedrijfsstoffen te verbeteren zodat onderhoudsprocessen niet verstoord raken door een gebrek aan, of het te laat leveren van deze zaken.

1. Feitelijke informatie

1.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de feiten weergegeven die van belang zijn om de in de opdracht geformuleerde onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. In paragraaf 1.2. volgt een korte weergave van het verloop van de vlucht van de Q-15 tot aan het ongeval. Daarna wordt in paragraaf 1.3 tot en met 1.9 ingegaan op feiten en omstandigheden ten aanzien van de missie, de bemanning en de helikopter. De overlevingsaspecten en relevante medische gegevens komen aan bod in paragraaf 1.10 en 1.11. In paragraaf 1.12 tot en met 1.15 wordt het wrakonderzoek, het initiële onderzoek en het vervolgonderzoek beschreven. Tot slot wordt in paragraaf 1.16 ingegaan op overige gegevens die relevant zijn voor het onderzoek.

1.2. Vluchtopdracht Q-15 op 17 maart 2015

De verongelukte Apache met registratienummer Q-15 nam op 17 maart 2015 deel aan een trainingsvlucht. Het betrof een training om wapeninzet te beoefenen, ook wel *gunnery* genoemd. Het uitvoeren van een *gunnery* in het uitzendgebied heeft als doel de vaardigheden van de vliegers en het ondersteunende bewapeningspersoneel gedurende de uitzending op het gewenste niveau te houden. Daarnaast blijven de vliegers daarmee ook vertrouwd met de *aircraft performance* in relatie tot de plaatselijke klimatologische omstandigheden.

Om de geoefendheid van de AH-64D vliegers van het Nederlandse helikopterdetachement in Mali op peil te houden, vond de leiding van het detachement het van belang om een *gunnery* in te plannen en uit te voeren. Deze behoefte werd ook onderkend door de VN die uiteindelijk opdracht gaf de *gunnery* uit te voeren. Het dichtstbijzijnde geschikte oefengebied om dit soort trainingen te kunnen uitvoeren was een schietterrein gelegen op 45 kilometer ten noorden van Gao. Om dit schietterrein, te kunnen gebruiken, was toestemming nodig van de eigenaar, de Malinese regering. Sinds de deelname van het 1(NLD) helidetachement aan MINUSMA is getracht deze toestemming te verkrijgen. In maart 2015 werd deze toestemming uiteindelijk verkregen. Omdat de AH-64D Apaches deel uitmaken van de VN Missie MINUSMA was daarnaast toestemming nodig vanuit het MINUSMA Hoofdkwartier in Bamako. Conform de geldende VN procedure werd daarom, via de VN Tasking Cell, autorisatie aangevraagd bij het MINUSMA Hoofdkwartier. Nadat ook deze autorisatie was verkregen, werd de opdracht voor het uitvoeren van de trainingsvluchten door de VN tasking Cell opgenomen in het Daily Flight Schedule (DFS). Een DFS heeft de status van een formeel vluchtplan voor de Malinese autoriteiten. Met opname in de DFS, die ook geldt als Air Tasking Order (ATO), werd daarom door de VN formeel opdracht verleend tot uitvoering van de geplande trainingsvluchten.

Op 17 maart 2015 werd de range dus voor het eerst door het 1(NLD) Helidet MINUSMA voor een *gunnery* gebruikt. De missie bestond uit een ochtendvlucht (sortie) met twee AH-64D Apaches en een middagvlucht met twee AH-64D Apaches. Voor beide sorties stonden initieel de Apaches met registratienummer Q-19 en Q-22 gepland. Bij de uiteindelijke uitvoering is in plaats van de Q-19 de Q-15 ingezet voor de *gunnery*. Tussen de ochtend- en de middagvlucht zou de bemanning van beide helikopters worden gewisseld.

1.3. Beschrijving van de ongevalsvlucht

De ochtendvlucht van de AH-64D Apaches Q-15 en Q-22 op 17 maart 2015 verliep volgens planning en zonder bijzonderheden. Om circa 11:00 uur keerden de Q-15 en de Q-22 terug op het vliegveld van Gao om met een zogenaamde *warm handover* te worden overgedragen aan de bemanning voor de middagvlucht. Bij een *warm handover* worden beide hoofdmotoren uitgezet. Om de helikopter te blijven voorzien van elektriciteit, hydraulische- en luchtdruk, wordt er een interne hulpmotor opgestart, de *Auxiliary Power Unit* (APU). De systemen hoeven hierdoor niet te worden uitgezet waardoor het voor de missie gereed maken van de helikopter minder tijd in beslag neemt. Bij deze handover werden beide helikopters voorzien van brandstof en herbewapend.

De Q-22 vloog met het (Nederlandse) call-sign _____ en (VN) call-sign _____. De gezagvoerder van de Q-22 was *section-lead* en had daarmee de leiding over de formatie. De Q-15 vloog met het (Nederlandse) call-sign _____ het VN call sign _____ en was daarmee het zogenaamde *wing-aircraft*. In beide helikopters was de Back Seater (BS) de Pilot Flying (PF) en de Front Seater (FS) de Pilot in Command (PIC) die ook de electro-optische- en wapensystemen bediende. Om de oefening achteraf met extra beeldmateriaal te kunnen evalueren, bevestigde de BS van de Q-15 in zijn cockpit een GoPro videocamera. Het gebruik van deze videocamera was voor deze vlucht geautoriseerd. Met deze camera werden de handelingen van de bemanning tijdens de vlucht vastgelegd.

De vlucht vanuit Gao naar het trainingsgebied bestond uit een korte rechtlijnige route vanuit Gao naar het noorden over een afstand van circa 45 kilometer. Volgens de planning zou, na afloop van de training, vanuit dit gebied via een indirecte route worden teruggevlogen naar Gao.

Om circa 12:00 uur vertrokken de Q-22 en Q-15 vanaf het vliegveld van Gao naar het trainingsgebied. Nadat de FS Q-22 over de radio een zogenaamde *attack briefing* aan de bemanning van de Q-15 had doorgegeven, is de Q-22 gestart met de aanval (ofwel *run*) op het aangewezen oefendoel op het schietterrein. Na deze *run* is de Q-22 conform de daarvoor geldende procedure over rechts van het oefendoel weggedraaid.

Nadat de Q-22 zijn *run* had afgerond, begon de Q-15 met een aanvalsm manoeuvre op het oefendoel. Na het afvuren van twee *rockets*, bracht de BS de helikopter in horizontale vlucht en zette vervolgens, conform procedure, een bocht over rechts in. Op dat moment verloor de bemanning van de Q-15 de controle over de helikopter. De Q-15 begon, zonder dat daar door de vliegers een stuurbeweging voor werd gegeven, hevig over rechts te rollen. Na één volledige rol stopte de helikopter kort met rollen en vloog even bijna horizontaal. Daarop begon de Q-15 opnieuw hevig over rechts te rollen. Na de tweede rol kwam de helikopter uiteindelijk opnieuw in een horizontale positie. Deze manoeuvres gingen echter gepaard met een fors hoogteverlies waardoor de Q-15 met hoge verticale snelheid de grond raakte en om 12:59 uur verongelukte.

1.4. Omstandigheden

1.4.1. Weer

De trainingsvlucht vond bij daglicht plaats. Volgens het door de meteoroloog van het detachement opgestelde weerrapport van Gao was, ten tijde van het ongeval, de windsterkte zwak en de windrichting variabel tussen zuidoost en westzuidwest. Het zicht was vier kilometer met nevel en het weerstation detecteerde geen bewolking.

De temperatuur was 39 graden Celsius. De weersomstandigheden vielen binnen de gestelde limieten en waren niet afwijkend van het weer waaronder de bemanning normaal gesproken de vluchten in het missiegebied uitvoert.

1.4.2. *Omgeving*

De plaats van het ongeval, gelegen op circa 45 kilometer direct noord van Gao, is te typeren als een relatief vlak woestijnachtig gebied met verspreide lage begroeiing. Op enige afstand van de crashsite ligt de verharde weg die naar Gao leidt.

1.4.3. *Omstandigheden van de werkzaamheden*

Het 1(NLD) helikopter detachement, waar de bemanning van de Q-15 deel van uitmaakte, levert sinds 2014 een bijdrage aan MINUSMA. Met deze VN missie wordt onder andere beoogd om de Malinese regering te ondersteunen bij het herstellen van vrede en veiligheid in Mali. Op basis van zogenaamde Letters of Assist (LOA's) tussen Nederland en de VN zijn afspraken gemaakt over de inhoud van de Nederlandse bijdrage aan MINUSMA en de voorwaarden waaronder de Nederlandse eenheden, zoals de AH-64D Apache helikopters, kunnen worden ingezet. Het werken binnen MINUSMA verband wordt daardoor hoofdzakelijk gereguleerd door VN regels en procedures. Dit betreft onder andere regels ten aanzien van inzet, opdrachtverlening en uitvoering, bevelslijnen en verrekening van kosten. Op het vliegveld van Gao zijn tevens Franse eenheden gelokaliseerd die vanaf Gao een eigen anti-terrorisme missie uitvoeren onder de naam Barkhane. Deze missie staat geheel los van MINUSMA. Wel zijn in een Technical Agreement tussen de VN en Frankrijk afspraken gemaakt over mogelijke samenwerking met en ondersteuning door Barkhane aan MINUSMA in gevallen van nood of serieuze dreiging voor MINUSMA eenheden.

Uit gesprekken met detachementsleden

1.5. Letsel

Letsel	Betrokken personeel	Passagiers /omstanders	Derden	Totaal
Fataal	2	-	-	2
Ernstig	-	-	-	-
Licht/Geen	-	-	-	-
Totaal	2	-	-	2

1.6. Schade aan het luchtvaartuig

De AH-64D Apache Q-15 is als gevolg van het ongeval onherstelbaar beschadigd en moet als verloren worden beschouwd. Alle munitieonderdelen zijn door specialisten van de genie, die waren toegevoegd aan de SOLTG, ter plaatse onschadelijk gemaakt. Een week na het ongeval is het wrak overgebracht naar Kamp Castor in Gao. Op de crashsite zijn geen onderdelen van het wrak achtergebleven.

1.7. Schade aan derden

Het gebied waar het toestel is neergestort is, voor zover bekend, geen particulier eigendom. Het is de CvO niet gebleken dat er, als gevolg van het ongeval, sprake is van enige schade aan derde partijen.

1.8. Gegevens bemanning

1.8.1. Frontseater (FS)

Vliegtuigcommandant/ Gezagvoerder	Nederlandse man, 30 jaar	Geldig tot
Laatste vliegmedische keuring		
Bewijzen van Bevoegdheid		
Laatste Proficiency Check		
Laatste Operational Check		
Laatste Survival Equipment Course		
Laatste vlucht op type		
Laatste simulator op type		
Vliegervaring		
Totaal		
Laatste 3 maanden		
Laatste 24 uur (incl. ongevalsvlucht)		

1.8.2. *Backseater (BS)*

Eerste vlieger	Nederlandse man, 26 jaar	Geldig tot
Laatste vliegmedische keuring		
Bewijzen van Bevoegdheid		
Laatste Proficiency Check		
Laatste Operational Check		
Laatste Survival Equipment Course		
Laatste vlucht op type		
Laatste simulator op type		
Vliegervaring		
Totaal		
Laatste 3 maanden		
Laatste 24 uur (incl. ongevalsvlucht)		

1.9. **Gegevens van het luchtvaartuig**

1.9.1. *Algemeen*

Registratienummer	: Q-15
Vliegtuigtype	: Boeing AH-64D, Apache
Fabrieksnummer	: 98-00115
Bouwjaar	: 2000
Vlieguren	: 1583.4 uren
Bewijs van Inschrijving	: No. 1463, Den Haag, 22-12-2000
Bewijs van Luchtwaardigheid	: No. 1463, 22-12-2000
Motor(en) type	: General Electric T700-GE-701C (2x)
Serienummers motoren	: #1: 763903 : #2: 763858
Motoruren	: #1: 2275.4 uren : #2: 2582.4 uren

1.9.2. Configuratie helikopter

De Q-15 was, met betrekking tot de configuratie, een standaard Nederlandse AH-64D, op de Block I modificatiestandaard. De enige afwijking van deze standaard betrof de t.b.v. MINUSMA geïnstalleerde VMR-recorder voor het opslaan van tactische data.

De configuratie van de AH-64D is verder met name afhankelijk van het type missie. In onderstaande tabel is de configuratie van de Q-15 tijdens de ongevalsvlucht weergegeven. De configuratie bevond zich geheel binnen de in de *Flight Manual* gestelde eisen.

Positie	Systeem
Station 1 (inboard)	Empty
Station 2 (outboard)	
Station 3 (inboard)	Empty
Station 4 (outboard)	
Flares	
Boordwapen	
Bijzonderheden	

1.9.3. Weight & Balance

De Q-15 had een geldige, recentelijk uitgevoerde *Weight & Balance* meting (14-12-2014). In het *Aircraft Technical Log* (ATL) was een actuele *Aircraft Weight & Balance System Form* opgenomen. De belading en configuratie van de Q-15 voldeden aan de in de *Flight Manual* gestelde eisen voor wat betreft *Weight & Balance*.

1.9.4. Gegevens over het onderhoud

Volgens de onderhoudsadministratie in de registratiesystemen (o.a. SAP) en logboeken (ATL) voldeed de Q-15, inclusief alle componenten met een eigen programma voor periodiek onderhoud, aan de gestelde onderhoudseisen. Alle voorgeschreven preventieve onderhoudstaken waren uitgevoerd. De laatste grote inspectie (500 hrs fase-onderhoud) is uitgevoerd bij 1314 vlieguren. Daarnaast zijn er geen bijzonderheden aangetroffen voor wat betreft de in het verleden uitgevoerde correctieve onderhoudshandelingen, inclusief de klachten waarvan de afdoening was uitgesteld tot een hiervoor geschikt moment.

1.9.5. Vliegtuigprestaties

Het toestel was beladen en geconfigureerd binnen de toegestane limieten. Er waren, in relatie tot de atmosferische omstandigheden, geen beperkende factoren van toepassing ten opzichte van de standaard limieten zoals vermeld in de *Flight Manual* van de AH-64D.

1.9.6. *Type brandstof*

De in het vliegtuig aanwezige brandstof was van het type F-34. In het Aircraft Technical Log is deze vermeld als JP-8, de US military benaming voor F-34.

1.10. Overlevingsaspecten

In deze paragraaf worden de voor dit ongeval relevante overlevingsaspecten behandeld. Ten eerste wordt chronologisch weergegeven hoe de inzet en de verlening van hulp aan de slachtoffers na het ongeval zijn verlopen. Ten behoeve van het overzicht heeft de CvO deze feiten, ondanks dat deze in tijd deels parallel aan elkaar plaatsvonden, in twee paragrafen (1.10.1 en 1.10.2) beschreven. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens van de vluchtdatarecorders, gegevens uit de logboeken van de verkeerstoren op het vliegveld van Gao, het Bureau Helikopter Operaties bij het 1(NLD) Helidet en de SOLTG en getuigenverklaringen van verschillende betrokkenen. Vervolgens wordt in paragraaf 1.10.3 en 1.10.4 ingegaan op relevante aspecten ten aanzien van vliegveiligheidsuitrusting en -apparatuur.

1.10.1. *Het activeren van de hulpverlening*

1.10.2. Het verloop van de hulpverlening

1.10.3. *De Emergency Locator Transmitter*

De Nederlandse AH-64D Apache is voorzien van een *Emergency Locator Transmitter*

(ELT) die in geval van een crash automatisch een noodsignaal genereert t.b.v. de activering van nooddiensten. De ELT is voorzien van een switch aan de bovenzijde met een tweetal functies. In de stand 'ARM' is de ELT gereed voor gebruik en zal in het geval van een crash geactiveerd worden waarna het een noodsignaal uitzendt. Wanneer de switch in de 'RESET' stand wordt gezet, vindt er een zelftest plaats en zal het apparaat vervolgens automatisch worden uitgeschakeld.

Tijdens de ongevalsvlucht was deze ELT in de Q-15 geïnstalleerd, die conform de procedures en verklaringen van de in Mali aanwezige bemanningen in de 'ARM' positie moet hebben gestaan.

De ELT van de Q-15 is aangetroffen met een deuk in de bovenzijde van de behuizing, ter hoogte van de ARM-RESET switch. De ARM-RESET switch is in de stand RESET aangetroffen. Daarnaast bleek de antenne van de noodzender te zijn afgebroken.

Na het ongeval is gebleken dat door de verschillende hulpinstanties geen noodsignaal van de ELT is ontvangen. Hieruit concludeert de CvO dat de ELT geen noodsignaal heeft uitgezonden.

Figuur 1-2 Beschadigde ELT van de Q-15

1.10.4. Vliegveiligheidsuitrusting

Op beide *cyclics* zijn groenkleurige vegen aangetroffen die daar van origine niet op aanwezig zijn. De kleur van deze vegen komt overeen met de kleur van de helm van de vliegers. De CvO neemt daarom aan dat de helmen tijdens de impact in contact zijn geweest met de respectievelijke *cyclics*. De stoelen zijn uitgerust met een mechanisme dat tijdens een sterke verticale vertraging inzakkt om de vrijgekomen krachten te absorberen teneinde de vliegers te beschermen. Het effect daarvan is dat het hoofd van de vlieger dicht bij de *cyclic* komt waardoor de kans dat deze door het hoofd geraakt wordt, groter is.

De vliegers zijn uitgerust met overlevingsvesten waarin diverse middelen zitten die benodigd zijn om na een nood- of voorzorgslanding in uitzendgebied een bepaalde tijd te kunnen overleven voordat de redding plaatsvindt. In dit specifieke overlevingsvest (zogenaamde 'desert' vest) zit ter hoogte van de borst een ruimte waarin een keramische plaat gedragen kan worden die de vlieger tijdens de vlucht beschermt tegen projectielen uit klein kaliber wapens. De wijze waarop de voor de plaat bestemde ruimte is gecreëerd, geeft de vlieger de mogelijkheid om deze

keramische plaat op verschillende hoogtes in het vest te plaatsen. De keramische platen die de vliegers van de Q-15 gedurende het ongeval in hun vesten droegen, zijn in het kader van het onderzoek aan de CvO overgedragen.

1.11. Medische en pathologische gegevens

1.12. Uitgevoerd onderzoek

Om de oorzaak van het ongeval te kunnen achterhalen, heeft de CvO onderzoek gedaan aan het wrak en diverse componenten van de Q-15. In de navolgende paragrafen worden deze onderzoeken beschreven. Daarbij wordt ook gedetailleerd ingegaan op een aantal componenten van het besturingssysteem van de AH-64D. Om de inhoud van deze paragrafen te kunnen begrijpen, wordt geadviseerd de beknopte beschrijving en uitleg van de werking van het besturingssysteem te lezen. Deze is te vinden in bijlage A.

1.12.1. *Wrakonderzoek ter plaatse*

Direct na het ongeval op 17 maart 2015 zijn er eenheden van de SOLTG op de ongevalslocatie achtergebleven om het wrak en de directe omgeving te bewaken. Op 18 maart 2015 is, onder leiding van twee vliegveiligheidsfunctionarissen van het detachement, een team van technici naar het wrak gegaan om de datarecorders veilig te stellen, olie- en brandstofmonsters te nemen en de ongevalslocatie in kaart te brengen. Tevens werd de Go-pro aangetroffen en veiliggesteld. De CvO arriveerde op 21 maart 2015 op de ongevalslocatie om het onderzoek ter plaatse te starten.

Het wrak van de Q15 werd nagenoeg rechtstandig met de onderzijde op de grond aangetroffen waarbij het hoofdlandingsgestel volledig in de romp was gedrukt. De hoofdrotor was nog intact en zonder enige zichtbare schade. De motoren waren van hun bovenste ophangpunten losgebroken en hingen daardoor naar beneden aan de helikopter. De *main gear box* bevond zich niet meer in zijn originele positie, maar was naar voren geschoven waarbij de aandrijfas van de staartrotor is losgeraakt van de *gear box*. De aandrijfas zelf was op meerdere plaatsen gebroken.

Figuur 1-3 Afgebroken onderdelen links van de Q-15

De *canopy* van de FS moest, om hem te kunnen bevrijden, worden losgeknipt en is door de CvO voorover geklapt aangetroffen. De stoel van de FS was uit zijn bovenste bevestigingspunten gebroken waardoor de stoel voorover stond. De cyclic van de FS werd door de onderzoekers buiten de helikopter aangetroffen. Deze was door de brandweer met een knipschaar verwijderd om de FS te kunnen bevrijden. De pedalen stonden in neutrale positie.

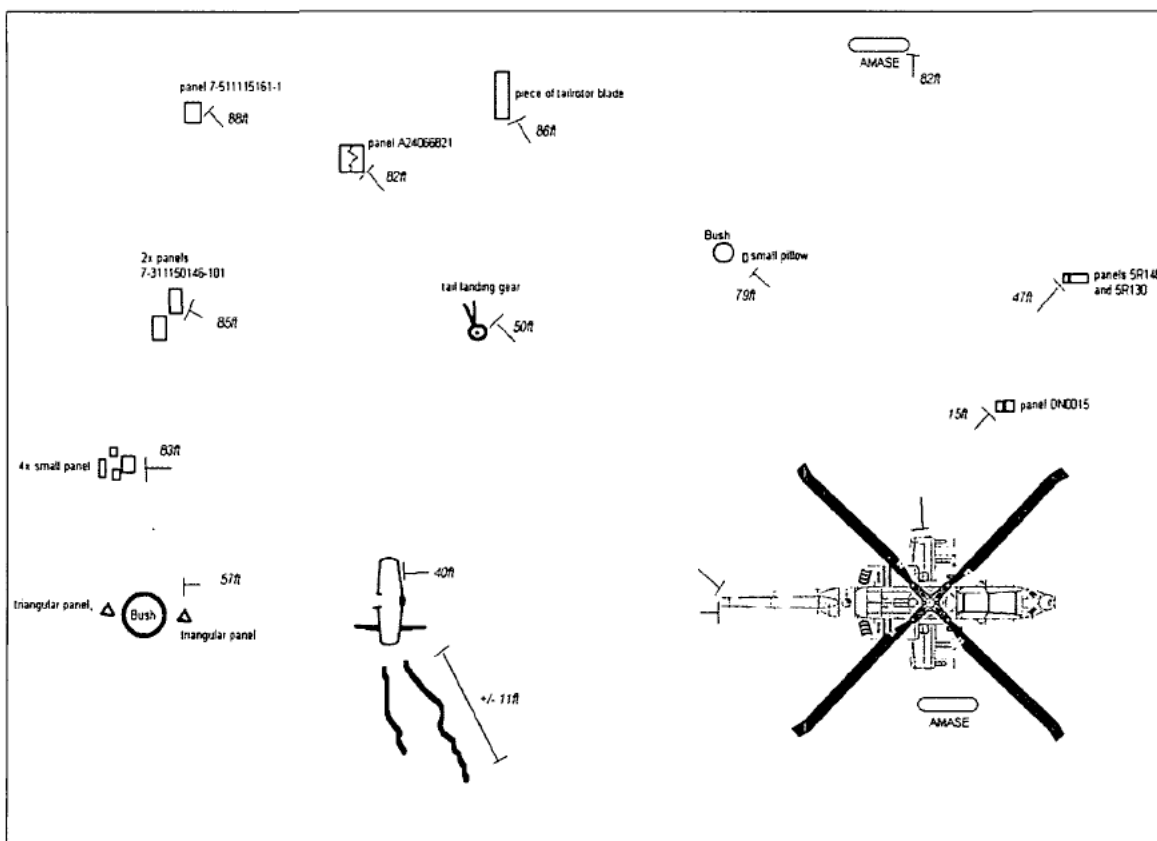
De constructie van de *canopy* van de BS was aan de bovenzijde losgebroken van de romp en de beglazing van de zijruiten was gebroken. Afgezien daarvan was de cockpit van de BS redelijk intact. De pedalen van de BS positie werden in de uiterste stand naar links aangetroffen, waarbij het linker pedaal was blijven steken achter

een stuk gebroken interne beplating.

Het verticale deel van het staartstuk werd, gesepareerd van de helikopter, op ongeveer een afstand van 12 meter achter het wrak aangetroffen. De bladen van de staartrotor waren zwaar beschadigd. Drie bladen waren geknikt en één was afgebroken. Het afgebroken blad werd op een afstand van 26 meter van de helikopter gevonden. Het staartwiel was afgebroken en lag in de 'zeven uurs' positie, op 15 meter van het wrak.

Naast het genoemde staartstuk, rotorblad en staartwiel, waren er rond de helikopter nog meer losse onderdelen te vinden zoals delen van beplating en scherven van de kunststof beglazing van de canopy. Het overgrote deel van deze onderdelen lag tot 25 meter achter en links van de Q15.

Na het ongeval zijn verschillende bedrijfsstoffen (voornamelijk brandstof en hydraulische olie) uit het wrak gelekt.



Figuur 1-4 Overzicht van de positie van diverse onderdelen, zoals aangetroffen op de ongevalslocatie

Nadat de CvO het onderzoek op de ongevalslocatie had afgerond, heeft de commissie opdracht gegeven het wrak van de Q-15 over te brengen naar Gao om daar het onderzoek op het wrak voort te zetten. Na aankomst op Gao, is het wrak in een *shelter* geplaatst waarna de CvO met behulp van de aanwezige monteurs is begonnen met het demonteren van alle voor het onderzoek relevante componenten. Hierna zijn de onderdelen gereed gemaakt voor verzending naar Nederland.

1.12.2. *Onderzoek vluchtregistratieapparatuur*

De AH-64D Apache helikopters beschikken over verschillende soorten vluchtregistratieapparatuur die data opslaan tijdens de vlucht, de zogenaamde datarecorders. De CvO heeft in het kader van het onderzoek de twee belangrijkste datarecorders van de AH-64D Q-15 laten onderzoeken, te weten de *Video en Meta datarecorder* (VMR) en de *Maintenance data recorder* (MDR).

De AH-64D in het uitzendgebied is uitgerust met een nieuw type datarecorder, de hierboven genoemde VMR.

De MDR is een recorder die een groot aantal technische data opslaat ten behoeve van het onderhoud en een groot aantal vluchtparameters. Tevens wordt door de MDR een audiobestand van de interne- en externe communicatie geregistreerd. Deze data wordt voornamelijk gebruikt voor onderhoudswerkzaamheden.

Beide datarecorders zijn de dag na het ongeval uit het wrak gehaald en ten behoeve van de CvO veiliggesteld. Omdat voor het uitlezen van de datarecorders speciale apparatuur benodigd is, zijn beide recorders op 20 maart 2015 met Nederlands militair vervoer naar Nederland getransporteerd voor nader onderzoek.

Het onderzoek en de VMR data-analyse is uitgevoerd door een team bestaande uit een 'Subject Matter Expert' (SME), die voor deze data-analyse is toegevoegd aan de CvO en medewerkers van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), het instituut dat betrokken is geweest bij de ontwikkeling van de VMR.

Het uitlezen van een MDR is alleen mogelijk met behulp van speciale software van de US Army en de fabrikant Boeing in de USA. De MDR is daarom, onder begeleiding van twee technisch specialisten van de Defensie Materieel Organisatie (DMO), doorgestuurd naar Fort Rucker, Alabama. Het *US Army Combat Readiness Centre/Safety Center* (USARC/Safety Center) in Fort Rucker heeft de MDR vervolgens, onder toezicht en begeleiding van de twee DMO medewerkers, onderzocht en uitgelezen. Omdat het USARC/Safety Center geen specialistische engineering capaciteit heeft, is hierbij samengewerkt met analisten van het *US Army Program Management* en Boeing.

1.12.3. *Bevindingen van het VMR en MDR onderzoek*

Op basis van de analyse van zowel de VMR¹ als MDR, aangevuld met de beelden van de in de cockpit gemonteerde GoPro camera, is de volgende reconstructie van het ongeval samengesteld.

De data laten zien

¹ Zie bijlage C: 'Technical Report Q-15 Accident Initial bus data and video/audio analysis'.

1.13. Vervolgonderzoek

De uitkomsten van het onderzoek aan de datarecorders maakten het besturingssysteem verdacht omdat de vliegers de helikopter niet onder controle konden krijgen, terwijl dit bij een goed functionerend BUCS wel het geval zou moeten zijn. Daarnaast is het gemeten groeiende verschil tussen de stand van de *cyclic* en de laterale *servo actuator* op de hoofddrotor zeer opmerkelijk. Aan de overige systemen zoals hydraulisch, elektrisch, motoren en transmissies zijn geen afwijkingen geconstateerd. Dit heeft ertoe geleid dat de CvO in een vroeg stadium heeft besloten zich te concentreren op het besturingssysteem van de Q-15. Hoewel de CvO zich geconcentreerd heeft op alle componenten van het besturingssysteem, lag het, met het oog op de resultaten van het onderzoek aan de datarecorders, voor de hand de aandacht met name te vestigen op de laterale *servo actuator* en de

Flight Management Computer.

De vluchtdata uit de datarecorders gaven geen aanleiding te vermoeden dat een eventueel falen van de staartrotor de oorzaak was van het ongeval. Uit verklaringen van het onderhoudspersoneel bleek dat men zich daar in eerste instantie wel zorgen over maakte. Om die zorgen weg te kunnen nemen en omdat de staartrotor een belangrijke functie heeft bij de besturing van de helikopter, heeft de CvO besloten om de aandrijfas van de staartrotor, de *tail rotor drive shaft*, te demonteren en voor onderzoek naar Nederland te verschepen.

1.13.1. Onderzoek laterale servo actuator bij

In overleg met de United States Government (USG) en Boeing, de ontwerper en fabrikant van de AH-64D, is besloten de laterale *servo actuator* te laten onderzoeken bij de fabrikant van dit component, , Californië. Dit onderzoek vond plaats op zaterdag 4 april 2015 en werd bijgewoond door twee leden van de CvO.

Het bezoek werd afgesloten met een overleg tussen de CvO, Boeing en de US Army. Afsproken werd dat verder onderzoek zou gaan doen naar de oorzaak van de breuk in de LVDT-*probe* en in wekelijkse telefonische conference calls verslag van de voortgang zou uitbrengen. Behalve en de CvO zouden ook Boeing en de USG deel nemen deze conference calls.

1.13.2. *Onderzoek LVDT*

In de weken na het bezoek aan _____ hebben specialisten van dit bedrijf onderzoek gedaan naar de oorzaak van het breken van de LVDT-*probe*. Het onderzoek heeft tot de volgende conclusies m.b.t. het falen van de laterale *servo actuator* LVDT van de Q-15 geleid²:

Uit het onderzoek bleek verder dat de onderhoudshistorie aantoont dat de bewuste *servo actuator* in 2008 in onderhoud is geweest, hoogstwaarschijnlijk bij het US Army Depot te Corpus Christie, Texas (CCAD).

Figuur 1-5 Breukvlak LVDT-*probe* Q-15

² Zie *bijlage B: Onderzoek Servo Actuator, Investigation, lateral Servo Exhibit*.

'Apache QDR

Figuur 1-6 Afgebroken joint *LVDT-probe* (schaal in Inches)

Figuur 1-7 Buiging in *LVDT-probe* (schaal in Inches)

1.13.3. *Onderzoek Flight Management Computer*

De FMC is onder begeleiding van twee CvO leden naar de fabrikant, Boeing, in Mesa Arizona, USA, gebracht voor nader onderzoek. Op dat moment was al duidelijk dat de oorzaak van het ongeval hoogstwaarschijnlijk gelegen was in het falen van de *LVDT-probe*. Desalniettemin is toch besloten de FMC op werking te laten onderzoeken. Op 6 april 2015 werd de FMC bij Boeing aangeboden voor een functionele test.

Hiertoe werd FMC in een laboratorium aangesloten op een testopstelling waarbij alle functionaliteiten van de besturing van de AH-64D kunnen worden gesimuleerd alsof de FMC in de helikopter gemonteerd zou zitten. Voordat de FMC werd aangesloten,

De FMC doorstond de functionele test bij Boeing. Deze test beperkte zich slechts tot het functioneren van de FMC onder normale gebruiksomstandigheden. Daarom is de FMC door Boeing doorgestuurd naar de leverancier.

1.13.4. *Onderzoek Tail Rotor Drive Shaft*

De zorg bij het detachement over een mogelijk falen van de *tail rotor drive shaft* was mede gebaseerd op het feit dat recent relatief veel onderhoudsactiviteiten waren uitgevoerd op de aandrijfas van dit onderdeel. De aandrijfas zoals aangetroffen op de crash site was op meerdere plekken gescheurd en afgebroken.

Uit het metallurgisch onderzoek van het NLR blijkt dat de geconstateerde beschadigingen aan de *tail rotor drive shaft* zijn veroorzaakt door de impact van de crash. De CvO concludeert dat de oorzaak van het ongeval niet ligt in het functioneren van de *tail rotor drive shaft*.

1.13.5. *Brandstof- en oliemonsters*

De meest belangrijke olie in dit onderzoek, de hydraulische olie die de aansturing verzorgt van de *servo actuator*, is bij het onderzoek op de bewuste *servo actuator* opgevangen en onderzocht. Daarbij werden geen significante zaken aangetroffen.

Tegen de tijd dat de van de Q-15 afgenomen brandstof- en oliemonsters konden worden aangeboden voor onderzoek, werd uit de analyse van de datarecorders duidelijk dat de oorzaak niet in deze vloeistoffen gezocht moest worden. De CvO heeft daarom besloten deze monsters niet meer voor onderzoek aan te bieden.

1.14. **Overige informatie**

1.14.1. *Afstemming Crisis Management Team CLSK*

Direct na het ongeval van de Q-15 is door C-LSK besloten alle operaties met de AH-64D helikopters op te schorten in afwachting van voldoende duidelijkheid over de oorzaak van het ongeval en daarmee inzicht in een mogelijk risico voor de rest van de vloot. De constatering dat de LVDT-*probe* van de laterale *servo actuator* zonder een op dat moment duidelijke reden was gebroken, impliceerde een risico voor alle AH-64D helikopters. De verantwoordelijkheid over de verdere besluitvorming met betrekking tot dit risico en de eventueel te nemen maatregelen om deze risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, ligt in dit geval bij de C-LSK, geadviseerd door het zogenaamde Crisis Management Team (CMT). Het CMT wordt voorgezeten door de gemandateerd typecertificaathouder, het Hoofd Rotary Wing Aircraft van de Defensie Materieel Organisatie (DMO). Het CMT was voor het vormen van een evenwichtig oordeel afhankelijk van de uitkomsten van het onderzoek van de CvO. Daarom werd er door de CvO afgestemd met het CMT om deze op de hoogte te houden van de voortgang en uitkomsten van het onderzoek zodat het CMT op basis daarvan gefundeerd advies aan CLSK kon geven.

1.14.2. Soortgelijk eerder ongeval

In 2011 is er een AH-64D van de US Army verongelukt als gevolg van een foutief signaal van de LVDT van de laterale servo actuator. Ook dit bleek te zijn veroorzaakt door een breuk van de *probe*. Aangezien de helikopter zich op lage hoogte en in de *hover* bevond, resulteerde het ongeval niet in enig letsel van de bemanning. Wel was de helikopter onherstelbaar beschadigd. De betreffende LVDT was van het type

In het destijds door [redacted] uitgevoerde onderzoek naar aanleiding van dit ongeval werd geconcludeerd dat de oorzaak van de breuk te wijten was aan een combinatie van drie factoren en dat het juist deze combinatie is geweest waardoor het ongeval heeft plaatsgevonden.

Deze constatering is aanleiding geweest voor om extra maatregelen door te voeren bij opslag, behandeling en controles van de *probe* in het assemblageproces.

De US Army heeft op basis van de genomen maatregelen en de conclusie dat het een onwaarschijnlijke combinatie is geweest van de drie genoemde factoren, besloten het ongeval te beschouwen als een *isolated case*.

1.15. Overige bevindingen

Gedurende het onderzoek heeft de CvO met diverse partijen gesproken om zich een beeld te vormen van de omstandigheden waaronder het ongeval heeft plaatsgevonden. In gesprekken

2. Analyse

Aan de hand van de feitelijke gegevens en de resultaten van de uitgevoerde onderzoek zoals hiervoor beschreven, heeft de CvO het ongeval en de mogelijke oorzaken geanalyseerd. In paragraaf 2.2 wordt kort ingegaan op de resultaten van het wrakonderzoek. Paragraaf 2.3 gaat in op de uitkomsten van de onderzoeken op de datarecorders. In paragraaf 2.4 worden de uitkomsten van het onderzoek naar de LVDT van de Q-15 geëvalueerd. Vervolgens wordt in paragraaf 2.5 de uitkomsten van het onderzoek aan de FMC geanalyseerd. Paragraaf 2.6 belicht de aspecten met betrekking tot een eerder soortgelijk ongeval in 2011. Als laatste worden de diverse overlevingsaspecten, daar waar van belang, geanalyseerd in paragraaf 2.7. Hierbij wordt ingegaan op de besluitvorming en coördinatie omtrent de hulpverlening, de reactietijd, de werking van de vliegveiligheidsuitrusting en de crashbestendigheid van de Q-15.

2.1. Omstandigheden

De planning en opdracht voor deze vluchten zijn conform procedure verlopen; de CvO heeft daaromtrent geen bijzonderheden geconstateerd.

De CvO heeft gekeken naar Human Factors die kunnen hebben bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. Gedurende gesprekken met leden van het detachement zijn er geen bijzonderheden geconstateerd, bijvoorbeeld voor wat betreft de mentale fitheid van de vliegers en de onderlinge sfeer en samenwerking. Tevens zijn er geen bijzonderheden geconstateerd voor wat betreft werkomstandigheden en het weer. De veelal hoge temperatuur en de hoeveelheid stof zijn factoren die het werk kunnen bemoeilijken, maar deze factoren hebben geen rol gespeeld bij het ontstaan van het ongeval.

Tot slot voldeed de bemanning aan de vereiste kwalificaties en was de helikopter luchtwaardig.

2.2. Wrakonderzoek

Tijdens het veldonderzoek aan het wrak kwamen geen zaken naar voren die voor de CvO aanknopingspunten gaven om de oorzaak van het ongeval in een bepaalde richting te zoeken. De zwaar beschadigde staartrotorbladen duiden erop dat het zeer waarschijnlijk is dat de staartrotor tot het laatste moment aangedreven is geweest. Daarnaast lagen alle van de Q-15 afgesprongen onderdelen relatief dicht bij elkaar zodat het in de lucht uiteenvallen van de helikopter uitgesloten kon worden. De schade aan de Q-15 toonde aan dat de helikopter met een hoge verticale snelheid is neergestort.

Gedurende de demontage van het wrak op Gao zijn alle relevante componenten van het besturingssysteem gedemonteerd en gereedgemaakt voor verzending naar Nederland. Gedurende deze demontage zijn geen andere zaken aangetroffen die in verband te brengen waren met de oorzaak van het ongeval.

2.3. Onderzoek VMR en MDR

De *logic* van de programmering van de FMC heeft de foutieve aanwijzing als gevolg van de breuk van de LVDT-*probe* geïnterpreteerd als een verstoring in het stangenstelsel van het besturingssysteem, terwijl dit systeem gewoon intact was. Het enige dat afwijkend was aan alle informatie die de FMC ontving, was de stand

van de *servo actuator*. De door de LVDT doorgegeven stand was niet logisch ten opzichte van de andere parameters zoals bijvoorbeeld de *roll rate* van de helikopter op dat moment. [REDACTED]

Uit de data van datarecorders bleek verder dat het falen van de LVDT dusdanig fataal was, dat de vliegers geen enkele kans hebben gehad de helikopter op enige wijze te redden. Daarom heeft de CvO ook gemeend dat het geen toegevoegde waarde had om de fatale vlucht na te vliegen in een simulator.

Conclusie:

De software van de FMC is op dit moment niet in staat foutieve LVDT-informatie te onderkennen door middel van het met elkaar vergelijken van alle aangeboden parameters.

2.4. Onderzoek LVDT

De LVDT *probe* van de Q-15 is gebroken als gevolg van vermoeiing. Het optreden van een vermoeiingsbreuk is terug te voeren op het feit dat de *probe* krom was waardoor het materiaal bij iedere slag van de *servo actuator* opnieuw belast werd. Bij het ontwerp van het onderdeel is er geen rekening mee gehouden dat het materiaal een dergelijke belasting zou kunnen ondergaan omdat de *probe*, indien volledig recht, met minimale wrijving in en uit de *tube* beweegt waarbij er geen laterale krachten op de *probe* worden uitgeoefend.

De *servo actuator* is een component met enkel zogenaamde *on-condition* onderhoud. Dit houdt in dat er alleen onderhoud wordt verricht indien zich storingen voordoen. Dergelijke componenten zijn in beginsel niet gevoelig voor fatale vermoeiingschade, of de snelheid waarmee deze schade zou kunnen optreden is zo laag dat zich dit niet kan voordoen binnen de voorziene levensduur.

Conclusie:

De LVDT *probe* van de Q-15 is gebroken als gevolg van vermoeiing, veroorzaakt door krachten als gevolg van een buiging in de *probe*.

Conclusie:

Berekeningen hebben aangetoond dat het ontwerp van de *probe* van robuuster is dan dat van .

Er is eveneens gekeken naar mogelijke verschillen tussen de verschillende posities van de servo actuator waar de LVDT's op geïnstalleerd zijn, met name omdat in zowel het geval van de Q-15 als bij het eerdere US Army ongeval het de LVDT van de laterale *servo actuator* betrof. Op basis van variabelen als bewegingsfrequentie en uitslag wordt de conclusie getrokken dat dit deels toeval is, omdat de directionale theoretisch het zwaarst wordt belast. Wel is het gevolg van een mogelijk falen van de laterale *servo actuator* aanmerkelijk ernstiger (catastrophic) dan van de directionale servo actuator.

Op basis van bovenstaande overwegingen en conclusies heeft besloten om de LVDT van het type per direct uit het ontwerp van de AH-64 *Servo Actuators* te verwijderen.

Op basis van dezelfde argumenten heeft het CMT de C-LSK geadviseerd om de AH-64D operaties te hervatten op voorwaarde dat alle *servo actuators* die voorzien zijn van een LVDT, te vervangen door exemplaren met een LVDT. De C-LSK heeft dit advies overgenomen, waarmee op 6 mei 2015 de vliegoperaties met de Nederlandse AH-64D's weer hervat zijn.

De *probe* van de Q-15 had als enige afwijking dat hij krom was, verder zijn er geen afwijkingen in het onderdeel gevonden. De kwaliteit van de soldeerlaag (*brazing*) was in orde, de maatvoering (uitgezonderd de genoemde kromming) was volledig binnen de normen en het materiaal voldeed aan de specificaties en was homogeen.

[REDACTED]

Conclusie:

Er zijn geen andere afwijkingen aan de LVDT-*probe* geconstateerd die kunnen hebben bijgedragen aan het ontstaan van de breuk.

Intern onderzoek binnen

3

Conclusie:

In het rapport van wordt niet voldoende onderbouwd waarom trillingen kunnen worden uitgesloten als mogelijke oorzaak voor het verbuigen van de probe.

³ Door DMO is voorgesteld hier in samenwerking met het NLR nader onderzoek naar te verrichten en de resultaten hiervan terug te koppelen aan Boeing en de US Army.

De LVDT is door uit het ontwerp verwijderd en door zowel CLSK als de US Army is besloten de LVDT's uit de huidige vloot te verwijderen. Weliswaar hebben berekeningen aangetoond dat het onwaarschijnlijk is dat een *probe*, als gevolg van vermoeling, gedurende de verwachte levensduur kan breken, maar volgens de CvO verdient het de voorkeur de bron van het probleem aan te pakken: het krom raken van de *probes*. In het onderzoeksrapport van worden de mogelijke oorzaken van de buiging benoemd. Voor een aantal van die mogelijke oorzaken is het uitsluiten daarvan onvoldoende onderbouwd.

Conclusie:

Op dit moment zijn de mogelijke oorzaken voor het verbuigen van de *probes* nog onvoldoende onderbouwd.

Conclusie:

Het verwijderen van de LVDT heeft weliswaar het imminente risico op een breuk teruggebracht tot een aanvaardbaar niveau, maar daarmee is het risico op een breuk nog niet volledig weggenomen.

Het gebruikte materiaal van de LVDT *probe* is staal. Voor deze legering is gekozen vanwege de vereiste elektromagnetische eigenschappen. Dit materiaal is echter relatief zacht, en daardoor gevoelig voor verbuiging. Een mogelijk alternatief materiaal betreft Inconel, dat veel harder is en aanzienlijk beter bestand is tegen verbuigingen terwijl het voldoet aan dezelfde elektromagnetische specificaties. Dit materiaal wordt al toegepast in LVDT's die in omgevingen met veel trillingen moeten functioneren⁴.

Conclusie:

Als de LVDT-*probe* van Inconel wordt geproduceerd in plaats van staal, wordt de kans op verbuiging significant gereduceerd.

2.5. Onderzoek FMC

De FMC doorstond de functionele test

⁴ onderzocht op verzoek van de US Army in hoeverre een ontwerpwijziging haalbaar en wenselijk is.

Conclusie:

De Flight Management Computer heeft tot aan impact normaal gefunctioneerd.

2.6. Soortgelijk eerder ongeval

Zoals eerder in dit rapport vermeld, heeft er in 2011 bij de US Army een soortgelijk ongeval plaatsgevonden. In de civiele luchtvaart is het gebruikelijk dat luchtvaartautoriteiten, die een wederzijdse erkenning hebben, elkaar op de hoogte brengen indien er een ernstig ongeval heeft plaatsgevonden. De Nederlandse Militaire Luchtvaart Autoriteit (MLA) en de Amerikaanse equivalent binnen de US Army, de Aviation Engineering Directorate (AED), hebben een wederzijdse erkenning. De CvO is nagegaan of deze erkenning heeft geleid tot het door de Amerikaanse autoriteit melden van het soortgelijke ongeval in 2011 aan de MLA.

In het erkenningscertificaat wordt niet expliciet gesteld dat de AED de MLA altijd direct dient te informeren wanneer er een ernstig ongeval (*Class A mishap*) heeft plaatsgevonden. Wel is in de erkenning vastgelegd welke informatie er ter beschikking gesteld dient te worden in het kader van de bewaking van de luchtwaardigheid van een vliegtuigtype.

Door de CvO is vastgesteld dat zowel de MLA als de DMO (typecertificaathouder) niet waren geïnformeerd over dit incident. Aangezien de conclusie van het Amerikaanse onderzoek naar het ongeval in 2011 was dat het een *isolated case* betrof en dat er dus geen sprake was van een luchtwaardigheids-risico, was er conform de overeenkomst geen noodzaak een formele melding naar de Nederlandse autoriteiten te maken.

Het ongeval van de US Army AH-64D helikopter is wel aan de orde gekomen tijdens de 2011-10 System Safety Working Group (SSWG). Bij de SSWG zijn vertegenwoordigers van de Nederlandse defensie organisatie aanwezig in de rol van toehoorder. Aangezien ook hier werd aangegeven dat het een *isolated case* betrof, heeft dit niet geleid tot verdere onderzoek acties.

Conclusie:

Omdat er uit het onderzoek naar het ongeval bij de US Army in 2011 geen luchtwaardigheids-risico naar voren is gekomen, was er conform de erkenningsovereenkomst geen noodzaak een formele melding naar de Nederlandse autoriteiten te maken.

2.7. Overlevingsaspecten

Bij de beoordeling van de overlevingsaspecten wordt naast de responstijd, de zorgketen en de intensiteit van de impact ook gekeken naar aspecten van het acroniem C.R.E.E.P. (container, restraints, environment, energy absorption, postcrash factors). De informatie is verkregen uit verschillende MINUSMA-documenten, verslagen en interviews van het personeel in Mali. In de volgende paragrafen worden de bevindingen beschreven.

2.7.1. Besluitvorming inzet hulpverlening

De Medevac na het ongeval is uitgevoerd door het op Gao gestationeerde Franse detachement van de missie Barkhane. De Franse Medevac capaciteit werd, korte tijd nadat zij over het ongeval waren geïnformeerd, door de Fransen zelf aangeboden. Gezien de ernst en de spoedeisendheid van de situatie werd dit aanbod direct door Heli-ops geaccepteerd.

Normaliter zijn MINUSMA eenheden aangewezen op de Medevac capaciteit van de VN. De VN heeft hiervoor de beschikking over civiele Medevac helikopters (MI-8), onder andere gestationeerd op Gao. Omdat dit civiele helikopters betreft, zijn deze echter beperkt inzetbaar.⁵ Voor Medevac ondersteuning van missies in gebieden met een verhoogd risico, beschikt MINUSMA over Nederlandse Chinook transporthelikopters die als militaire Medevac helikopters kunnen worden ingezet.

De VN heeft met de Fransen in een Technical Agreement (TA) afspraken gemaakt op grond waarvan met MINUSMA kan worden samengewerkt en MINUSMA door Franse eenheden kan worden ondersteund. Op basis van deze afspraken kan door Barkhane in noodsituaties ondersteuning worden geleverd aan MINUSMA, onder andere door het leveren van Medevac capaciteit. Volgens de afspraken zoals vastgelegd in de TA, kan de VN een verzoek om ondersteuning indienen bij de Fransen wanneer zij zelf geen capaciteit en/of middelen voorhanden heeft. De Fransen kunnen daarnaast alleen ondersteuning leveren als zij zelf geen operatie uitvoeren.

De CvO constateert, op basis van bovengenoemde afspraken, dat een aanvraag tot inzet van een Franse Medevac capaciteit in dit geval via de VN diende te verlopen.

Met het oog op de ernst en urgentie van de situatie, vindt de CvO het besluit van heli-ops om snelheid te laten prevaleren boven het doorlopen van een formele procedure begrijpelijk. Daarnaast is de VN hiervan wel meteen op de hoogte gesteld waarna de VN heeft aangegeven de procedure tot inzet VN Medevac niet verder te doorlopen.

Conclusie:

Met het oog op het spoedeisende karakter van de calamiteit is het vanzelfsprekend dat het 1(NLD) helidetachment, buiten de VN procedure om, de Franse Medevac capaciteit heeft geaccepteerd.

⁵ Tweede Kamer der Staten-Generaal (2014) Nederlandse deelname aan vredesmissies. Vergaderjaar 2013-2014, 29521, nr. 241.

Daarnaast is besloten om de D-103 in te zetten om waar nodig te ondersteunen met bewakings-, brandweer en medisch personeel ondanks het feit dat met de D-103 nog een *Functional Check Flight* (FCF) moest worden gemaakt. In plaats daarvan werd besloten om de FCF tijdens de vlucht naar de crashsite uit te voeren. Deze inzet van de D-103 was echter niet conform de geldende VN procedure voorafgaand door HQ MINUSMA geautoriseerd.

Het is de CvO gebleken is dat ten aanzien van deze inzet een afweging is gemaakt van de daaraan verbonden risico's. In deze afweging werd meegenomen dat het defect aan de D-103 van geringe ernst was en dat het maken van de vlucht zonder voorafgaande FCF geen onnodige risico's voor de vliegveiligheid met zich mee bracht. Aan het snel kunnen inzetten van ondersteuning is daarom voorrang gegeven. De CvO heeft geconstateerd dat deze besluitvorming in de gegeven omstandigheden en gezien de ernst van de situatie verklaarbaar en verantwoord is geweest.

Conclusie:

Het inzetten van de D-103 zonder voorafgaande toestemming vanuit de VN is, gezien de omstandigheden, naar de mening van de CvO verantwoord geweest.

Conclusie:

Gezien de aard van het gecorrigeerde defect, heeft het inzetten van de D-103, zonder dat vooraf de benodigde Functional Check Flight is uitgevoerd, de vliegveiligheid niet nadelig beïnvloed.

2.7.2. Reactietijd

De reactietijd voor Casevac en Medevac missies zijn vastgelegd in de MINUSMA *Standard Operating Procedure* (SOP), 'MINUSMA casualty/medical evacuation'. Hierin wordt de reactietijd gesteld van 30 minuten voor *take-off* voor Casevac en 60 minuten voor *take-off* bij complexe en lange Medevac missies. In de *Letter of Assist* (LOA) tussen Nederland en de VN ten aanzien van de CH47D Chinook transporthelikopters wordt, indien de eenheid de opdracht heeft gekregen gereed te staan voor Medevac inzet, onderscheid gemaakt tussen dag- en nachtoperaties. 's Nachts geldt een responsetijd van 60 minuten en overdag van 30 minuten. Uit de interviews is vernomen dat de Franse responstijd op 60 min staat gepland.

Hoewel zowel de Fransen als de Chinook niet gepland stonden voor het uitvoeren van een Medevac voor MINUSMA, heeft de CvO gemeend de tijden toch te spiegelen aan de reactietijden die normaal gesproken gehanteerd worden. Dit om iets te kunnen zeggen over de effectiviteit van de uitgevoerde hulpverlening.

De Franse Medevac helikopter is om 14:01 uur van Gao opgestegen en arriveerde om 14:20 uur op ongevalslokatie. De D-103 was reeds om 13:48 uur opgestegen en om 14:00 uur bij de Q-15 geland. De CvO constateert dat de D-103 ongeveer 1 uur na de melding arriveerde. De Franse Medevac arriveerde 1 uur en 20 minuten

na het ongeval. De CvO constateert dat, ondanks het feit dat de helikopters niet gepland stonden, beide eenheden voldaan hebben aan de gestelde reactietijden.

Conclusie:

De CvO is van mening dat gezien de omstandigheden de gehele medische hulpverlening adequaat heeft gereageerd en dat professionele zorg tijdig is verleend.

In het geval dat er geen gebruik gemaakt was van het Franse aanbod tot inzet van Medevac capaciteit, had MINUSMA moeten terugvallen op haar eigen Medevac capaciteit. Op 17 maart 2015 was dat de op Gao gestationeerde civiele MI-8 helikopter. Zoals in 1.10.1 aangegeven was de inzetbare Nederlandse CH-47 D-662 immers als transporthelikopter ingezet voor vredesbesprekingen in Kidal. De CvO heeft niet nader onderzocht hoe de hulpverlening zou zijn verlopen als de MI-8 had moeten worden ingezet en hoeveel tijd het in beslag had genomen om de MI-8 ter plaatste te krijgen. Wel heeft de CvO gekeken naar de van toepassing zijnde VN regelgeving ten aanzien van luchtvaartongevallen en medische evacuatie binnen MINUSMA⁶. Hieruit blijkt dat, in deze situatie, het gebied waarin de Q-15 lag een beperkende factor had kunnen zijn gezien het feit dat deze in een gebied lag dat vrij toegankelijk was voor vijandige eenheden en waarvan bekend was dat er niet geëxplodeerde munitie lag. Desondanks is het lastig een reële inschatting te maken van wat de eventuele responstijd van de MI 8 was geweest in dit specifieke geval.

Conclusie:

Met het oog op het open en relatief onveilige terrein waar de crash heeft plaatsgevonden, acht de CvO het niet aannemelijk dat inzet van de MI-8 zou hebben geleid tot een snellere hulpverlening ter plaatse.

2.7.3. *Coördinatie van de hulpverlening*

⁶ 'Aviation Emergency Response Plan MINUSMA 2014' en 'Standard Operating Procedure MINUSMA Casualty/Medical Evacuation'.

Conclusie:

De vliegers en de loadmasters van de D-103, de BS Q-22 en de mensen bij Heli-ops, waren niet bekend met door de medici gebruikte term: Prio-4 gewonde. Dit heeft tot verwarring geleid, maar in dit geval geen negatief effect gehad op de hulpverlening.

2.7.4. Helmen

Uit groenkleurige vegen op de *cyclics* blijkt dat de helmen tijdens de crash deze *cyclics* hebben geraakt. Hoewel de crash zo hevig was dat de helm in dit geval geen bijdrage had kunnen leveren aan de overleefbaarheid, vindt de CvO de vraag in hoeverre de helmen in algemene zin bescherming bieden tijdens crashes relevant. De CvO heeft binnen CLSK geen norm kunnen vinden waaraan de helm moet voldoen voor wat betreft de beschermende werking. De helm wordt, met zijn ingebouwde visuele systemen, voornamelijk gezien als onderdeel van het (wapen)systeem. Daarom heeft de CvO TNO verzocht een literatuurstudie uit te voeren naar de beschermende werking van de in de AH-64D toegepaste helm.

De basis voor het onderzoek van TNO vormt een studie van B. Joseph McEntire:

⁷ IK 2-22, *Zelfhulp Kameraden Hulp*, 11^{de} druk

'U.S. Army Aircrew Helmets: Head Injury Mitigation Technology'. In dit rapport wordt onder andere de in de Apache gebruikte helm getest. De waardes die uit deze testen komen heeft TNO afgezet tegen recent onderzoek waarin de letselconsequenties worden beschreven, gerelateerd aan de resultaten van dergelijke helmtesten.

TNO stelt: 'De beschermende waarde die de IHADSS biedt is te verwaarlozen, ook tijdens crashes. De beschermende waarde is dusdanig laag dat het hoofd onvoldoende beschermd wordt om te voorkomen dat de vlieger het bewustzijn verliest tijdens overleefbare crashes.' Om dit in perspectief te plaatsen wordt er verder gesteld: 'De HGU-56/P⁸ biedt een hogere bescherming, echter, wederom te laag om bovengenoemde doelstelling te behalen.'

Conclusie:

De CvO heeft niet kunnen achterhalen welke norm binnen er CLSK gehanteerd wordt voor wat betreft de beschermende werking van de helm. Het is wel duidelijk geworden dat deze niet is ontworpen om te beschermen gedurende *high impact crashes*.

2.7.5. *Survival vests*

2.7.6. *Crashbestendigheid AH-64D Apache*

Uit onderzoek is gebleken dat het *landing gear* (opvangen door struts en volledig inklappen), *gun turret* (ontlasten cockpits via railsysteem) en stoelen (*crashbestendig* systeem) conform de specificaties van de AH-64D Apache hebben gewerkt. De werking hiervan is effectief tot een daling van ca. 3000 ft/m. Uit de informatie uit de datarecorders blijkt echter dat de Q-15 met een verticale snelheid van ca. 4700ft/m (ca.86 km/u) de grond geraakt heeft.

Conclusie:

Het energie-absorptie mechanisme van de stoelen en het landingsgestel hebben hun maximale werking gedaan. De kracht die vrijkwam bij de verticale impact van de Q-15 was echter dusdanig groot dat de limieten van de crashbestendigheid werden overschreden.

⁸ Helm in gebruik bij andere helikoptertypes van het DHC

2.7.7. *Overleefbaarheid*

De stand van de helikopter op de crashsite was nagenoeg rechtstandig (wielbasis op de grond). De overleefbare ruimte in de cockpit (container) is moeilijk te beoordelen omdat het niet goed na te gaan is in hoeverre het frame is ingezakt en weer opgeveerd. Wel is geconstateerd dat de vliegers hun veiligheidsgordels droegen en dat het energie-absorptie mechanisme van de stoelen en het landingsgestel hun maximale werking hebben gedaan. Het was een woestijnachtige omgeving met temperaturen van ongeveer 39 Celsius. Na de crash is er geen *post crash* brand ontstaan. Doordat echter de limieten van de crashbestendigheid ruimschoots werden overschreden, waren de krachten op de inzittenden dusdanig groot dat er geen overlevingskansen meer was.

Conclusie:

Hoewel alle ingebouwde veiligheidssystemen hun maximale werking hebben gedaan, was de verticale impactsnelheid (ca. 4700 ft/m / ca. 86 km/u) dusdanig hoog dat er geen overlevingskansen waren.

2.7.8. *Emergency Locator Transmitter*

De ELT heeft na de crash geen signaal uitgezonden. De oorzaak hiervoor kan zeer waarschijnlijk gezocht worden in het indeuken van de bovenzijde van de behuizing. Daardoor is de ARM-RESET schakelaar in RESET gedrukt waardoor de activatie van de zender door de crash onmiddellijk weer teniet werd gedaan. Daarnaast was de antenne van de zender afgebroken. Mocht de zender wel zijn blijven werken, had het ontbreken van de antenne het uitzenden van een noodsignaal alsnog verhinderd. Blijkbaar is de ELT tijdens de crash met grote kracht in aanraking gekomen met een deel van de helikopter waardoor hij zwaar beschadigd en onbruikbaar is geraakt. Welk deel van de Q-15 precies in aanraking is gekomen met de ELT, heeft de CvO niet gereconstrueerd. Bij dergelijke zware crashes is het blijkbaar mogelijk dat de ELT in zijn huidige montagepositie dusdanig beschadigd raakt dat hij niet meer functioneert.

Conclusie:

De ELT heeft zeer waarschijnlijk niet gefunctioneerd doordat de ARM-RESET schakelaar als gevolg van het verbuigen van de behuizing in de stand RESET is gedrukt.

Conclusie:

De montagepositie van de ELT in de helikopter is mogelijk niet optimaal met het oog op de kans op beschadiging gedurende crashes.

2.8. Overige bevindingen

2.8.1. Tekort aan beschikbare reserve-onderdelen

Problemen in de logistieke keten en een tekort aan onderdelen zijn ook in een eerder onderzoeksrapport naar voren gekomen. Dit betreft het rapport: 'Bedrijfsongeval met schade tijdens onderhoud aan betrokken Chinook met registratie D-667' (hierna 'AC/DC') van februari 2013 waarin het voorval beschreven wordt waarbij AC en DC kabels zijn verwisseld. In dit eerdere 'AC/DC' onderzoeksrapport wordt onder andere geconcludeerd dat de onderhoudsactiviteiten vaak met onderbrekingen en aanzienlijke vertragingen te maken hebben. Fouten in de bestellingen, vertraging in de levering en geringe beschikbaarheid van onderdelen kunnen tot onderbrekingen leiden die onderhoud en gereedstelling kunnen verstoren. Onderhoudspersoneel in Mali heeft aangegeven dezelfde problemen te ervaren en dat dit bij menigeen tot frustraties leidt.

Een van de aanbevelingen in het 'AC/DC' rapport is om nader te onderzoeken of de waargenomen tekortkomingen in de logistieke bestel- en leveringsketen structureel zijn en hoe indien nodig verbeteringen kunnen worden aangebracht. In de CDS-nota (d.d. maart 2014; referentie BS2014006350) over dit voorval staat dat C-LSK deze aanbeveling niet heeft overgenomen en dat C-LSK aangeeft dat door een verbeterde bedrijfsvoering de reservedelen-situatie geleidelijk aan het verbeteren is. Er wordt hierbij ook verwezen naar de invoering van SAP, waarbij destijds de verwachting was dat dit tot verdere verbetering zou leiden.

Conclusie:

De logistieke bestel- en leveringsketen naar Mali verloopt moeizaam en er is een slechte beschikbaarheid van helikopteronderdelen, onderhoudsmateriaal en (gekalibreerd) gereedschap. Dit leidt tot frustraties bij het onderhoudspersoneel.

Conclusie:

Dit probleem is al eerder in een onderzoek naar aanleiding van een luchtvaartongeval in 2013 geconstateerd; vooralsnog lijkt hier geen verbetering in te zijn gekomen.

3. Conclusies

In dit hoofdstuk worden alle conclusies, die in hoofdstuk 2 zijn geformuleerd, nogmaals weergegeven. Als eerste zijn de conclusies met betrekking tot de oorzaak van het ongeval benoemd. Daarna de conclusies die de CvO trekt ten aanzien van de hulpverlening en overlevingsaspecten. Als laatste nog twee conclusies die getrokken worden uit de overige bevindingen die de CvO gedaan heeft tijdens dit onderzoek.

Uit onderzoek blijkt dat de oorzaak van het ongeval gezocht moet worden in het technisch falen van het besturingssysteem. De CvO is van mening dat de vliegers het ongeval op geen enkele wijze hadden kunnen voorkomen. Ze hebben al het mogelijke gedaan om de helikopter weer stabiel te krijgen, maar dat had bij voorbaat geen kans van slagen.

3.1. Ten aanzien van de oorzaak

- De LVDT *probe* van de Q-15 is gebroken als gevolg van vermoeiing, veroorzaakt door krachten als gevolg van een buiging in de *probe*.
- Berekeningen hebben aangetoond dat het ontwerp van de *probe* van robuuster is dan dat van
- Er zijn geen andere afwijkingen aan de LVDT-*probe* geconstateerd die kunnen hebben bijgedragen aan het ontstaan van de breuk.
- In het rapport van wordt niet voldoende onderbouwd waarom trillingen kunnen worden uitgesloten als mogelijke oorzaak voor het verbuigen van de *probe*.
- Op dit moment zijn de mogelijke oorzaken voor het verbuigen van de *probes* nog onvoldoende onderbouwd.
- Het verwijderen van de LVDT heeft weliswaar het imminente risico op een breuk teruggebracht tot een aanvaardbaar niveau, maar daarmee is het risico op een breuk nog niet volledig weggenomen.
- Als de LVDT-*probe* van Inconel wordt geproduceerd in plaats van 304-staal, wordt de kans op verbuiging significant gereduceerd.
- De Flight Management Computer heeft tot aan impact normaal gefunctioneerd.
- De software van de FMC is op dit moment niet in staat foutieve LVDT-informatie te onderkennen door middel van het met elkaar vergelijken van alle aangeboden parameters.
- Omdat er uit het onderzoek naar het ongeval bij de US Army in 2011 geen luchtwaardigheids-risico naar voren is gekomen, was er conform de erkenningsovereenkomst geen noodzaak een formele melding naar de Nederlandse autoriteiten te maken.

3.2. Ten aanzien van de hulpverlening

- Met het oog op het spoedeisende karakter van de calamiteit is het vanzelfsprekend dat het 1(NLD) helidetachment, buiten de VN procedure om, de Franse Medevac capaciteit heeft geaccepteerd.
- Het inzetten van de D-103 zonder voorafgaande toestemming vanuit de VN is, gezien de omstandigheden, naar de mening van de CvO verantwoord geweest.
- Gezien de aard van het gecorrigeerde defect, heeft het inzetten van de D-103, zonder dat vooraf de benodigde Functional Check Flight is uitgevoerd, de vliegveiligheid niet nadelig beïnvloed.
- De CvO is van mening dat gezien de omstandigheden de gehele medische hulpverlening adequaat heeft gereageerd en dat professionele zorg tijdig is verleend.
- Met het oog op het open en relatief onveilige terrein waar de crash heeft plaatsgevonden, acht de CvO het niet aannemelijk dat inzet van de MI-8 zou hebben geleid tot een snellere hulpverlening ter plaatse.
- De vliegers en de loadmasters van de D-103, de BS Q-22 en de mensen bij Heli-ops, waren niet bekend met door de medici gebruikte term: Prio-4 gewonde. Dit heeft tot verwarring geleid, maar in dit geval geen negatief effect gehad op de hulpverlening.

3.3. Ten aanzien van de overlevingsaspecten

- De CvO heeft niet kunnen achterhalen welke norm binnen er CLSK gehanteerd wordt voor wat betreft de beschermende werking van de helm. Het is wel duidelijk geworden dat deze niet is ontworpen om te beschermen gedurende *high impact crashes*.
- Het energie-absorptie mechanisme van de stoelen en het landingsgestel hebben hun maximale werking gedaan. De kracht die vrijkwam bij de verticale impact van de Q-15 was echter dusdanig groot dat de limieten van de crashbestendigheid werden overschreden.
- Hoewel alle ingebouwde veiligheidssystemen hun maximale werking hebben gedaan, was de verticale impactsnelheid (ca. 4700 ft/m / ca. 86 km/u) dusdanig hoog dat er geen overlevingskans was.
- De ELT heeft zeer waarschijnlijk niet gefunctioneerd doordat de ARM-RESET schakelaar als gevolg van het verbuigen van de behuizing in de stand RESET is gedrukt.
- De montagepositie van de ELT in de helikopter is mogelijk niet optimaal met het oog op de kans op beschadiging gedurende crashes.

3.4. Ten aanzien van de overige bevindingen

- De logistieke bestel- en leveringsketen naar Mali verloopt moeizaam en er is een slechte beschikbaarheid van helikopteronderdelen, onderhoudsmateriaal en (gekalibreerd) gereedschap. Dit leidt tot frustraties bij het onderhoudspersoneel.
- Dit probleem is al eerder in een onderzoek naar aanleiding van een luchtvaartongeval in 2013 geconstateerd; vooralsnog lijkt hier geen verbetering in te zijn gekomen.

4. Oorzaak

4.1. Directe oorzaak

De directe oorzaak voor het ongeval is het afbreken van de LVDT-*probe* van LVDT in de laterale servo actuator.

4.2. Indirecte oorzaak

Door een kromming in de probe is er vermoeiing opgetreden in het materiaal waar de probe van gemaakt is. Uiteindelijk heeft dit geresulteerd in een vermoeiingsbreuk.

4.3. Bijdragende factoren

De software in de FMC is niet in staat de parameters met elkaar te vergelijken om op die wijze te kunnen constateren dat er een fout moet zijn opgetreden in het signaal van de LVDT.

5. Maatregelen en aanbevelingen

5.1. Genomen maatregelen

- 5.1.1. Op basis van de bevindingen is de LVDT door uit het ontwerp van de *servo actuator* verwijderd. Dit besluit is door de USG overgenomen voor de reeds in gebruik zijnde *servo actuators* op de vloot, met als uitgangspunt dat dit uiterlijk begin 2016 gerealiseerd dient te zijn. Voor de Nederlandse AH-64D vloot is besloten alle *servo actuators* met een LVDT voor de eerstkomende vlucht te vervangen door *servo actuators* met een LVDT.
- 5.1.2. heeft de processen met betrekking tot de montage van de LVDT in de *servo actuator* verder aangescherpt om te voorkomen dat de *probes* krom raken gedurende de installatie.

5.2. Aanbevelingen

De CvO beveelt aan:

Met betrekking tot de oorzaak:

- 5.2.1. Om te kunnen verifiëren of de inmiddels genomen maatregelen met betrekking tot de montage afdoende zijn en om zeker te stellen dat er geen andere oorzaak is voor de kromming van de *probes* dan bij het monteren, dient de LVDT-*probes* in de *servo actuators* die worden aangeboden voor onderhoud, te controleren op kromming en vermoeiing. De verbeterde montageprocessen zouden een significante vermindering van het aantal kromme *probes* moeten opleveren uit de *servo actuators* die zijn gemonteerd nadat deze verbeteringen zijn doorgevoerd.
- 5.2.2. Trillingsonderzoek op de helikopter uit te voeren om trillingen definitief uit te sluiten als mogelijke oorzaak van de buiging van de *probe*.⁹
- 5.2.3. Te onderzoeken in hoeverre het materiaal waarvan de LVDT-*probe* is gefabriceerd vervangen kan worden door een harder materiaal met betere vermoeiingseigenschappen, zoals Inconel.
- 5.2.4. Te onderzoeken in hoeverre de software van de FMC zodanig aangepast kan worden dat een foutieve LVDT aanwijzing wordt gesignaleerd en niet leidt tot het overgaan in BUCS-modus.

⁹ DMO voert met ondersteuning van CLSK en het NLR een test uit op een Nederlandse AH-64D om data te vergaren. Deze data zal worden overlegd aan Boeing en US Army/AED

Met betrekking tot de hulpverlening:

- 5.2.5. De Medevac *Standard Operating Procedures* van een uitgezonden detachement in overeenstemming te brengen met de voor een uitzending specifieke medische procedures.
- 5.2.6. Gedurende de voor een uitzending voorbereidende oefeningen en trainingen, aandacht te besteden aan de voor die uitzending geldende medische procedures zodat ook de vliegende crew van een Medevac helikopter op de hoogte is van deze procedures.
- 5.2.7. Te onderzoeken welke randvoorwaarden er gelden voor de inzet van de op Gao aanwezige civiele VN Medevac capaciteit.

Met betrekking tot de overlevingsaspecten:

- 5.2.8. Te onderzoeken of de huidige positie van de Emergency Locator Transmitter (ELT) in de AH-64D optimaal is met het oog op mogelijke beschadiging bij crashes.

Met betrekking tot de overige bevindingen:

- 5.2.9. De logistieke processen met betrekking tot de aanvoer van vliegtuigonderdelen en bedrijfsstoffen te verbeteren zodat onderhoudsprocessen niet verstoord raken door een gebrek aan, of het te laat leveren van deze zaken.

6. Commentaar commandanten en betrokkenen

De CvO heeft de commandanten en de direct betrokkenen in de gelegenheid gesteld de eerste definitieve versie van het rapport te lezen en daarop te reageren. In dit hoofdstuk is het commentaar van bovengenoemde personen te lezen. Iedere opmerking is voorzien van een reactie van de CvO waarbij aangeven wordt in hoeverre de CvO het commentaar verwerkt heeft in het rapport of waarom dit niet gebeurd is.

6.1. **Commandant 1(NLD) Helidet MINUSMA**

De commandant van het helikopterdetachement had de volgende commentaar met betrekking tot het onderzoeksrapport:

4)

**6.2. Chief of Staf, tevens Plaatsvervangend Commandant 1(NLD) Helidet
MINUSMA**

1)

6.3. Hoofd Heli-ops 1 (NLD) Helidet

6.4. U3 Air HQ MINUSMA

6.5. BS Q-22

6.6. FS Q-22

6.7. Commandant Defensie Helikopter Commando

De C-DHC heeft geen commentaar op het rapport.

BIJLAGE A Werking van het besturingssysteem AH-64D

BIJLAGE B Onderzoek Servo Actuator,

BIJLAGE C Onderzoek Video en Metadata Recorder

NEDERLAND
The Netherlands

MINISTERIE VAN DEFENSIE
Ministry of Defence

KONINKLIJKE LUCHTMACHT
Royal Netherlands Air Force

**BEWIJS VAN
LUCHTWAARDIGHEID**
Certificate of Airworthiness



No. 1463

Ref.: Beschikking van de Minister van Defensie nr. 224111 L d.d. 1 juni 1959.
Decree of the Minister of Defence nr. 224111 L dated June 1st 1959

voor het luchtvaartuig met inschrijvingskenmerk:
for the aircraft with registration marks:

Q - 15

Type-aanduiding van luchtvaartuig:
Manufacturer's designation of aircraft:

AH-64D

Fabrikant:
Manufacturer:

McDonnell-Douglas Helicopter Systems

Fabrieksnummer van luchtvaartuig:
Aircraft serial number:

98-0115

Dit bewijs van luchtwaardigheid wordt afgegeven ingevolge artikel 7, eerste lid van de Luchtvaart wet van 15 januari 1958, Staatsblad 47, met betrekking tot bovenbedoeld luchtvaartuig, dat als luchtwaardig wordt beschouwd indien het onderhoud plaatsvindt in overeenstemming met de bij de Koninklijke Luchtmacht ter zake bestaande eisen.

This certificate of airworthiness is issued pursuant to clause 7, first paragraph of the Netherlands Aviation Act dated January 15th 1958, Statute-Book 47, with respect to the above mentioned aircraft which is considered to be airworthy when maintained in accordance with the requirements established by the Royal Netherlands Air Force.

De Directeur Materieel KLu, voor deze
de Sous-Chef Projecten en Wapensystemen
For the Director of Materiel RNLAf,
the Deputy Director of Projects and Weapon Systems

P.M.A. Vorderman
Commodore

Plaats en datum van afgifte: Den Haag, 22 december 2000
Place and date of issue:

(voor schorsing/verlenging zie ommezijde)
(for suspension/renewal please turn over)

NEDERLAND
The Netherlands

MINISTERIE VAN DEFENSIE
Ministry of Defence

KONINKLIJKE LUCHTMACHT
Royal Netherlands Air Force

**BEWIJS VAN
LUCHTWAARDIGHEID**
Certificate of Airworthiness



No. 1463

Ref.: Beschikking van de Minister van Defensie nr. 224111 L d.d. 1 juni 1959.
Decree of the Minister of Defence nr. 224111 L dated June 1st 1959

voor het luchtvaartuig met inschrijvingskenmerk:
for the aircraft with registration marks:

Q - 15

Type-aanduiding van luchtvaartuig:
Manufacturer's designation of aircraft:

AH-64D

Fabrikant:
Manufacturer:

McDonnell-Douglas Helicopter Systems

Fabrieksnummer van luchtvaartuig:
Aircraft serial number:

98-0115

Dit bewijs van luchtwaardigheid wordt afgegeven ingevolge artikel 7, eerste lid van de Luchtvaart wet van 15 januari 1958, Staatsblad 47, met betrekking tot bovenbedoeld luchtvaartuig, dat als luchtwaardig wordt beschouwd indien het onderhoud plaatsvindt in overeenstemming met de bij de Koninklijke Luchtmacht ter zake bestaande eisen.

This certificate of airworthiness is issued pursuant to clause 7, first paragraph of the Netherlands Aviation Act dated January 15th 1958, Statute-Book 47, with respect to the above mentioned aircraft which is considered to be airworthy when maintained in accordance with the requirements established by the Royal Netherlands Air Force.

Bewijs is geldig tot: 1 juli 2001
Certificate is valid upto

De Directeur Materieel KLu, voor deze
de Sous-Chef Projecten en Wapensystemen
For the Director of Materiel RNLAf,
the Deputy Director of Projects and Weapon Systems

P.M.A. Vorderman
Commodore

Plaats en datum van afgifte: Den Haag, 30 oktober 2000
Place and date of issue:

(voor schorsing/verlenging zie ommezijde)
(for suspension/renewal please turn over)

NEDERLAND
The Netherlands

MINISTERIE VAN DEFENSIE
Ministry of Defence

KONINKLIJKE LUCHTMACHT
Royal Netherlands Air Force

**BEWIJS VAN
INSCHRIJVING**
Certificate of Registration



No. 1463

voor het luchtvaartuig dat op:
for the aircraft which on:

6 oktober 2000

is ingeschreven in het Luchtvaartuigregister voor de Koninklijke Luchtmacht
has been entered on the Register of Aircraft of the Royal Netherlands Air Force

met inschrijvingskenmerk:
with registration marks:

Q - 15

Type-aanduiding van luchtvaartuig:
Manufacturer's designation of aircraft:

AH-64D Apache Longbow

Fabrikant:
Manufacturer:

Mc Donnell Douglas Helicopter Systems

Fabrieksnummer van luchtvaartuig:
Aircraft serial number:

98-0115

De Directeur Materieel KLu, voor deze
de Sous-Chef Projecten en Wapensystemen
For the Director of Materiel RNLAf,
the Deputy Director of Materiel and Weapons Systems


P.M.A. Vorderman
Commodore

Plaats en datum van afgifte:
Place and date of issue:

Den Haag, 30 oktober 2000