

## **Botsing in de lucht**

*Tussen de FB19/Tiger11 General Dynamics F-16  
en de PH-3G8 Comco Ikarus C42  
nabij Sellingen op 24 april 2002*

Den Haag, maart 2004 (onderzoeksnummers 2002055/-056)

De eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar.  
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Raad: [www.rvtv.nl](http://www.rvtv.nl).



## RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

De Raad voor de Transportveiligheid is een zelfstandig bestuursorgaan met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij de wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen en incidenten in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railverkeer en het wegvervoer, alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van een dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van één en ander daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers en één Commissie per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.

### SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMER LUCHTVAART

#### Raad

Voorzitter: mr. Pieter van Vollenhoven  
F.W.C. Castricum  
J.A.M. Elias  
B.M. van Balen  
mw. mr. A.H. Brouwer-Korf  
mr. D.M. Dragt  
mr. J.A.M. Hendriks  
ir. K. Nije  
prof. dr. U. Rosenthal  
drs. F.R. Smeding  
ing. D.J. Smeitink  
dr. ir. J.P. Visser  
mr. G. Vrieze  
prof. dr. W.A. Wagenaar

#### Kamer Luchtvaart

Voorzitter: ing. D.J. Smeitink  
B.M. van Balen  
J.T. Bakker  
J. Marijnen  
mr. H. Munniks de Jongh Luchsinger  
ir. J.G.W. van Ruitenbeek  
dr. ir. J.P. Visser

Senior-Secretaris: drs. J.H. Pongers  
Senior-Projectleider: H.J. Klumper

Secretaris: ing. K.E. Beumkes  
Senior Onderzoeker: mr. ing. G.J. Vogelaar  
Onderzoeker: H. van Ruler

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50  
2593 HT Den Haag  
telefoon: +31 (0)70 - 333 7000  
Internet: <http://www.rvtv.nl>

Postadres: Postbus 95404  
2509 CK Den Haag  
telefax: +31 (0)70 - 333 7077 / 333 7078

## **SAMENSTELLING BELGISCHE ONDERZOEKSDIENST VOOR LUCHTVAARTONGEVALLLEN**

*onder de autoriteit van*

Generaal van het Vliegwezen  
A. van Daele  
Vleugeladjutant van de Koning  
Chef Defensie

Voorzitter: Majoor-vlieger O. van der Linden  
Majoor van het Vliegwezen,  
G. Vermeulen-Perdaen  
Medisch Luitenant-Kolonel P. Willems  
Psycholoog commandant van het  
Vliegwezen, V. Tibax

Onderzoeker

Technisch Onderzoeker  
Medisch Onderzoeker

Psycholoog Onderzoeker

Bezoekadres: Raketstraat, 70  
1130 Evere Brussel  
telefoon: (+32) 2 701 5542

Postadres: Everestraat, 1  
1140 Evere Brussel  
telefax: (+32) 2 701 6853



## INHOUD

<b>BESCHOUWING</b>	<b>9</b>
<b>KORTE SAMENVATTING</b>	<b>15</b>
<b>AFKORTINGEN</b>	<b>16</b>
<b>1 FEITELIJKE INFORMATIE</b>	<b>19</b>
1.1 <i>De vlucht en het ongeval</i>	19
1.1.1 <i>De opdracht</i>	19
1.1.2 <i>Vorbereiding van de vlucht</i>	19
1.1.3 <i>Verloop van de vlucht en het ongeval</i>	22
1.2 <i>Letsel</i>	24
1.3 <i>Schade aan de vliegtuigen</i>	25
1.4 <i>Schade aan derden</i>	25
1.5 <i>Gegevens bemanning</i>	26
1.5.1 <i>Tiger 11</i>	26
1.5.2 <i>Tiger 12</i>	26
1.5.3 <i>PH-3G8</i>	27
1.6 <i>Gegevens van de vliegtuigen</i>	27
1.6.1 <i>Tiger 11</i>	27
1.6.2 <i>PH-3G8</i>	30
1.7 <i>Meteorologische gegevens</i>	31
1.7.1 <i>Gegevens verkregen van het KNMI</i>	31
1.7.2 <i>Meteorologische gegevens van de Meteorologische dienst Kleine Brogel</i>	31
1.7.3 <i>Gegevens verkregen uit getuigenverklaringen en luchtfoto's</i>	31
1.7.4 <i>Gegevens van de video-opnamen van de HUD van Tiger 12</i>	32
1.8 <i>Navigatiehulpmiddelen</i>	32
1.8.1 <i>Tiger 11</i>	32
1.8.2 <i>PH-3G8</i>	32
1.9 <i>Communicatie</i>	32
1.9.1 <i>Tiger 11 en Tiger 12</i>	32
1.9.2 <i>PH-3G8</i>	32
1.10 <i>Plaats van het ongeval</i>	32
1.10.1 <i>Locatie</i>	32
1.10.2 <i>Terrein</i>	33
1.11 <i>Gegevens van vluchtrecorders en radarsystemen</i>	33
1.11.1 <i>Tiger 11</i>	33
1.11.2 <i>PH-3G8</i>	34
1.11.3 <i>Radarsystemen</i>	34
1.12 <i>Wrakonderzoek, gegevens en reconstructie van de botsing en volgorde van de gebeurtenissen</i>	35
1.12.1 <i>Algemeen</i>	35
1.12.2 <i>Bevindingen na berging van Tiger 11</i>	35
1.12.3 <i>Bevindingen na berging van de PH-3G8</i>	36
1.12.4 <i>Bevindingen met betrekking tot het activeren van de schietstoelen</i>	37
1.12.5 <i>Onderzoek van instrumenten</i>	37
1.12.6 <i>Bevindingen van de hoogtereconstructie</i>	38
1.13 <i>Medische en pathologische gegevens</i>	39
1.14 <i>Brand</i>	40
1.15 <i>Overlevingsaspecten</i>	40
1.15.1 <i>Gebeurtenissen na het ongeval</i>	40
1.15.2 <i>Veiligheidsuitrusting Tiger 11</i>	40
1.15.3 <i>Ontsnappingsstelsel Tiger 11</i>	41
1.15.4 <i>Overlevingsaspecten PH-3G8</i>	41

1.16	<i>Nadere onderzoeken</i>	41
1.16.1	<i>Detectiekans</i>	41
1.16.2	<i>Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland</i>	41
1.16.3	<i>Buitenlandse onderzoeken van botsingen met militaire straalvliegtuigen</i>	42
1.17	<i>Organisatie en managementinformatie</i>	43
1.17.1	<i>Luchtruimclassificatie</i>	43
1.17.2	<i>Ministeriële regelingen voor militaire luchtvaartuigen</i>	45
1.17.3	<i>Voorschriften met betrekking tot het vermijden van botsingen</i>	45
1.17.4	<i>Regelgeving met betrekking tot MLA's</i>	45
1.17.5	<i>Implementatie van de aanbevelingen na een soortgelijk ongeval</i>	46
1.17.6	<i>Tijdslijn en discussie transponderverplichting</i>	48
1.18	<i>Overige informatie</i>	50
1.18.1	<i>See-and-avoid</i>	50
1.18.2	<i>Contrast</i>	51
1.18.3	<i>Opleiding</i>	51
1.19	<i>Nieuwe onderzoekstechnieken</i>	51
<b>2</b>	<b>ANALYSE</b>	<b>52</b>
2.1	<i>Externe factoren</i>	52
2.1.1	<i>Meteorologie</i>	52
2.1.2	<i>Contrast</i>	52
2.1.3	<i>Plaats van het ongeval</i>	52
2.2	<i>Personen</i>	52
2.2.1	<i>Tiger 11</i>	52
2.2.2	<i>PH-3G8</i>	53
2.2.3	<i>See-and-avoid</i>	53
2.2.4	<i>Scannen</i>	54
2.3	<i>Vliegtuigen</i>	54
2.3.1	<i>Luchtwaardigheid Tiger 11</i>	54
2.3.2	<i>Luchtwaardigheid PH-3G8</i>	55
2.3.3	<i>Detectiemiddelen Tiger 11</i>	55
2.3.4	<i>Zicht</i>	55
2.3.5	<i>Radiobakens</i>	56
2.3.6	<i>Instrumenten</i>	56
2.4	<i>Management en procedures</i>	57
2.4.1	<i>Vluchtvoorbereiding Tiger-formatie</i>	57
2.4.2	<i>Vluchtvoorbereiding PH-3G8</i>	58
2.4.3	<i>Vluchtuitvoering Tiger 11</i>	58
2.4.4	<i>Vluchtuitvoering PH-3G8</i>	58
2.4.5	<i>Reconstructie vluchtpad, botsingshoogte en –tijd</i>	59
2.4.6	<i>Scheiding luchtverkeer – regelgeving</i>	60
2.5	<i>Nabeschuwing</i>	62
<b>3</b>	<b>CONCLUSIES</b>	<b>65</b>
3.1	<i>Bevindingen</i>	65
3.2	<i>Oorzaken</i>	67
<b>4</b>	<b>AANBEVELINGEN</b>	<b>68</b>

## BIJLAGEN

- A Radarplot van Dutch Mil
- B Radiotranscriptie
- C Rapport NLR *Onderzoek naar het ongeval met de F-16 FB19 van de Belgische Defensie luchtcomponent en de Ikarus C-42 PH-3G8, op 24 april 2002 te Sellingen*
- D Rapport ODOV *Expertise van het gedeelte escape system*
- E Rapport ODOV *Technisch onderzoeksdossier elektriciteit en boordinstrumenten FB19*
- F Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland
- G AIC-B 11/02 *Maatregelen tegen midair collisions*
- H Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf
- I Onderzoeksverantwoording

Het onderzoek van de Raad is, conform Bijlage 13 bij het Verdrag van Chicago alsmede Richtlijn nr. 94/56/EG, houdende vaststelling van de grondbeginselen voor het onderzoek van ongevallen en incidenten in de burgerluchtvaart, van de Raad voor de Europese Gemeenschappen, niet gericht op het toerekenen van schuld of aansprakelijkheid.



## BESCHOUWING

### 1. *Inleiding*

Voor u ligt het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid inzake het onderzoek naar de botsing van een F-16B<sup>1</sup> (van een formatie van twee F-16's) van de Belgische Defensie en een Nederlands ultra licht vliegtuig (micro light aeroplane) nabij Sellingen op 24 april 2002. Bij dit ongeval kwam de inzittende van het ultra licht vliegtuigje, dat bij de botsing totaal werd vernield, om het leven. De Belgische F-16B kende twee bemanningsleden, van wie het voorste bemanningslid de beide schietstoelen vlak voor of tijdens de botsing heeft geactiveerd. Hierbij wordt eerst de canopy door middel van explosieven afgeworpen, waarna de achterste bestuurder eerst wordt uitgeschoten en een fractie later de voorste bestuurder. De voorste bestuurder van de F-16B kwam bij dit ongeval om het leven, de achterste bestuurder heeft het ongeval overleefd. De F-16B stortte neer en vloog in brand. De botsing vond plaats op een hoogte tussen de 961 en 1.127 voet (ft).

### 2. *Een vergelijkbare botsing en de eindverantwoordelijkheid voor het onderzoek*

Het laatste vergelijkbare ongeval in Nederland vond plaats nabij Etten-Leur op 22 december 1999 en betrof een botsing tussen een civiele Piper Cherokee en een F-16A van de Koninklijke Luchtmacht. Bij dit ernstige ongeval kwamen de twee inzittenden van het sportvliegtuig om het leven. De vlieger van de F-16A heeft zich door middel van de schietstoel in veiligheid weten te stellen. Aangezien hier sprake was van een botsing tussen een militair vliegtuig en een civiel vliegtuig heeft uitvoerig overleg plaatsgevonden met de Minister van Defensie. Daarbij is de vraag aan de orde geweest of twee eindrapporten (Defensie en Raad voor de Transportveiligheid) zouden worden uitgebracht dan wel één eindrapport onder verantwoordelijkheid van de Raad voor de Transportveiligheid. De Minister van Defensie kon zich verenigen met het voorstel om te komen tot één eindrapportage onder verantwoordelijkheid van de Raad.

Over het ongeval nabij Sellingen heeft een identiek overleg plaatsgevonden met de Belgische militaire autoriteiten, waaraan dezelfde vraag is voorgelegd. De militaire autoriteiten konden zich verenigen met het voorstel van de Raad voor de Transportveiligheid om te komen tot één rapport onder de verantwoordelijkheid van de Raad. Bij dit onderzoek werd de Raad volledig gesteund en bijgestaan door de Belgische Onderzoeksdienst voor Luchtvaartongevallen.

### 3. *Gecontroleerd en ongecontroleerd luchtruim*

De botsing vond plaats in het ongecontroleerde luchtruim. Er wordt, overeenkomstig de internationale regels, onderscheid gemaakt tussen gecontroleerd gebied en ongecontroleerd gebied. In het gecontroleerde gebied wordt het vliegen door de luchtverkeersleidingsinstanties (in diverse gradaties) gecontroleerd, terwijl in het ongecontroleerde gebied de verantwoordelijkheid voor het voldoende afstand houden met het overige vliegverkeer volledig in handen ligt van de vliegtuigbestuurders zelf. Aan deze verantwoordelijkheid wordt inhoud gegeven met het houden van uitkijk, het vliegen op eigen zicht (het see-and-avoid concept). Om dit laatste -het vliegen op eigen zicht- verantwoord te kunnen laten geschieden, zijn zowel zicht- als snelheidslimieten voor het vliegen in de ongecontroleerde gebieden voorgeschreven. De maximum snelheid voor civiele vliegtuigen is 250 knopen. Voor militaire gevechtsvliegtuigen geldt een aparte regel waarbij die snelheid is verhoogd tot 450 knopen (mits het zicht tenminste 8 kilometer is). Dit is gedaan om ervaring te kunnen opdoen voor operationele omstandigheden, alsmede om veiligheidsredenen. In geval van motorstoring kan immers bij hoge snelheid de neus van het vliegtuig omhoog worden getrokken en hoogte worden gewonnen. Bij het bereiken van een grotere hoogte kan dan nog een poging worden gedaan om te herstarten.

---

<sup>1</sup> De F-16B is uitgerust met twee zitplaatsen. De F-16A heeft één zitplaats.

#### 4. *Snelheidsverschillen en aanbevelingen*

De Raad voor de Transportveiligheid is indertijd bij het vergelijkbare ongeval te Etten-Leur (d.d. 22 december 1999) -mede gelet op de internationale ervaringen op dit gebied- tot de volgende conclusie gekomen.

Bij de gegeven snelheden en snelheidsverschillen blijkt het enige middel dat ter beschikking staat om botsingen te voorkomen, het see-and-avoid principe, niet te werken, ook niet bij een zicht van 8 km of meer. Dergelijke ongevallen -ook al geschieden zij in geringe mate, de laatste vergelijkbare botsing vond plaats op 24 oktober 1974 te Wouw tussen een Amerikaanse Phantom (F-4) en een Cessna 172- zouden bij wijze van spreken morgen weer kunnen plaatsvinden. De Raad was dan ook de mening toegedaan, gelet op de mogelijke consequenties die dergelijke ongevallen in zich kunnen herbergen, dat op korte termijn een separatie (een fysieke scheiding) moest worden aangebracht tussen de snelle militaire vliegtuigen en het langzame luchtverkeer in het ongecontroleerde luchtruim.

De Raad formuleerde in zijn onderzoeksrapport -uitgebracht in maart 2001 (naar aanleiding van het ongeval in Etten-Leur op 22 december 1999)- twee aanbevelingen die gericht waren aan de voor het Nederlands luchtruim verantwoordelijke Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie.

Op korte termijn: het aanbrengen van een scheiding tussen het (snelle) militaire luchtverkeer en het 'langzame' luchtverkeer in het ongecontroleerde luchtruim.

Op lange termijn: het uitvoeren van een studie naar bestaande en nieuwe technische voorzieningen om botsingen in de lucht te voorkomen. Hierbij kan onder andere in overweging worden genomen het verplicht stellen van radiocontact tussen de vliegtuigen en de verkeersleiding. Het gebruik van transponders<sup>2</sup> zou verplicht kunnen worden gesteld. Het wordt daarbij raadzaam geacht dat zowel de lidstaten van de Europese Unie als de NAVO-partners hieromtrent zouden worden geraadpleegd.

#### 5. *Reacties van de betrokken ministers op het eindrapport van de Raad (Maart 2001) uitgebracht op 31 januari 2002 door de Minister van Verkeer en Waterstaat*

*“Op 28 september 2001 heeft de Luchtverkeerscommissie (LVC) aan mijzelf en aan mijn ambtsgenoot van Defensie advies uitgebracht over maatregelen die het botsingsrisico in luchtruim met klasse G tussen kleine burgerluchtvaart en militaire jachtvliegtuigen kunnen verlagen. Bij het opstellen van dit advies zijn de aanbevelingen die zijn gesteld in uw eindrapport verwerkt.*

*De LVC adviseert een drietal maatregelen die de vliegveiligheid in het betreffende luchtruim verhogen, namelijk:*

- 1. Verbied de militaire jachtvliegtuigen om in luchtruim met de klasse G beneden 1.200 ft AMSL te vliegen (behalve binnen de gepubliceerde laagvliegroutes en laagvlieggebieden).*
- 2. Verplicht het gemotoriseerde burgerluchtverkeer tot het gebruik van radio en transponder voor alle vluchten in luchtruim met de klasse G boven 1.200 ft AMSL, behalve vanaf vrijdag 17.00 uur tot zondag 24.00 uur en tijdens algemeen erkende feestdagen.*
- 3. Informeer over en train privé-vliegers in het gebruik van het luchtruim door snel militair luchtverkeer, voor wat betreft de gebieden en de aard van de vluchten.*

---

<sup>2</sup> De transponder is een instrument in een vliegtuig dat, wanneer ingeschakeld, het vliegtuig identificeert op de radar van de luchtverkeersdienst en onder meer hoogte en positie aangeeft.

*Zowel ikzelf als de Staatssecretaris van Defensie zijn akkoord met de bovengenoemde adviezen. De Staatssecretaris van Defensie heeft inmiddels laten weten dat het verbod zoals gesteld in advies 1 per 1 december 2001 van kracht is geworden.”*

## **6. De (fysieke) scheiding**

Zoals uit het antwoord van de Minister van Verkeer en Waterstaat blijkt, heeft de Minister van Defensie, in een intern voorschrift dat per NOTAM M2845/01 (1 december 2001) aan alle luchtvaarders ter kennis werd gebracht, de maatregel genomen de militaire jachtvliegtuigen in Nederland te verbieden om beneden 1.200 ft AMSL te vliegen (behalve binnen de gepubliceerde laagvliegroutes en laagvlieggebieden). Bij de Belgische F-16 formatie was bekend dat 1.200 ft de minimum toegestane vlieghoogte voor militaire vliegtuigen in Nederland was.

Uit een reconstructie van de vlucht boven Nederland bleek, dat de F-16 formatie zich over het algemeen aan de minimum vlieghoogte heeft gehouden (zie bijlage A). Het vliegen kan geschieden op de automatische piloot of met de hand. Bij het vliegen op de automatische piloot treden -zelfs bij turbulenties in de lucht- nauwelijks afwijkingen op met betrekking tot de ingestelde vlieghoogte. Echter bij militaire navigatievluchten op lage hoogte met aanvallen op gronddoelen -zeker bij het vliegen op eigen zicht en in formatieverband- wordt altijd met de hand gevlogen. Bij vliegtuigen die met de hand worden bestuurd, kunnen met betrekking tot de vlieghoogte afwijkingen altijd optreden. Als de Belgische formatie -met de hand- vloog op de minimum toegestane vlieghoogte voor militaire vliegtuigen, ligt het in de lijn der verwachting dat deze vlieghoogte niet constant kan worden vastgehouden.

Toen de Minister van Defensie kwam met de instelling van een minimum vlieghoogte voor militaire straalvliegtuigen was het voor de Raad duidelijk, dat met de invoering van deze maatregel geen sprake was van het aanbrengen van een buffer of een fysieke scheiding tussen (snel) militair luchtverkeer en langzaam ander luchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim. Als die scheiding moet worden gerealiseerd, is een buffer de enige oplossing.

Met de tweede voorgestelde maatregel -van de Minister van Verkeer en Waterstaat- wordt alleen bewerkstelligd dat de militaire jachtvliegtuigen via hun boordradar, dan wel via de luchtverkeersdienst worden gewaarschuwd (Hetgeen in het algemeen niet van toepassing is voor zweefvliegtuigen).

Het ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft aan de adviezen van de Luchtverkeerscommissie, namelijk de punten 2 en 3, waarmee de Minister van Verkeer en Waterstaat en de Staatssecretaris van Defensie zich in hun reactie aan de Raad d.d. 31 januari 2002 akkoord hadden verklaard, geen inhoud gegeven.

Na het ongeval te Sellingen (24 april 2002) werd door de Inspectie Verkeer en Waterstaat alsnog de transponderverplichting boven de 1.200 ft ingesteld volgens punt 2. Deze maatregel betreft echter alleen gemotoriseerd burgerluchtverkeer en is bovendien niet van toepassing onder het naderingsverkeersgebied van Schiphol. Onder deze omstandigheden kunnen beide typen luchtverkeer nog steeds met elkaar in botsing geraken.

Oorspronkelijk was de geplande invoeringsdatum voor de algehele transponderverplichting (dus inclusief zweefvliegtuigen) 1 januari 2003. De invoeringsdatum is door de Minister in eerste instantie uitgesteld tot 1 april 2004 en vervolgens tot 2008. De Raad is van mening dat de Minister dit besluit dient te heroverwegen en de invoeringsdatum dient te vervroegen.

## **7. Conclusies**

De vraag die in dit rapport centraal staat luidt wederom: wegen de voordelen van de combinatie van snel (militair) vliegverkeer en 'langzaam' (civiel) vliegverkeer in ongecontroleerd luchtruim op tegen de daarmee gepaard gaande risico's?

De genoemde combinatie heeft de afgelopen 40 jaar in Nederland geleid tot vijf botsingen, waarbij in totaal tien vliegtuigen betrokken waren. Daarbij kwamen vijf mensen om het leven. Vijf vliegtuigen werden vernield (waarvan drie jachtvliegtuigen en twee sportvliegtuigen) en één zweefvliegtuig werd ernstig beschadigd. Zowel in onze regio als wereldwijd vinden dit soort ongevallen plaats.

In dit verband zijn in Nederland in de loop der jaren diverse maatregelen genomen voor militaire straalvliegtuigen, waaronder:

- Laagvliegoperaties tot 250 ft boven de grond alleen op speciaal daarvoor aangewezen linkroutes.
- Verplaatsen van zoveel mogelijk vliegoperaties naar middelbare hoogte.
- Verplaatsen van laagvliegoperaties naar het buitenland (Canada en Noord-Amerika) en de Noordzee.
- Instellen van een minimum vlieghoogte 1.200 ft boven zeeniveau en tweezijdig radiocontact met de verkeersleiding in klasse G luchtruim, als meest recente maatregel.

Alle bovenstaande maatregelen hebben de botsing in 2002 niet kunnen voorkomen.

De achterliggende oorzaak hiervan is dat na de botsing in 1999 geen van de (voor)genomen maatregelen een fysieke scheiding bewerkstelligt met voldoende bufferruimte tussen de twee typen luchtverkeer.

Kennelijk vertrouwt men op het see-and-avoid principe als primair middel voor separatie. Bij snelheden tot 250 knopen wordt het see-and-avoid concept nog als bruikbaar beschouwd; bij hogere snelheden voldoet dit concept echter niet meer. De fysieke beperkingen van de mens maken het bij hogere snelheid niet mogelijk tijdig uit te wijken, ook al is het zicht onbeperkt en de vlieger optimaal getraind. Er is naar aanleiding van soortgelijke ongevallen veel onderzoek verricht naar de beperkingen van het see-and-avoid principe. Uit de resultaten blijkt dat bij snelheden boven de 250 knopen een andere separatiestrategie noodzakelijk en onvermijdelijk is.

Weliswaar komen (wereldwijd) botsingen tussen snel militair straalvliegverkeer en civiel luchtverkeer in relatieve zin weinig voor, maar toch vindt de Raad voor de Transportveiligheid de samenvoeging van beide soorten luchtverkeer in hetzelfde luchtruim op lage hoogte een onaanvaardbaar risico.

Dit soort ongevallen kan slechts op één manier afdoende worden voorkomen. Door te verhinderen dat snel militair- en civiel luchtverkeer zich tegelijkertijd en op dezelfde hoogte in ongecontroleerd luchtruim kunnen bevinden. De maatregelen die in dit opzicht zijn genomen naar aanleiding van de botsing nabij Etten-Leur zijn onvoldoende aangezien er geen echte fysieke scheiding tussen militair- en civiel luchtverkeer tot stand is gekomen.

Voor het instellen van een buffer tussen de twee typen luchtverkeer pleiten onderstaande onderzoeksresultaten:

- De botsing vond plaats op een hoogte tussen 961 – 1.127 ft.
- Tijdens het vliegen op de minimum toegestane vlieghoogte is de F-16 formatie enkele malen (onbedoeld) onder de minimum vlieghoogte voor militaire straalvliegtuigen gekomen.
- De algehele verplichting tot het gebruik van radio en transponder is (nog) niet ingevoerd.
- De hoogtemeters van MLA's vertonen in het algemeen grote afwijkingen.



De Raad voor de Transportveiligheid is daarom van mening dat de betrokken ministeries van Defensie en van Verkeer en Waterstaat nog immer een buffer c.q. fysieke scheiding in het ongecontroleerde luchtruim dienen te bewerkstelligen, als men dergelijke ongevallen wil voorkomen!

Omdat vliegoperaties met militaire straalvliegtuigen een internationaal karakter hebben, ligt het voor de hand dat regelgeving met betrekking tot de scheiding tussen snel militair straalverkeer en het overige luchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim in alle lidstaten van de Europese Unie en de NAVO-partners een bijdrage zou kunnen leveren aan de vliegveiligheid. Daarmee kunnen soortgelijke botsingen ook in het buitenland worden voorkomen. Om deze reden wordt aan de Ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie aanbevolen de instelling van een adequate separatie bij de lidstaten te stimuleren.

## 8. *Aanbevelingen*

De Ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie wordt aanbevolen

- Maatregelen te nemen om een adequate separatie, in hoogte, tijd of plaats, tussen snelvliegend militair straalverkeer en het overige luchtverkeer te bewerkstelligen in die klassen luchtruim waar ongecontroleerd verkeer is toegestaan.
- Te stimuleren dat een adequate separatie bij de lidstaten van de Europese Unie en de NAVO-partners wordt ingesteld.



Mr. Pieter van Vollenhoven  
Voorzitter van de Raad



Drs. J.H. Pongers  
Wvd. Secretaris-Directeur



## KORTE SAMENVATTING

Een formatie van twee tweepersoons F-16's van de Luchtcomponent van de Belgische Defensie, afkomstig van de vliegbasis Kleine Brogel, voerde een VFR-navigatie-oefenvlucht uit in ongecontroleerd luchtruim in Nederland. De leider van de formatie kwam in de omgeving van Sellinger (Groningen) in botsing met een micro light aeroplane (MLA), afkomstig van het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal. Beide inzittenden van de F-16 hebben met behulp van de schietstoel het vliegtuig verlaten. De bestuurder van de F-16 en de bestuurder van de MLA kwamen bij de botsing om het leven. De achterste inzittende van de F-16 liep lichte verwondingen op. De beide vliegtuigen werden vernield. Uit het onderzoek kwam naar voren dat het ongeval zeer waarschijnlijk beneden de minimum toegestane vlieghoogte van 1.200 ft voor militaire straalvliegtuigen heeft plaatsgevonden; volgens berekening van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium tussen 961 en 1.127 ft.

De belangrijkste oorzaken van dit ongeval zijn het falen van het see-and-avoid concept tijdens vluchten onder zichtvliegvoorschriften<sup>3</sup> in ongecontroleerd luchtruim en het onderschrijden van de minimum toegestane vlieghoogte door de F-16.

Op 22 december 1999 vond een vergelijkbare botsing plaats tussen een F-16 van de Nederlandse Luchtmacht en een éénmotorig sportvliegtuig in de omgeving van Etten-Leur. De oorzaak van dit ongeval was eveneens het falen van het see-and-avoid concept. Als bijdragende factor werd destijds genoemd dat de vigerende regelgeving voor vluchten in ongecontroleerd luchtruim geen garantie biedt om botsingen in de lucht tussen vliegtuigen met hoge snelheden en ander vliegverkeer te voorkomen. Na het ongeval te Etten-Leur hebben de betrokken ministeries (ministerie van Defensie en ministerie van Verkeer en Waterstaat) onvoldoende maatregelen genomen een adequate separatie, in hoogte, tijd of plaats te bewerkstelligen tussen snelvliegend militair- en het overige luchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim.

---

<sup>3</sup> Vluchten onder zichtvliegvoorschriften zijn de zogenoemde VFR-vluchten.

## AFKORTINGEN

A	aeroplane (vliegtuig)
ACAS	airborne collision avoidance system
AGL	above ground level (boven maaiveld)
AIC-B	aeronautical information circular B (luchtvaart informatie bulletin)
AIFF	airborne identification friend or foe
AIP	aeronautical information publication (luchtvaartgids)
AIS	aeronautical information service (luchtvaartinlichtingendienst)
ALOW	altitude low warning
AMSL	above mean sea level (boven gemiddeld zeeniveau)
AOA	angle of attack (hoek tussen de langsas en de vliegbaan van het vliegtuig)
AOPA	aircraft owners and pilot association
ARTAS	ATC surveillance tracker and server
ATC	air traffic control (luchtverkeersleiding)
ATIC	Air Traffic Incident Commission
ATS	air traffic services (luchtverkeersdienstverlening)
AVTR	aircraft video tape recording
BASI	Bureau of Air Safety Investigation [BASI is opgegaan in de Australian Transport Safety Board (ATSB)]
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
BKN	broken (half bewolkt)
°C	graden Celsius
CADC	central air data computer
CARA	combined altitude radar altimeter
CAVOK	ceiling and visibility ok (geen bewolking beneden 5000 ft, zicht 10 km of meer, geen neerslag)
CMFD	color multifunctional display
CU	cumulus
DGL	Directoraat-Generaal Luchtvaart
DTS	digital terrain system
ECA	electronic component assembly
EHGG	vliegveld Groningen Airport Eelde
EHHO	vliegveld Hoogeveen
FAA	(United States) Federal Aviation Administration
FCR	fire control radar
FEW	licht bewolkt
FIR	flight information region (vluchtinformatiegebied)
FL	flight level (vliegniveau)
FLCC	flight control computer
FLCS	flight control system
ft	feet (voet(en)) [1 ft = 0,305 meter]
GPS	global positioning system (positie bepaling door middel van satellieten)
Hg	kwikdruk
hPa	hectoPascal
HSD	horizontal situation display
HUD	head up display

IAS	indicated airspeed (aangewezen luchtsnelheid)
ICAO	International Civil Aviation Organization (internationale organisatie voor de burgerluchtvaart)
IFR	instrument flight rules (instrumentvliegvoorschriften)
INU	inertial navigation unit
IR	instrument rating (instrumenten vliegbevoegdheid)
IVW-DL	Inspectie Verkeer en Waterstaat - Divisie Luchtvaart
KCAS	knots calibrated airspeed (knopen gekalibreerde luchtsnelheid)
kg	kilogram
km	kilometer(s)
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
kt	knots (knopen) [1 kt = 1,852 kilometer per uur]
lb(s)	pound(s) (pond(en)) [1 lb = 0,4545 kg]
LIS	line in the sky
LMFD	left multifunctional color display
LVC	Luchtverkeerscommissie
LVC-staf	Luchtverkeerscommissie stafoverleg
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
LVR	luchtverkeersreglement
m	meter(s)
m/s	meter per seconde
MDTC	mega data transfer cartridge
MFD	multi function display
MHz	megahertz
MLA	micro light aeroplane [voorheen ultra licht vliegtuig (ULV)]
MLU	mid life update
MMC	mission modular computer
MTR	moving target reject rotary
N	noorderbreedte
NAT II	medische verklaring klasse II (RPL)
NFI	Nederlands Forensisch Instituut
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NM	nautical mile(s) (zeemijl(en)) [1 NM = 1.852 meter]
NOTAM	notice to airmen (bericht aan luchtvaardenden)
NTSB	(United States) National Transportation Safety Board
NVL	Nederlandse Vereniging van Luchthavens
O	oosterlengte
ODOV	onderzoeksdienst voor luchtvaartongevallen van de Luchtcomponent van de Belgische Defensie
OIC	officer in charge (dienstdoend officier)
OVC	overcast (geheel bewolkt)
QFE	plaatselijke luchtdruk op terreinniveau van een vliegveld
QNH	atmosferische druk op zeeniveau

RCS	radar cross section (reflecterend vermogen van een voorwerp)
RMFD	right multifunctional color display
RPL	recreational pilot licence (nationaal privé-vliegbewijs)
RT	radiotelefonie
RvTV	Raad voor de Transportveiligheid
SC	strato cumulus bewolking
SCT	scattered (licht bewolkt)
SDR	seat data recorder
SE	single engine (éénmotorig)
SPL	Schiphol
SSR	secondary surveillance radar
T	temperatuur
Td	dauwpuntstemperatuur
TMA	terminal control area (naderingsverkeersgebied)
TOR	terms of reference
UHF	ultra high frequency
ULV	ultra licht vliegtuig
UMEL	werkgroep "Uitvoering maatregelen Etten-Leur"
USG	U.S. gallon [circa 3,79 liter]
UTC	co-ordinated universal time (gecoördineerde wereldtijd)
VFG	visual flight guide (VFR gids)
VFR	visual flight rules (zichtvliegvoorschriften)
VHF	very high frequency
VMC	visual meteorological conditions (zichtweersomstandigheden)
WOW	weight on wheels (druk op het landingsgestel)

## 1 FEITELIJKE INFORMATIE

Plaats	: Sellingen, gemeente Vlagtwedde
Datum en tijdstip	: 24 april 2002, 12:47 uur <sup>4</sup>
Luchtvaartuig	: Tiger 11, General Dynamics F-16BM PH-3G8, Comco Ikarus C-42 Beide vliegtuigen werden vernield
Bemanning	: Tiger 11, twee, één overleden en één gewond PH-3G8, één, overleden
Soort vlucht	: Tiger 11, trainings-navigatievlucht PH-3G8, privé-vlucht
Fase van de vlucht	: kruisvlucht
Soort ongeval	: botsing in de lucht

### 1.1 De vlucht en het ongeval

#### 1.1.1 De opdracht

##### *Tiger 11*

Op 24 april 2002 was de tweepersoons F-16BM met de registratie FB19 de leider van een formatie van twee F-16's behorende tot het 31<sup>ste</sup> smaldeel van de vliegbasis Kleine Brogel in België. De roepnaam van de leider was Tiger 11. Aan boord bevonden zich twee piloten, waarvan de voorste het vliegtuig bestuurde. Het tweede vliegtuig van de formatie met de registratie FB17, had de roepnaam Tiger 12. De bemanning van Tiger 12 bestond uit een piloot die voorin zat en het vliegtuig bestuurde en een instructeur op de achterste zitplaats. De vlucht werd uitgevoerd in het kader van de omscholing op de mid life update (MLU) F-16 van de piloot aan boord van Tiger 12. De opdracht voor de F-16 formatie bestond uit een trainings-navigatievlucht op lage hoogte in ongecontroleerd luchtruim (klasse G) boven Nederland en Duitsland. Zowel in Nederland als in Duitsland zou een gesimuleerde aanval op een gronddoel, geselecteerd uit de aircent training target catalogue, worden uitgevoerd. Vanwege de aard van de vlucht werd deze met de hand gevlogen. In overeenstemming met de NAVO-overeenkomsten was het de Tiger-formatie toegestaan gebruik te maken van het Nederlandse en Duitse luchtruim.

##### *PH-3G8*

De bestuurder van de MLA PH-3G8 had die dag het vliegtuig gehuurd bij de MLA-vereniging Westerwolde op het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal. Het was zijn bedoeling een privé-vlucht te maken in de omgeving van zijn woonplaats Sellingen.

#### 1.1.2 Voorbereiding van de vlucht

##### *De Belgische Luchtcomponent algemeen*

Elke Belgische piloot van de Luchtcomponent is er zelf verantwoordelijk voor zich op de hoogte te stellen van meteorologische gegevens, de lokale verkeersleidingsgegevens, de Belgische en buitenlandse NOTAM's<sup>5</sup> en de zogenoemde "emergency of the day"<sup>6</sup> ter voorbereiding van de vlucht. Informatie die voor de uitvoering van een vlucht belangrijk is, wordt opgenomen in het zogenoemde "read and sign" bericht. Uit een paraaf moet blijken dat

<sup>4</sup> Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden (UTC + 2 uur) tenzij anders is aangegeven.

<sup>5</sup> Notice to airmen (NOTAM): bericht van tijdelijke of permanente beperkingen die gelden in een bepaald deel van het luchtruim en/of op luchthavens. Teneinde de actuele gegevens te kunnen opnemen, worden NOTAM's dagelijks uitgegeven.

<sup>6</sup> Voorafgaand aan elke vlucht wordt één van de in de emergency checklist van de F-16 opgenomen noodsituaties door de piloten theoretisch geoefend.

een piloot alle berichten heeft gelezen. Als blijkt dat hij een bericht niet gelezen en geparafeerd heeft, is hij niet geautoriseerd een vlucht uit te voeren. Het bovenstaande wordt tijdens de uitbriefing van de missie gecontroleerd door de officier in charge (OIC) van het smaldeel.

Verder zijn beschikbaar het zogenoemde dagelijks planninginstrument en de meteorologische gegevens van centraal Europa, verstrekt door de Meteorologische Wing te Bevekom en Birdtam's<sup>7</sup>, ten behoeve van de vluchtvoorbereiding.

De missie wordt gepland door de leider van de formatie, in nauwe samenwerking met de instructeur (indien het een instructievlucht betreft) en de 'mission-planners'. De navigatiegegevens worden via het mission-planningssysteem gevoed in de mega data transfer cartridge (MDTC). De MDTC bevat gegevens die weergegeven kunnen worden op de horizontal situation display (HSD) in de cockpit, zoals de navigatieroute en plaatselijke verkeersleidingsgebieden. Andere vluchtgegevens, waaronder de minimaal benodigde hoeveelheid brandstof voor de terugvlucht en de minimum toegestane hoogte boven de grond, worden door de MDTC in de mission modular computer (MMC) van het vliegtuig geladen.

De piloten gebruiken tijdens de vlucht twee kaarten; een 1:50.000 kaart voor de gronddoelen en een 1:500.000 kaart ten behoeve van de navigatie. De 1:50.000 kaarten worden door de piloten handmatig ingetekend en gereproduceerd. De 1:500.000 navigatiekaarten kunnen door het mission-planning systeem worden geprint of handmatig worden ingetekend. Tevens wordt door een lid van de formatie het vliegplan telefonisch ingediend bij de lokale Aeronautical Information Service (AIS). In dit vliegplan staan de bijzonderheden van de vlucht zoals luchthaven en tijdstip van vertrek, route van de vlucht, aard van de vlucht en het aantal vliegtuigen. Een dergelijk vliegplan is onder andere verplicht bij internationale vluchten.

De leider van de formatie geeft tenslotte een gedetailleerde briefing aan alle leden van de formatie, met vermelding van de leerdoelen voor de bestuurder die de vlucht als conversievlucht op de MLU F-16 zou uitvoeren.

Door de luchtverkeersleiding wordt aan alle militaire vliegtuigen een transpondercode<sup>8</sup> verstrekt. In het Nederlands luchtruim wordt dezelfde code uitgezonden, tenzij een andere code is opgedragen door de Nederlandse militaire luchtverkeersleiding Nieuw Millingen (Dutch Mil). Tot slot worden ook de onderlinge radiofrequenties op de VHF-band afgesproken. De dienstdoende onderofficier geeft een zogenoemde 'step brief' waar alle 'go/no-go'<sup>9</sup> items worden nagekeken, waarna de vlucht door een officier wordt geautoriseerd.

### *Tiger-formatie*

De bemanning van de Tiger-formatie heeft het hierboven beschreven vluchtvoorbereidingsproces doorlopen. De leden van de formatie waren ervan op de hoogte dat de minimale vlieghoogte voor militair straalverkeer in ongecontroleerd gebied in Nederland 1.200 ft AGL<sup>10</sup> bedroeg, zoals voorgeschreven in de NOTAM's. Dit is tijdens de

<sup>7</sup> Birdtam's: berichtgeving die specifieke informatie over vogeltrekgebieden bevat.

<sup>8</sup> Een transpondercode is een viercijfer code die op een zender (de transponder) van een vliegtuig wordt ingesteld en die op het radarscherm van een verkeersleider wordt weergegeven. Indien mode C op de transponder is ingeschakeld wordt ook de hoogte van het vliegtuig meegezonden.

<sup>9</sup> Go/no-go items betreffen eventuele tekortkomingen in de technische staat van het luchtvaartuig. Voor elk van deze items bestaan voorschriften die bepalen of, en zo ja onder welke omstandigheden, de voorgenomen vlucht doorgang kan vinden.

<sup>10</sup> Ten tijde van de vlucht was de minimaal toegestane vlieghoogte 1.200 ft boven het maaiveld (AGL). Na invoering van voorschriften voor burgervliegtuigen na het ongeval is dit veranderd in 1.200 ft boven gemiddeld zeeniveau (AMSL). Zowel de Nederlandse als de Belgische luchtmacht houden echter 1.200 ft AGL aan. Bij terreinelevatie kan dit leiden tot hoogteverschillen. Bij dit ongeval is het hoogteverschil verwaarloosbaar. Alle hoogten in dit rapport zijn AMSL tenzij anders is aangegeven.



briefing besproken. Bovendien bleek uit de verklaring van de achterste piloot van Tiger 11 dat de mededeling in het zogenaamde “read and sign” was gelezen en was afgetekend. In het vliegplan staat onder andere bij het onderwerp “opmerkingen” (item 18) vermeld dat de minimum vlieghoogte boven Nederland voor jachtvliegtuigen 1.200 ft AGL bedraagt. Volgens de planning zou de formatie uit vier éénpersoons vliegtuigen bestaan. In verband met het aantal beschikbare F-16’s, worden deze vliegtuigen meerdere malen per dag ingezet. Nadat de vier vliegtuigen waren teruggekeerd van een eerdere vlucht, bleek dat tijdens deze vlucht technische gebreken waren opgemerkt. Dit had een rechtstreeks gevolg voor de vlucht van de Tiger-formatie omdat de vliegtuigen niet meer ingezet konden worden. Daarom werd de geplande formatie van vier éénpersoons vliegtuigen veranderd in een formatie van twee tweepersoons vliegtuigen. Het vliegtuig dat als Tiger11 zou vliegen (FB19), was uitgerust met twee externe brandstoftanks die elk gevuld waren met 370 gallon<sup>11</sup> (USG). Het tweede vliegtuig, Tiger 12 (FB17), was uitgerust met één externe brandstoftank die gevuld was met 300 USG zodat dit vliegtuig minder brandstof ter beschikking had dan Tiger 11. De configuraties van vliegtuigen worden tijdens een briefing voor een week vastgesteld en tijdens deze week niet gewijzigd. Daarom is tijdens de uitbriefing besloten de geplande vliegroute in te korten; na de aanval op het eerste geplande gronddoel zou men direct naar het tweede gronddoel in Duitsland<sup>12</sup> koers zetten. Deze koersverandering werd niet op de kaart aangetekend, maar wel in de briefing besproken. De koersverandering werd niet aan AIS doorgegeven. Omdat een verandering in het vliegplan minimaal een uur voor aanvang van de vlucht moet zijn ingediend, zou dit hebben geleid tot uitstel van de vlucht. Een dergelijke koersverandering kan tijdens de vlucht aan de luchtverkeersleider worden medegedeeld indien dit noodzakelijk wordt geacht, maar dat is niet verplicht voor een vlucht in ongecontroleerd luchtruim.

De taakverdeling in een tweepersoons F-16 is dat de voorste piloot, naast zijn taak als bestuurder van het vliegtuig, ook alle andere taken in de cockpit uitvoert. Voorbeelden hiervan zijn het controleren van de juiste koers op de navigatieapparatuur, het bedienen van de radio en het bedienen van de tactische apparatuur. De nadruk van deze neventaken ligt vlak voor het uitvoeren van een tactische manoeuvre, zoals de aanval op een gronddoel. De achterste bestuurder heeft, behalve in het geval dat hij optreedt als instructeur, geen formele taak en houdt zich in de meeste gevallen slechts bezig met het houden van uitkijk als aanvulling op de uitkijk door de voorste piloot in diens functie van bestuurder.

### *PH-3G8*

Het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal is een door de Minister van Verkeer en Waterstaat aangewezen luchtvaartterrein. Het gebruik van het luchtvaartterrein is beperkt tot nationaal luchtverkeer met MLA’s. Het terrein bestaat uit een start- en landingsbaan, een kantoor van de havendienst en enkele hangaars. Het vliegveld staat op zowel burger als militaire vliegkaarten aangegeven met het symbool: 

De vlucht van de PH-3G8 betrof een lokale privé-vlucht in een gebied waar de bestuurder goed bekend was. Voor een lokale vlucht in ongecontroleerd luchtruim vanaf het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal is geen vliegplan vereist. Het is niet bekend op welke wijze de bestuurder de vlucht heeft voorbereid.

---

<sup>11</sup> Gallon (USG) = inhoudsmaat gebruikelijk in vliegtuigen die in de Verenigde Staten zijn geproduceerd, overeenkomend met ongeveer 3,79 liter.

<sup>12</sup> Ter informatie: de minimum toegestane vlieghoogte voor militaire straalvliegtuigen in Duitsland bedraagt, buiten de laagvliegzones, 1.000 ft AGL.

### 1.1.3 Verloop van de vlucht en het ongeval

#### *Tiger 11*

De formatie F-16's is omstreeks 12:19 uur gestart van de basis Kleine Brogel en is via een standaard vertrekroute in de richting van Nederland gevlogen. Het radiocontact tussen de formatie en de verkeersleiding werd volgens afspraak onderhouden door Tiger 11. Aan de Tiger-formatie werd de transpondercode 1403 opgedragen. Alleen de transponder van Tiger 11 werd hierop ingesteld. Omstreeks 12:24 uur heeft de leider de frequentie van de Belgische luchtverkeersleiding Semmerzake met roepnaam 'Belga Radar' verlaten; daarop schakelde hij over naar de Nederlandse militaire luchtverkeersleiding Dutch Mil. Via de radio heeft Tiger 11 de verkeersleiding in kennis gesteld van de voorgenomen vlucht op lage hoogte vanuit België via Nederland, Duitsland en vervolgens weer terug naar België. De geplande wijziging van de in het vliegplan vermelde route werd niet medegedeeld. De formatie zou gedurende de vlucht boven Nederlands grondgebied afgestemd blijven op de frequentie van Dutch Mil. Tiger 11 zou melden wanneer zij zouden overschakelen naar de Duitse luchtverkeersleiding (Bremen). Omstreeks 12:39 uur zijn beide vliegtuigen over het eerste gronddoelwit in de nabijheid van Almelo gevlogen.

Uit de radargegevens van Dutch Mil (zie bijlage A) blijkt dat de formatie om 10:24:41 UTC (12:24:41) ten zuiden van de Tilburg het Nederlandse luchtruim is binnengevlogen. Vervolgens werd een noordelijke koers gevolgd tot de Maas waarna men een militaire route in oostelijke richting heeft gevolgd tot de omgeving van Nijmegen. Halverwege deze route is de formatie gedurende ongeveer drie minuten niet door de radar waargenomen. Dutch Mil heeft aangegeven dat dit waarschijnlijk het gevolg was van een technische storing. Vanaf dat punt ging de route in noordoostelijke richting tot de omgeving van Almelo. De vlucht werd gedurende vier minuten niet vastgelegd waarna de formatie ter hoogte van Zwolle weer op de radar is verschenen. Vanaf Zwolle is de formatie in de richting van Hoogeveen gevlogen tot ongeveer 8 NM ten noorden van het vliegveld Hoogeveen, ter hoogte van Beilen. Vanaf dat punt heeft men de koers naar het oosten verlegd. Vervolgens vloog de formatie met een koers van ongeveer 076° in de richting van Duitsland.

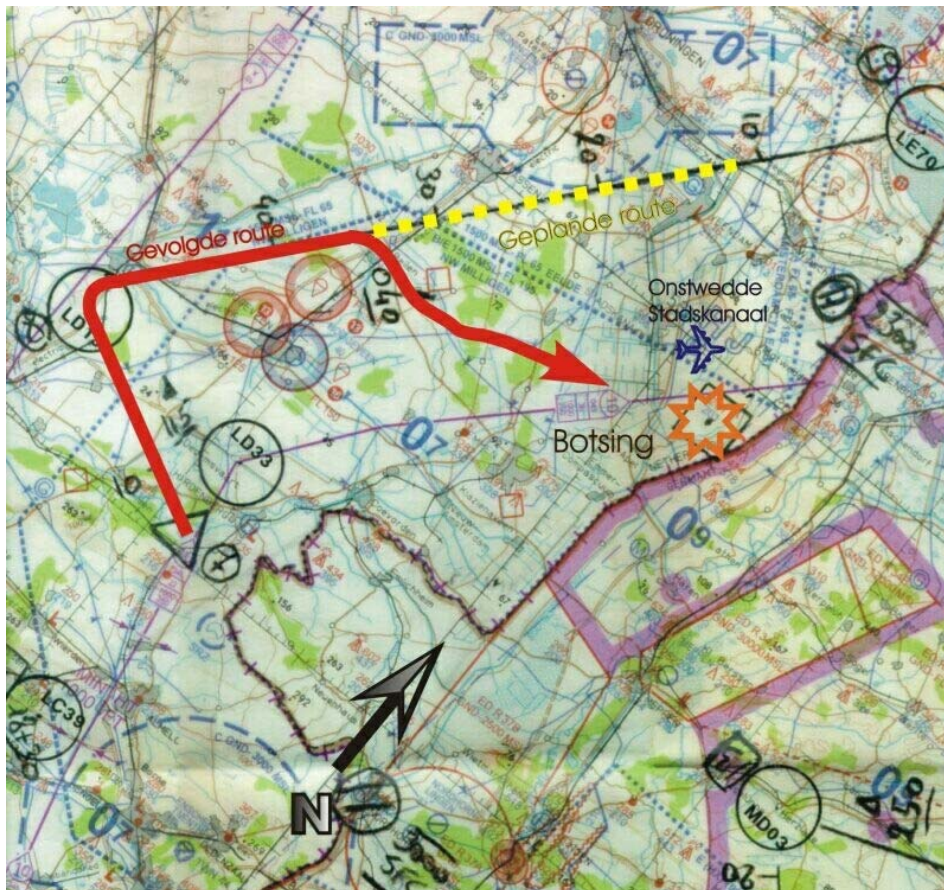
Omstreeks 12:47 uur meldde Tiger 11 dat de formatie het Nederlands luchtruim zou verlaten en zou overschakelen naar de Duitse luchtverkeersleiding van Bremen. Na een kort radiocontact met Bremen door Tiger 12 werd na het ongeval weer afgestemd op Dutch Mil voor de melding van het ongeval. Omstreeks 12:48 uur meldde Tiger 12 zich bij Dutch Mil met de mededeling dat de leider van de formatie een botsing met een onbekend luchtvaartuig had gehad en dat hij twee geopende parachutes zag.

De communicatie tussen de Tiger-formatie en Dutch Mil is opgenomen en in een transcriptie weergegeven (zie bijlage B). De geplande en de gevolgde route van het laatste deel van de vlucht van de Tiger-formatie zijn weergegeven op de 1:500.000 navigatiekaart die voor de vlucht is gemaakt (zie afbeelding 1 op pagina 23).

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van een kopie van de video-opnamen van de head up display (HUD), van Tiger 12, het tweede vliegtuig in de formatie. Op deze band zijn tevens de cockpitgesprekken vastgelegd. Op de videoband is ook de tijd op de HUD zichtbaar. De aanvang van de vlucht is niet gekopieerd. De opname begint op 10:29:37 uur UTC (12:29:37 uur)<sup>13</sup>. Het vliegtuig vliegt op dat moment al boven Nederland. De weergegeven vlieghoogte varieert tussen 1.340 en 1.190 ft. Vanaf 12:34:30 tot 12:37:30 vliegt Tiger 12 beneden 1.200 ft. De vlieghoogte bedraagt minimaal 900 en maximaal 1.190 ft. De vlieghoogte boven de grond varieert van 900 ft tot 1.040 ft AGL.

---

<sup>13</sup> Voor de duidelijkheid zijn de UTC tijden omgerekend naar de lokale tijd.



Afbeelding 1: Kaart 1:500.000 met het laatste deel van de route F-16 formatie.

De zogenoemde altitude low warning (ALOW)-hoogte<sup>14</sup> van Tiger 12 stond ingesteld op de standaardwaarde van 800 ft AGL. Vanaf 12:37:30 uur vliegt Tiger 12 boven 1.200 ft. Om 12:44:33 krijgt Tiger 11 een elektronische waarschuwing dat linksachter de formatie een ander militair vliegtuig vliegt waarvan de hoogte niet bekend is. Om dit vliegtuig uit tactische overwegingen te identificeren maakt de formatie een linkerbocht. Hierna blijkt dat de bemanning van Tiger 12 een sportvliegtuig signaleert dat dermate dicht in de buurt van Tiger 12 komt dat de bestuurder van de F-16 het noodzakelijk acht een uitwijkmanoeuvre te maken. Het sportvliegtuig is op de videoband niet waarneembaar.

Naar aanleiding van de uitwijkmanoeuvre heeft de bemanning van Tiger 12 een Air Traffic Incident Report ingediend<sup>15</sup>. De bemanning heeft hierin gerapporteerd dat het andere vliegtuig, mogelijk een Cessna, op een tegengestelde koers vloog en ongeveer 200 á 300 ft hoger dan Tiger 12 vloog. Tiger 12 vloog op dat moment ongeveer 1.200 ft. De kortste horizontale afstand tussen beide vliegtuigen werd door de bemanning van Tiger 12 geschat op 1.600 ft. Het is waarschijnlijk dat Dutch Mil niet bekend was met de aanwezigheid van het sportvliegtuig, waardoor de verkeersleiding de formatie daarvoor niet heeft kunnen waarschuwen.

Na dit incident vliegt Tiger 12 gedurende twee minuten een koers tussen 070° en 090°. Vanaf dat moment tot het tijdstip van de botsing varieert de vlieghoogte van Tiger 12 van

<sup>14</sup> De ALOW is een systeem dat op elk moment de verticale hoogte meet van het vliegtuig boven de grond. Het systeem kan ingesteld worden op een door de piloot te bepalen hoogte. Indien onder deze hoogte wordt gevlogen zal de ALOW een vocale waarschuwing genereren.

<sup>15</sup> Een Air Traffic Incident Report wordt ingediend indien de afstand en het hoogteverschil tussen twee luchtvaartuigen zodanig waren dat de veiligheid van het betrokken luchtverkeer in het gedrang kan zijn geweest.

1.010 ft tot 1.270 ft . De vlieghoogte boven de grond varieert van 910 ft tot 1.240 ft AGL. De snelheid waarmee Tiger 12 vliegt varieert van 391 kt tot 560 kt. Om 12.47:10 uur meldt Tiger 11 de formatie af bij de verkeersleiding Dutch Mil. Om 12:47:42 uur ziet de bemanning van Tiger 12 kennelijk de vuurbal als gevolg van de botsing. Nadat zij eerst de Duitse luchtverkeersleiding 'Bremen' hierover inlichtte, meldt zij dit meteen daarna aan Dutch Mil en beginnen boven de plaats van het ongeval te cirkelen. Zij geeft aan Dutch Mil door dat het vermoedelijk om een botsing tussen twee vliegtuigen gaat en dat zij twee valschermen zien. Als na enige tijd hulpdiensten ter plaatse zijn gekomen, vliegt Tiger 12 terug naar de vliegbasis Kleine Brogel.

### *PH-3G8*

Nadat de bestuurder van PH-3G8 omstreeks 12:00 uur was opgestegen vanaf het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal is hij in de richting van Sellingen gevlogen. Uit getuigenverklaringen blijkt dat hij boven zijn woning heeft gecirkeld.

Uit de verklaring van zijn echtgenote is gebleken dat de bestuurder van de PH-3G8 tijdens een vlucht in de omgeving regelmatig over zijn woning vloog om zijn echtgenote te groeten. Gewoonlijk cirkelde hij dan enige tijd boven de woning totdat zijn vrouw naar buiten kwam en naar hem zwaaide. In de gevallen dat zij niet naar buiten kwam, vloog de bestuurder vaak boven de omgeving om uit te kijken of zijn echtgenote mogelijk in de buurt aan het wandelen was. Enige tijd voor de botsing heeft zijn echtgenote gehoord dat hij over de woning vloog. Omdat zij op dat moment aan het telefoneren was, kon zij niet naar buiten gaan om naar haar man te zwaaien.

### *De botsing*

Getuigen verklaarden dat zij hadden gezien dat de F-16 Tiger 11 globaal van west naar oost vloog en dat de MLA PH-3G8 in tegenovergestelde richting, volgens de getuigen in noordwestelijke richting, vloog. Eén getuige verklaarde dat hij had gezien dat de beide vliegtuigen elkaar raakten; de andere getuigen verklaarden dat zij alleen Tiger 11 hadden gezien, een klap hadden gehoord en een vuurbal in de lucht hadden gezien. Daarna zagen deze getuigen dat brokstukken uit de lucht vielen en dat twee parachutes zich openden. Tiger 11 is na de botsing in brand gevlogen en in een bosperceel terechtgekomen waar het wrak is uitgebrand. De wrakstukken van de PH-3G8 zijn ongeveer 1.600 meter ten westen van Tiger 11 in een akker terechtgekomen.

Uit de verklaring van de achterste inzittende van Tiger 11 blijkt dat hij zich kan herinneren dat het laatste deel van de vlucht rechtlijnig en op een hoogte van 1.200 ft AGL werd gevlogen toen hij opeens een harde klap voelde. Hij besepte op dat moment niet wat er gebeurde. Toen hij zich bewust werd van zijn positie merkte hij dat hij aan zijn parachute hing. Hij heeft de MLA niet gezien. De inzittenden van Tiger 12 verklaarden dat zij de PH-3G8 ook niet hadden opgemerkt. De botsing is niet zichtbaar op de video-opnamen van de HUD van Tiger 12.

## *1.2 Letsel*

<i>Letsel</i>	<i>Bemanning</i>	<i>Passagiers</i>	<i>Derden</i>	<i>Totaal</i>
Fataal	2 (1 FB19; 1 PH-3G8)	0	0	2
Ernstig	0	0	0	0
Licht/Geen	1 (FB19)	0	0	1
Totaal	3	0	0	3

### 1.3 Schade aan de vliegtuigen

Beide vliegtuigen werden door de botsing vernield.



Afbeelding 2: Plaats ongeval Tiger 11.



Afbeelding 3: Wrakdelen van de PH-3G8 in de hangaar te Woensdrecht.

### 1.4 Schade aan derden

Milieuschade door verontreiniging van de bodem door brandstof, olie en mogelijk hydrazine. De hydrazinetank van Tiger 11 bleek na het ongeval lek te zijn. De tank werd leeg aangetroffen. Volgens een lid van de hydrazineploeg van de vliegbasis Leeuwarden die ter

plaatste is geweest, is de tank vermoedelijk bij de impact op de grond lek geraakt. De hydrazine is zeer waarschijnlijk voor het grootste deel verbrand tijdens de brand die na de impact op de grond volgde. Het is mogelijk dat een klein deel van de hydrazine in de bodem terecht is gekomen. Dit is door het lid van de hydrazineploeg meteen aan een medewerker van het Waterschap meegedeeld.

## 1.5 Gegevens bemanning

### 1.5.1 Tiger 11

*Voorste bestuurder* : *Belgische man, 36 jaar*  
 Medische verklaring : geldig tot 28 februari 2003  
 Bewijzen van bevoegdheid : hoger vliegbrevet  
 Laatste instrumentcheck : geldig tot 15 februari 2003

Vliegervaring:	<u>Totaal</u>	<u>F-16</u>
Dag	2965:15 uur	878:45 uur
Nacht	122:35 uur	58:25 uur
Totaal	3087:50 uur	937:10 uur

Laatste 3 maanden : 42:30 uur  
 Laatste 7 dagen : 4:25 uur  
 Laatste 24 uur : 1:35 uur

*Achterste bestuurder* : *Belgische man, 36 jaar*  
 Medische verklaring : geldig tot 30 juni 2002  
 Bewijzen van bevoegdheid : hoger vliegbrevet  
 Laatste instrumentcheck : geldig tot 7 juni 2002

Vliegervaring	<u>Totaal</u>	<u>F-16</u>
Dag	2352:55 uur	1496:50 uur
Nacht	164:25 uur	143:25 uur
Totaal	2517:20 uur	1640:15 uur

Laatste 3 maanden : 47:00 uur  
 Laatste 7 dagen : 3:05 uur  
 Laatste 24 uur : 0:45 uur

### 1.5.2 Tiger 12

*Voorste bestuurder* : *Belgische man, 24 jaar*  
 Medische verklaring : geldig tot 18 september 2002  
 Bewijzen van bevoegdheid : hoger vliegbrevet  
 Laatste instrumentcheck : geldig tot 11 jan 2003

Vliegervaring	<u>Totaal</u>	<u>F-16</u>
Dag	711:10 uur	340:15 uur
Nacht	17:00 uur	7:20 uur
Totaal	728:10 uur	347:35 uur

Laatste 3 maanden : 45:25 uur  
 Laatste 7 dagen : 8:00 uur  
 Laatste 24 uur : 2:45 uur



*Achterste bestuurder* : *Belgische man, 30 jaar*  
 Medische verklaring : geldig tot 12 augustus 2002  
 Bewijzen van bevoegdheid : hoger vliegbrevet  
 Laatste instrumentcheck : geldig tot 14 juni 2002

Vliegervaring	: <u>Totaal</u>	<u>F-16</u>
Dag	1797:50 uur	1321:05 uur
Nacht	104:20 uur	94:35 uur
Totaal	1902:10 uur	1415:40 uur

Laatste 3 maanden : 50:25 uur  
 Laatste 7 dagen : 4:35 uur  
 Laatste 24 uur : 2:25 uur

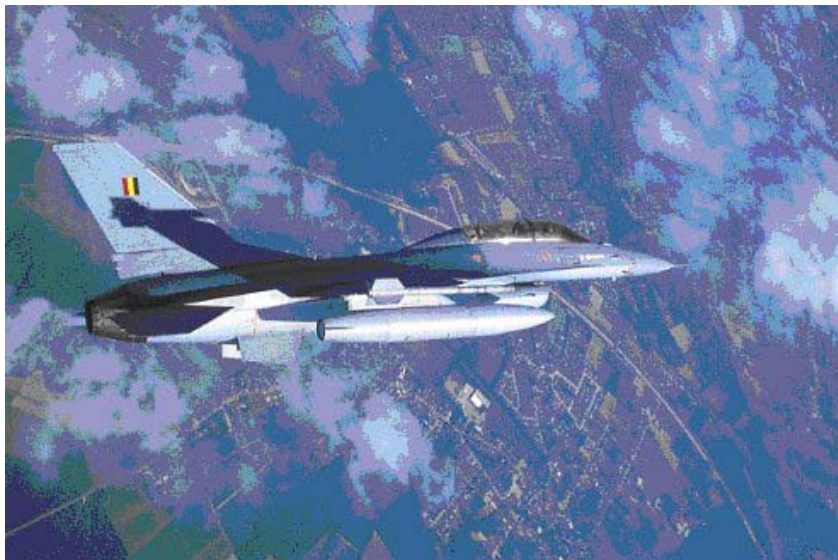
### 1.5.3 PH-3G8

Bestuurder : Nederlandse man, 64 jaar  
 Medische verklaring : geldig tot 27 maart 2003  
 Bewijzen van bevoegdheid : RPL(A), bevoegdverklaring SE Piston (land), Micro Light  
 Aeroplane  
 Vliegervaring : totaal ongeveer 232:20 uur,  
 Laatste jaar : 11:20 uur (volgens eigen opgave bij medische keuring)

De bestuurder is vanaf 1961 tot 1972 in het bezit geweest van een zweefvliegbewijs en een bewijs van bevoegdheid als privé-vlieger. In deze periode heeft hij ongeveer 187 uur gevlogen. Op 8 mei 2001 is een nationaal bewijs van bevoegdheid (RPL) afgegeven. Tijdens het examen op 31 maart 2001 heeft hij aangegeven dat zijn totale vliegervaring 221 uur bedroeg. Volgens zijn opgave had hij 30:50 uur vliegervaring op MLA's waarvan 12:30 uur als eerste bestuurder. Een exact overzicht van de vliegreizen kan niet worden gemaakt omdat de logboeken niet konden worden achterhaald.

## 1.6 Gegevens van de vliegtuigen

### 1.6.1 Tiger 11



Afbeelding 4: Foto F-16BM.

Vliegtuigtype	: General Dynamics F-16BM
Fabrieksnummer	: 80-3594
Bouwjaar	: 1980
Vliegtuiguren	: 3226:15 uur
Bewijs van inschrijving	: FB19 op naam van de Belgische Defensie, Luchtcomponent
Bewijs van luchtwaardigheid	: verleend op datum van 19 oktober 2001
Motor	: Pratt & Whitney F100 – PW220E
Serienummer	: ABEX 371
Motoruren	: 2394:57 uur
Gegevens van onderhoud	: 50 uur motorinspectie met 2376.38 uur (15 april 2002)
200 uur motorinspectie	: met 2273:47uur (17 oktober 2001)
200 uur frame-inspectie	: met 3086:00 uur (25 januari 2002)

Overige gegevens van het vliegtuig:

#### *Configuratie*

De F-16 heeft negen ophangpunten waaraan onder andere wapensystemen en extra brandstoftanks kunnen worden gehangen. Bij Tiger 11 waren zes ophangpunten bezet, waaronder twee voor de brandstoftanks van elk 370 USG.

#### *Gewicht en zwaartepunt*

Het maximum toegestaan startgewicht van Tiger 11 was 35.400 lbs<sup>16</sup>. De hoeveelheid brandstof aan boord op het moment van de botsing, bedroeg ongeveer 7.350 lbs. Het totale gewicht van het vliegtuig op het moment van de botsing bedroeg ongeveer 26.800 lbs. Het gewicht en zwaartepunt lagen binnen de toegelaten grenzen.

#### *Kleurschema*

De twee F-16's behoorden tot de vliegbasis van Kleine Brogel en hebben de F-16 standaard lichtgrijze kleur (air superiority grey).

#### *Verlichting*

Standaard ICAO verlichting en een flitslicht op de verticale stabilo.

#### *Radar (FCR)*

De F-16 is uitgerust met een lucht-lucht en lucht-grond radar (FCR). Deze radar heeft een tactische functie en kan ondermeer gebruikt worden om luchtdoelen op te sporen die gerepresenteerd worden op één van de twee, naar keuze instelbaar, color multifunctional displays (CMFD's). De standaard instelling van de radar is een bereik van 40 NM (ongeveer 72 km) en het wegfilteren van doelen met een grondsnelheid lager dan 96 kt. Deze filter, de moving target reject rotary (MTR) dient om het radarscherm vrij te houden van 'langzaam' bewegende objecten op de grond, zoals bijvoorbeeld auto's. De filter kan in de modus 'hoog' of 'laag' worden ingesteld. De Belgische defensie heeft ervoor gekozen de hoge instelling van 96 kt als standaard te gebruiken. Een doel wordt pas gedetecteerd indien het aan twee voorwaarden voldoet: de grondsnelheid moet boven de ingestelde filterwaarde liggen en het doel moet voldoende reflecterend vermogen of 'radar cross section' (RCS) bezitten. De RCS wordt bepaald door de grootte, het materiaal en de vorm van het voorwerp.

#### *Airborne identification friend or foe (AIFF)*

De F-16 is uitgerust met een AIFF systeem. Dit systeem stelt de bestuurder van de F-16 in staat om transponders en de bijbehorende codes van andere vliegtuigen te ondervragen. Vliegtuigen die gedetecteerd worden door de FCR, dat wil zeggen dat de RCS én de snelheid van die vliegtuigen boven een minimum waarde liggen, zullen samen met de

---

<sup>16</sup> 1 lbs: gewichtseenheid overeenkomend met 0,4545 kilogram.



transponder modes, als antwoord op de ondervraging door de AIFF, gerepresenteerd worden door de FCR op één van de CMFD's. Indien het ondervraagde vliegtuig niet aan de voorwaarden van minimum snelheid en RCS voldoet, zal alleen het antwoord (mode en code) van de ondervraagde transponder op de CMFD gepresenteerd worden.

#### *Transponder*

De F-16 is uitgerust met een transponder die ingesteld kan worden in verschillende modes en een viercijferige code. Tijdens de vluchten wordt de transponder zodanig ingesteld dat de code die door de lokale luchtverkeersleiding voor de vlucht is toegekend en de correcte hoogte (AMSL) van het vliegtuig op het radarscherm van de verkeersleider worden gepresenteerd.

#### *Hoogte-attendingssystemen*

De F-16 is uitgerust met twee hoogte-attendingssystemen die ter beschikking van de bestuurder staan. Dit zijn de altitude low warning (ALOW) die gebruik maakt van de informatie van de combined altitude radar altimeter (CARA) en het line in the sky (LIS), dat gebruik maakt van de barometrische systeemhoogte. Deze systeemhoogte wordt door voortdurende correctie van global positioning system (GPS) en digital terrain system (DTS) herleid tot een betrouwbare AMSL hoogte-indicatie.

#### *Altitude low warning (ALOW)*

De ALOW kan zowel op de grond als in de lucht worden ingesteld op de radarhoogte die men tijdens de vlucht zeker niet (onbewust) wil onderschrijden, omdat dit direct gevaar oplevert. Passeert men deze hoogte in neerwaartse richting, dan zal continu de vocale waarschuwing 'ALTITUDE ALTITUDE' klinken, totdat men weer boven de ingestelde hoogte is teruggekeerd. Tevens wordt een rood waarschuwingslicht in de cockpit getoond en wordt de ALOW-waarschuwing in de HUD geactiveerd. De ALOW is een primair waarschuwingssysteem waarvan het attendingsniveau tot de hoogste klasse behoort, vergelijkbaar met de waarschuwingen voor brand en te lage oliedruk.

#### *Line in the sky (LIS)*

De LIS kan op de grond en in de lucht worden ingesteld op een AMSL-hoogte die men tijdens de vlucht niet (onbewust) wil onderschrijden. Passeert men deze hoogte in neerwaartse richting, dan zal eenmalig de vocale waarschuwing 'ALTITUDE ALTITUDE' worden gegeven.

#### *Het zicht vanuit de cockpit*

De vliegtuigkap van de F-16 bestaat uit één geheel, waarbij geen verstevigingconstructies noodzakelijk zijn. In het gezichtsveld van de voorste bestuurder is de HUD gemonteerd. De HUD bestaat uit een glasplaat waarop gegevens worden geprojecteerd, met aan weerszijden een metalen frame waarin de glasplaat gemonteerd is. Het frame en de geprojecteerde gegevens kunnen het zicht enigszins belemmeren. Verder bleek uit informatie van testvliegers van de F-16 dat de glasplaat van de HUD een lichtdoorlaatbaarheid van 70% heeft. Dit is het gevolg van de schuine plaatsing van de HUD om projectie op de glasplaat mogelijk te maken. Door de schuine plaatsing wordt een deel van het inkomend licht afgebogen.

De achterste bestuurder zit recht achter en op dezelfde hoogte als de voorste bestuurder. Het gezichtsveld van de achterste bestuurder recht vooruit wordt hierdoor geblokkeerd in een hoek van ongeveer 30° links tot 30° naar rechts. Het zicht door de HUD, met de geprojecteerde gegevens, wordt, indien geselecteerd, integraal weergegeven op de right multifunctional color display (RMFD) van de achterste bestuurder. Dit is de enige mogelijkheid die de achterste bestuurder heeft om recht naar voren te kijken. De kwaliteit van deze beelden is matig.

## 1.6.2 PH-3G8



Afbeelding 5: Foto Comco Ikarus C-42.

Vliegtuigtype	: Comco Ikarus C-42
Fabrieksnummer	: 9911-6218
Bouwjaar	: 1999
Vliegtuiguren	: 853:05 uur
Bewijs van inschrijving	: nummer 20551 (onbeperkte geldigheid)
Bewijs van luchtwaardigheid	: geldige ontheffing voor het gebruik van een MLA zonder bewijs van luchtwaardigheid, nummer DL/LVT/01.532767, geldig tot 24 januari 2004.
Motor	: Bombardier-Rotax
Motoruren	: 853:05 uur na de bouw
Gegevens van onderhoud	: op 12 april 2002 werd een 50-uurs inspectie uitgevoerd bij 837:05 vlieguren.

### *Gewicht en zwaartepunt*

Het leeggewicht van de PH-3G8 bedraagt 271 kg. De maximaal toegelaten startmassa bedraagt 450 kg. Het is onbekend hoeveel brandstof aan boord van de PH-3G8 was. Uit de berekening van het NLR (zie bijlage C) blijkt dat het totale vliegtuiggewicht op het moment van de botsing tussen 350 en 400 kg lag. Tijdens de vlucht heeft het zwaartepunt binnen de daarvoor gestelde limieten gelegen.

### *Kleurschema*

Wit met rode vlakken.

### *Verlichting*

Geen.

### *Transponder*

De PH-3G8 was niet uitgerust met een transponder.

### *Het zicht vanuit de cockpit*

Het zicht recht naar voren vanuit de cockpit van de PH-3G8 is ongehinderd. Het zicht opzij wordt enigszins belemmerd door de structuur van de zijdeuren en de vleugelsteunen. Naar boven wordt het zicht compleet belemmerd door de vleugels die boven op de romp zijn gemonteerd. In een bocht wordt het zicht naar de binnenkant van de bocht belemmerd door de vleugel.

## 1.7 Meteorologische gegevens

### 1.7.1 Gegevens verkregen van het KNMI

#### Algemene situatie

Een hogedrukgebied boven het Kanaal zorgt in de omgeving van Vlagtwedde voor een zwakke aanvoer van vrij vochtige, onstabiele lucht.

#### Wind ter plaatse van Vlagtwedde

Hoogte	Richting	Sterkte	Temp
500 ft	320 graden	10 knopen	+13° C
1.500 ft	320 graden	10 knopen	+11° C
3.000 ft	340 graden	15 knopen	+07° C
FL050	340 graden	15 knopen	+07° C

Natuurlijke lichtcondities : daglicht  
Zicht : 10 – 12 km  
Bewolking : Sct Cu 1.500 Bkn Sc 2.500 toppen 4.500 ft  
0° Celsius niveau : FL095-FL100  
Ijsaanzetting : geen  
Turbulentie : licht  
Thermiek : zwak

#### Waarnemingen

Station	Tijd	Wind	Zicht	Weer	Bewolking	T/TD	QNH
EHGG	10:25	28006	9999	Nil	Ovc 035	15/13	1026 <sup>17</sup>
EHGG	10:55	32008	9999	Nil	Sct 015 Bkn 035	16/13	1026
EHHO	10:00	30008	9999	Nil	Few 015 Sct 025 Ovc 035	17/12	1027
EHHO	11:00	29009	9999	Nil	Sct 024 Bkn 028 Ovc 037	17/12	1027

### 1.7.2 Meteorologische gegevens van de Meteorologische dienst Kleine Brogel

Voorafgaand aan de vlucht werd door de bestuurders van de F-16's de weerbriefing gevolgd die was samengesteld door de Meteorologische dienst van Kleine Brogel. Deze briefing bestond uit een aantal computerbeelden en weervoorzichten van Nederlandse militaire- en burgervliegvelden.

Vergelijking van de waarnemingen van het KNMI met de vooruitzichten van de Meteorologische dienst van Kleine Brogel laat zien dat de actuele situatie globaal overeen kwam met de gepresenteerde verwachtingen. Het actuele zicht kwam overeen met de verwachting; van 8 kilometer tot meer dan 10 kilometer. De bewolking was lager dan verwacht; Few-Sct op 1.500 ft in plaats van de verwachte Few-Sct tussen 4.000 en 7.000 ft.

### 1.7.3 Gegevens verkregen uit getuigenverklaringen en luchtfoto's

Uit de verklaringen van getuigen op de grond blijkt dat het zicht goed was. Andere vliegtuigbestuurders bevestigen dit; hoewel er sprake was van lichte heigheid, was het zicht meer dan 10 kilometer.

<sup>17</sup> Een waarneming wordt in de luchtvaart in een standaard formaat weergegeven. De betekenis van deze regel luidt: de waarneming van het station Groningen Airport Eelde om 10:25 uur UTC. Wind uit de richting van 280° met een kracht van 6 kt. Zicht meer dan 10 kilometer. Geen weer van betekenis. Volledige bewolking op een hoogte van 3.500 ft. Temperatuur 15° Celsius en dauwpunt 13° Celsius. Luchtdruk 1026 hPa. EHHO is vliegveld Hoogeveen.

De luchtfoto's die ongeveer een uur na het ongeval van de omgeving zijn gemaakt, bevestigen deze verklaringen.

#### *1.7.4 Gegevens van de video-opnamen van de HUD van Tiger 12*

Uit de opnamen die van de HUD van Tiger 12 zijn gemaakt bleek dat het zicht op de vlieghoogte van de formatie matig was; er was sprake van heiligheid. Naarmate de hoogte toenam, werd het zicht minder. De horizon was op de videobeelden slecht zichtbaar.

### *1.8 Navigatiehulpmiddelen*

#### *1.8.1 Tiger 11*

De F-16 heeft een navigatiecomputer (inertial navigation unit, INU) die voortdurend gecorrigeerd wordt door het global positioning system (GPS). De positiebepaling tijdens de vlucht is dankzij dit GPS-INU systeem zeer accuraat. De route die is bepaald tijdens de voorbereiding van de vlucht wordt via de MDTC geladen in de MMC. Deze route wordt via de MMC voorgesteld op de HSD. Ook alle gebieden die een potentieel gevaar kunnen opleveren, zoals CTR's en zweefvlieglocaties, kunnen als cirkels worden gepresenteerd op dezelfde HSD. De vliegroute wordt als een lijn op de HSD weergegeven die door de bestuurder door besturing van het vliegtuig wordt gevolgd.

Verder had de bestuurder de beschikking over de 1:500.000 navigatiekaart en twee 1:50.000 kaarten voor de doelwitten.

#### *1.8.2 PH-3G8*

Zover kon worden nagegaan was de PH-3G8 niet uitgerust met een navigatiehulpmiddel. Het is niet bekend of de bestuurder een vliegkaart mee had op zijn vlucht.

### *1.9 Communicatie*

#### *1.9.1 Tiger 11 en Tiger 12*

De VHF-radio wordt als communicatiemiddel tussen de vliegtuigen onderling gebruikt. De UHF-radio wordt gebruikt voor het contact tussen de vliegtuigen en de luchtverkeersdiensten. De UHF-radio van de beide F-16's was op het moment van het ongeval reeds afgestemd op de frequentie van de Duitse verkeersleiding (Bremen). Na een kort radiocontact met Bremen door Tiger 12 werd na het ongeval weer afgestemd op Dutch Mil voor de melding van het ongeval en ter assistentie aan de reddingsoperatie.

#### *1.9.2 PH-3G8*

De PH-3G8 was uitgerust met een VHF-radio. Nadat de PH-3G8 was opgestegen heeft de bestuurder zich bij de havendienst van het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal afgemeld. Hij heeft zich niet bij een andere luchtverkeersdienst, bijvoorbeeld Dutch Mil, aangemeld. Hiertoe bestaat geen wettelijke verplichting, doch dit wordt in publicaties wel aangeraden. Het is niet bekend of hij de frequentie van een luchtverkeersdienst heeft uitgeluisterd. De radio van de PH-3G8 is niet teruggevonden zodat niet kon worden achterhaald op welke frequentie deze was afgestemd.

### *1.10 Plaats van het ongeval*

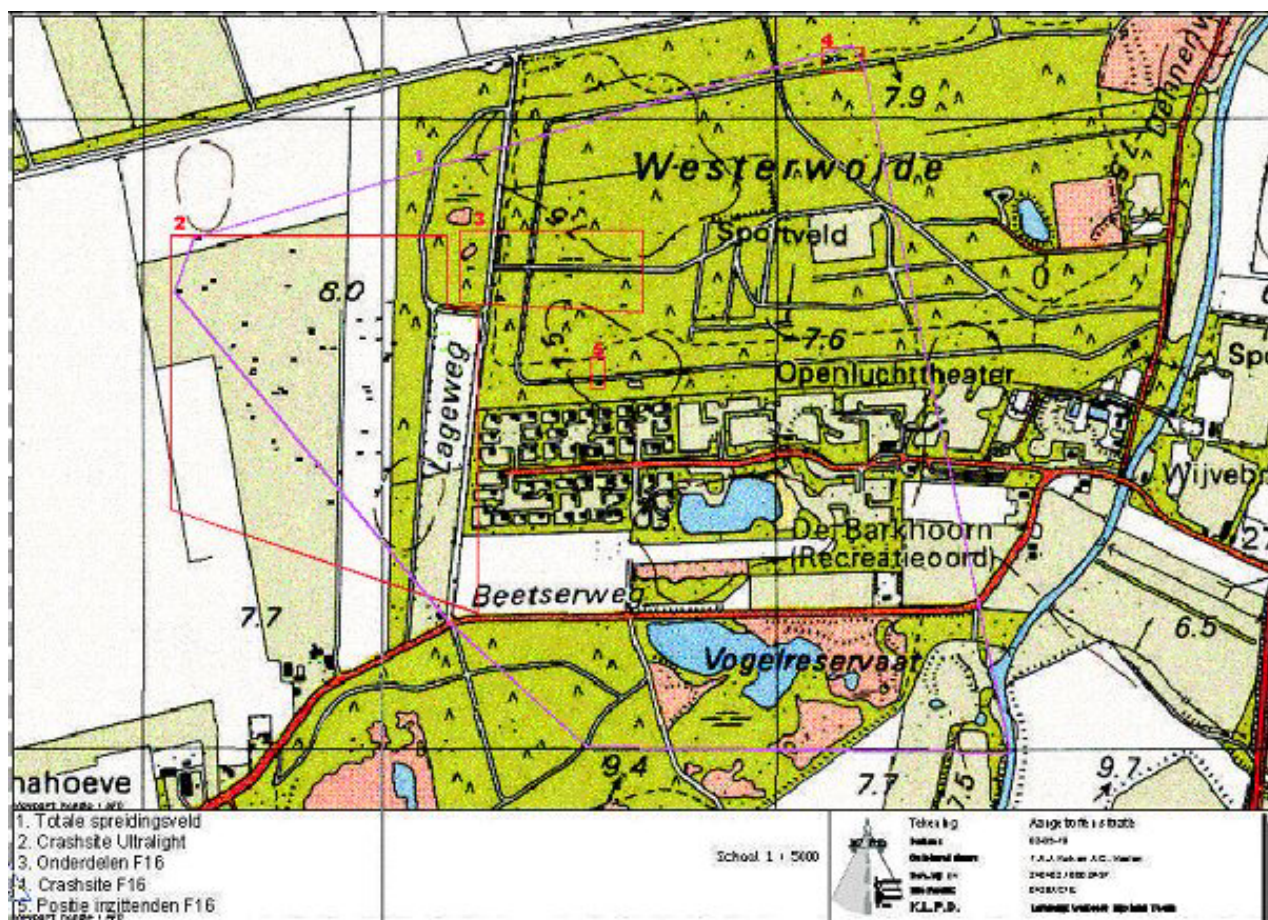
#### *1.10.1 Locatie*

De positie van de meeste wrakdelen van Tiger 11 was: 52° 57,13' N 07° 7,77' O.

De positie van de meeste wrakdelen van de PH-3G8 was: 52° 56,89' N 07° 7,12' O.

### 1.10.2 Terrein

Het terrein waar het wrak van Tiger 11 is terechtgekomen bestaat uit een bos genaamd Overdiep. Dit terrein wordt aan westzijde begrensd door weilanden en braakliggende akkers. Op deze percelen zijn de wrakdelen van de PH-3G8 terechtgekomen.



Afb. 6: Kaart van het ongevalsgebied [bron KLPD].

## 1.11 Gegevens van vluchtrecorders en radarsystemen

### 1.11.1 Tiger 11

Tiger 11 was uitgerust met de onderstaande recorders. Deze zijn primair ontworpen voor data-analyse van de normale vluchtuitvoering en niet voor ongevalonderzoek. Deze recorders zijn niet bestand tegen grote krachten en/of brand.

#### *Mega Data Transfer Cartridge (MDTC)*

De MDTC bevat een geheugenchip en biedt de mogelijkheid relevante gegevens (navigatiepunten, timing, bewapening, dreigingcirkels, restricties, frequenties, foutcodes) voor de vlucht tijdens de planning te berekenen en op te slaan. Na verificatie door de "mission-planners", wordt de MDTC door de bestuurder in zijn vliegtuig geplaatst en worden de gegevens overgeladen in de mission modular computer (MMC). De MDTC werd vernield bij de botsing en de daarop volgende brand en kon niet worden uitgelezen.

#### *Seat Data Recorder (SDR)*

De SDR is een recorder die primair is bedoeld voor onderhoudsdoeleinden. De op de SDR opgeslagen hoogte-informatie is niet bedoeld voor nauwkeurige registratie van de vlieghoogte. De SDR is bevestigd aan de voorste schietstoel. De SDR kan alleen technische gegevens opslaan afkomstig van de electronic component assembly (ECA) en de flight



control computer (FLCC). In de geheugenchip van de SDR worden de nagevolgde gegevens opgeslagen:

- Vliedsnelheid
- Hoogte (relatief tot drukhoogte van 1013,2 hPa of 29,92 inch Hg)
- Invalshoek (AOA)
- Verlopen tijd vanaf het verdwijnen van druk op het landingsgestel (WOW).

In een normale situatie wordt tijdens de vlucht iedere 64 seconden data opgeslagen. Indien zich een storing in het vliegtuigsysteem voordoet, wordt elke seconde data opgeslagen.

#### *Aircraft Video Tape Recording (AVTR)*

De AVTR opnames van de volgende onderdelen staan op drie videobanden.

- De opname van de head-up display (HUD) die het actuele zicht vanuit de cockpit naar voren toont met geprojecteerde informatie over onder andere hoogte, snelheid, koers en tijd.
- Linker multifunctional color display (LMFD) met geselecteerde informatie (bijvoorbeeld fire control radar (FCR)).
- Rechter multifunctional color display (RMFD) met geselecteerde informatie (bijvoorbeeld horizontal situation display (HSD)).

Op deze videobanden wordt ook alle interne en externe communicatie opgenomen. Geen van de banden is teruggevonden, deze zijn waarschijnlijk verbrand.

#### *1.11.2 PH-3G8*

De PH-3G8 was niet uitgerust met een vluchtrecorder. Dit is voor MLA's niet verplicht.

#### *1.11.3 Radarsystemen*

Van de radargegevens van de vlucht van de F-16 formatie waren alleen de secondary surveillance radar (SSR) gegevens beschikbaar. Het radarsysteem in Nederland is zodanig ingericht dat sprake is van een samengesteld beeld waarin de gegevens van alle radarposten in Nederland en van sommige radarposten in het buitenland zijn verwerkt. Deze radarposten zenden hun gegevens van het luchtverkeer naar het luchtverkeersleidingscentrum van Eurocontrol in Maastricht. De verwerking van deze gegevens vindt daar plaats met gebruikmaking van het zogenoemde ARTAS tracker systeem. Het radarsysteem maakt uit de verschillende radarbronnen een geoptimaliseerde schatting van de vliegtuigpositie, vliedsnelheid en -richting. Het radarsysteem stelt de radargegevens weer ter beschikking aan de gebruikers; de radarposten.<sup>18</sup>

Een SSR-radarstation op de grond krijgt informatie over de hoogte van een vliegtuig van de transponder (mode C) die in een vliegtuig is gemonteerd. Deze transponder is gekoppeld aan de hoogtemeter van het vliegtuig of aan een systeem dat de hoogtemeting verricht.<sup>19</sup>

Naast de ARTAS-gegevens bleken tevens beperkte radargegevens van de vlucht beschikbaar te zijn afkomstig van de lokale radar van de Luchtverkeersleiding Nederland op

---

<sup>18</sup> De gegevens over de hoogte van vliegtuigen wordt in honderdtallen ten opzichte van het drukvlak van 1013,2 hPa aan de gebruikers doorgegeven. In het ontvangende radarstation wordt deze hoogte omgerekend naar de regionale luchtdruk ten opzichte van zeeniveau (QNH). Een verschil van 1 hPa komt ongeveer overeen met een hoogteverschil van 27,3 ft. Hierbij wordt de uitkomst van deze berekening afgerond naar de dichtstbijzijnde hoogte in honderdtallen (flight levels).

<sup>19</sup> De hoogte die door de transponder wordt uitgezonden en door het radarstation wordt ontvangen, is door de transponder of door een zogenoemde 'blind encoder' afgerond op de dichtstbijzijnde hoogte in honderdtallen waarbij alle tientallen beneden 50 ft naar beneden wordt afgerond en alle tientallen van 50 ft of meer naar boven worden afgerond. Deze hoogte wordt weergegeven ten opzichte van het drukvlak van de standaardatmosfeer van 1013,2 hPa.

Groningen Airport Eelde. Deze radar wordt gebruikt voor technisch onderhoud aan het radarsysteem en is niet gekoppeld aan het ARTAS tracker systeem. Uit navraag bij de Duitse luchtverkeersleiding Bremen Radar is gebleken dat daar geen radarbeelden beschikbaar waren waarop het laatste deel van de vlucht van de F-16 formatie dan wel van de PH-3G8 is te zien.

## *1.12 Wrakonderzoek, gegevens en reconstructie van de botsing en volgorde van de gebeurtenissen*

### *1.12.1 Algemeen*

Door het NLR en de onderzoekers van de Belgische Luchtcomponent (ODOV) zijn onder verantwoordelijkheid van de Raad voor de Transportveiligheid deelonderzoeken uitgevoerd. Het NLR heeft daarbij voornamelijk de wrakdelen van de PH-3G8 onderzocht en de schade geanalyseerd. De onderzoekers van ODOV hebben zich vooral gericht op het onderzoek van Tiger 11. Daarbij is onder meer ruim aandacht besteed aan de werking van de veiligheidsuitrusting. De deelonderzoeken zijn opgenomen in bijlage D (schietstoelen) en bijlage E (instrumenten). De onderzoekers van het NLR hebben de beschikbare delen van Tiger 11 onderzocht om de vastgestelde schade op de PH-3G8 te toetsen aan de schade aan Tiger 11. Voorts heeft het Duitse Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) een nader onderzoek aan de hoogtemeters verricht.

In paragraaf 1.12.2 tot en met 1.12.4 zijn de bevindingen van deze deelonderzoeken van het NLR en van ODOV weergegeven. In paragraaf 1.12.5 zijn de bevindingen verwoord van de deelonderzoeken van het NLR, ODOV en de BFU met betrekking tot de instrumenten. Tevens is het verloop van de gebeurtenissen onderzocht en zijn vluchtpad, botsingshoogte, -tijd en -geometrie gereconstrueerd. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in het rapport NLR-CR-2002-353-A (zie bijlage C). Een overzicht van de resultaten van dit onderzoek is opgenomen in paragraaf 1.12.6.

### *1.12.2 Bevindingen na berging van Tiger 11*

- De vliegtuigen hebben elkaar vermoedelijk aan de voorzijde geraakt. Het eerste contact met de zware delen van de PH-3G8 heeft plaatsgevonden op de rechterzijde van de radome (neuskegel) ten opzichte van de langsas van Tiger 11.
- De canopy van Tiger 11 was gedesintegreerd.



Afb. 7: Gereconstrueerde canopy Tiger 11.

- De zijkanten van de cockpitconstructie zijn gesepareerd teruggevonden in de buurt van de PH-3G8. Beide delen zijn relatief onbeschadigd.
- Motoronderdelen van de PH-3G8 zijn in de cockpit van Tiger 11 en dicht bij de plaats waar de schietstoelen zijn neergekomen, teruggevonden.
- Het voorste deel van de canopy is vervormd, met een knikpunt net voor de HUD. Dit is veroorzaakt door het opduwen van de canopyneus door de vliegtuigconstructie. De HUD-unit is losgekomen, zeer waarschijnlijk door de opwaartse beweging van de cockpit, en heeft de voorste bestuurder dodelijk verwond.



Afb. 8 Indrukken van de HUD in het voorste deel van de canopy.

- De canopyranden zijn in delen teruggevonden. Uit de schade kan opgemaakt worden dat een zwaar voorwerp de canopy heeft geraakt op het moment dat deze reeds gesepareerd was van de rest van het vliegtuig. Eén van de afvuurraketten die dienen voor het afwerpen van de canopy heeft gewerkt.
- De bevestigingen van de HUD-unit zijn als indruk zichtbaar in de binnenzijde van de canopy. Tijdens de separatie van de canopy is de HUD-unit, nadat deze de voorste bestuurder had geraakt, door het glas geschoten en heeft daarmee een gat veroorzaakt waarna de canopy vervolgens is gedesintegreerd.
- Delen van de PH-3G8 zijn de cockpit binnengedrongen en hebben de voorzijde van de voorste schietstoel beschadigd.

### 1.12.3 Bevindingen na berging van de PH-3G8

- De motor is gedesintegreerd onder invloed van geweld.
- De neuswielpoot, compleet met wiel en wielkap, was nog bevestigd aan de hoofdframebuis.
- Het neuswielpoot-samenstel en de motorbevestiging zijn onderhevig geweest aan een kracht van boven en van links.
- De onderzijde van de romp en het staartstuk vertonen geen botsingsschade.
- De voorruit van de PH-3G8 vertoont inslagschade aan de linkerzijde.
- Een botsingsrichting van linksvoor naar rechtsachter is aannemelijk.



#### 1.12.4 Bevindingen met betrekking tot het activeren van de schietstoelen<sup>20</sup>

- Het uitschietsysteem van de voorste bestuurder is geactiveerd. Het systeem heeft naar behoren gewerkt en heeft de canopy gesepareerd van het vliegtuig. De beide schietstoelen zijn in de normale volgorde uitgeschoten (eerst de achterste en daarna de voorste bestuurder).
- De uitschietsing is geactiveerd door de voorste bestuurder.
- De activering van de uitschietsing is vlak vóór of tijdens de botsing gebeurd.

Op verzoek van de Raad voor de Transportveiligheid heeft het NLR ook onderzoek gedaan naar de reactietijden van uitwijkmanoeuvres van piloten. Het NLR komt tot de volgende bevindingen:

- De activering van de schietstoel is mogelijk het gevolg van een schrikreactie van de voorste piloot. Activering door brokstukken is ook mogelijk, maar wordt minder ondersteund dan activering door de piloot.
- Er bestaan diverse studies naar de benodigde reactietijd van piloten. De uitkomsten van deze studies tonen aanzienlijke verschillen. Samenvattend kan worden gesteld dat:
  - de reactietijd voor een bewuste, weloverwogen botsingsvermijding 12 tot 13 seconden bedraagt;
  - de reactietijd voor spontane uitwijkreacties 2 tot 6 seconden bedraagt;
  - de reactietijd voor het 'in een reflex' activeren van het uitschietsingssysteem na detectie van een object ongeveer 2,5 seconden bedraagt.

#### 1.12.5 Onderzoek van instrumenten

De volgende instrumenten waren beschikbaar voor onderzoek: hoogte- en snelheidsmeter van de voorste cockpit van Tiger 11, hoogtemeter van de achterste cockpit van Tiger 11, resten van het master caution light<sup>21</sup> van de voorste en achterste cockpit van Tiger 11 en de hoogtemeter van de PH-3G8. De hoogtemeter van de achterste cockpit van Tiger 11 werd in het wrak aangetroffen en was door de impact en de brand ernstig beschadigd. De overige instrumenten van Tiger 11 werden in de omgeving van het wrak aangetroffen evenals de hoogtemeter van de PH-3G8.

De hoogte- en snelheidsmeters werden onderzocht door het NLR en ODOV. De resultaten van het onderzoek van beide instanties waren met betrekking tot de hoogtemeters niet consistent. De overige bevindingen waren, zakelijk weergegeven:

- De instelling van de hoogtemeter van de achterste cockpit van de F-16 was 1026 hPa.
- Op het moment van de botsing vloog het vliegtuig met een snelheid van ongeveer 405 kt en een invalshoek van 0,52°.
- Op het moment van de botsing heeft het master caution light in de voorste cockpit niet gebrand.
- De instelling van de hoogtemeter van de PH-3G8 was 1029 hPa.

#### Nader onderzoek hoogtemeters

De hoogtemeters van Tiger 11 en van de PH-3G8 zijn nader onderzocht in het laboratorium van de BFU in Braunschweig (D). De wijzerplaten van beide hoogtemeters van Tiger 11 zijn op microscopische sporen onderzocht. Daarbij werden geen sporen aangetroffen die een aanwijzing zouden kunnen geven over de botsingshoogte. Aan de hoogtemeter van de PH-3G8 werden sporen aangetroffen waarvan de meest relevante zijn:

- Een indruk van de lange wijzer, die de honderdtallen aangeeft, op de wijzerplaat ter hoogte van 740 ft. Deze wijzer was los van de as.

<sup>20</sup> ODOV heeft een detailonderzoek verricht op het uitschietsysteem en de schietstoelen. Dit onderzoek is opgenomen in bijlage D.

<sup>21</sup> Het master caution light is een waarschuwingslicht dat gaat branden als een storing in het vliegtuigstelsel optreedt die wordt gemeld op het master caution light paneel.

- De korte wijzer, die de duizendtallen aangeeft, was nog op de as gemonteerd. Deze werd op de stand van 7.700 ft aangetroffen. De lengte van de korte wijzer is zodanig dat deze alleen sporen op de 10.000 ft schijf kan achterlaten. De 10.000 ft schijf werd na de botsing aangetroffen op de "98-positie". De korte wijzer heeft een krasspoor op de 10.000 ft schijf achtergelaten dat loopt van 7.700 ft tot ongeveer 600 ft.
- Sporen op de subscale geven aan dat de luchtdrukwaarde stond ingesteld op 1029 hPa.

De aangetroffen sporen op de hoogtemeter van de PH-3G8 waren niet met elkaar in overeenstemming. De BFU concludeerde dat op basis van deze resultaten geen uitspraak kon worden gedaan over de botsingshoogte.

### *Nauwkeurigheid van hoogtemeters*

#### Tiger 11

De Luchtcomponent van de Belgische Defensie gebruikt voor de hoogtemeter een maximale tolerantie van 75 ft op de grond ten opzichte van een gemarkeerd punt en/of een verschil kleiner dan 50 ft tussen de beide hoogtemeters in het geval van een tweepersoons F-16. Indien de hoogtemeter van de F-16 door het systeem in het vliegtuig of door de piloot buiten de tolerantie bevonden wordt, wordt deze aan een test onderworpen en zonodig gekalibreerd. In de praktijk blijken afwijkingen van F-16 hoogtemetersystemen aanzienlijk minder te zijn.

#### Micro light aeroplanes algemeen

Aan hoogtemeters en aan het systeem dat de hoogtemeting mogelijk maakt (het pitot-statische systeem) van MLA's worden geen nauwkeurigheds- en kalibratie-eisen gesteld. Als steekproef werd de hoogtemeter van een aantal MLA's op de afstelling gecontroleerd. Hieruit bleek dat ongeveer 60% van de onderzochte hoogtemeters een afwijking had. Indien de hoogtemeter was ingesteld op de QNH van het vliegveld bleek dat de hoogteaankwijzing varieerde van 80 ft hoger tot 80 ft lager dan de werkelijke hoogte.

Uit gesprekken met enkele MLA-piloten bleek dat zij zich bewust zijn van het feit dat de hoogtemeters een afwijking kunnen hebben omdat deze niet gekalibreerd kunnen zijn. Zij lossen dit op door voor vertrek de hoogte van de hoogtemeter in te stellen op de hoogte (elevatie) van het vliegveld, ongeacht de QNH-waarde die de hoogtemeter op dat moment aangeeft.

In tegenstelling tot de situatie bij MLA's bedraagt de tolerantie van hoogtemeters van gecertificeerde vliegtuigen tot een hoogte van 1.500 ft plus of min 25 ft.

#### PH-3G8

Hoewel daartoe geen verplichting bestond is de hoogtemeter van de PH-3G8 op 28 september 2000 getest. Daarbij bleek dat deze hoogtemeter op 1.000 ft een foutaanwijzing had van -10ft. Op 1.500 ft gaf de hoogtemeter een foutaanwijzing van -20 ft.

#### *1.12.6 Bevindingen van de hoogtereconstructie*

In deze paragraaf zijn de conclusies van het onderzoek van het NLR met betrekking tot de reconstructie van het vluchtpad, de botsingshoogte en -tijd opgenomen (zakelijk weergegeven):

- De hoogtegegevens afkomstig van de SDR zijn niet nauwkeurig. De maximale afwijking bedraagt plus of min circa 400 ft.
- De waarnemingen aan de hoogtemeters van de MLA en de F-16 zijn onvoldoende betrouwbaar.
- Van alle hoogtebronnen zijn de gegevens afkomstig van het SSR-radarsysteem het meest nauwkeurig. De maximale afwijking daarvan voor de F-16 bedraagt plus of min 83 ft. Deze waarde is samengesteld uit de maximale afwijking van de central air data computer (CADC) van de F-16 van plus of min 20 ft, de afronding van de transponder van plus of min 50 ft en de barometrische correctie van plus of min 13 ft.

- De gegevens afkomstig van het SSR station Eelde zijn als meest nauwkeurig bevonden en daarom als uitgangspunt gebruikt.
- De kruishoogte van de F-16 formatie boven Nederland bedroeg over het algemeen circa 1.200 ft.
- De laatste door SSR-station Eelde waargenomen hoogte bedraagt 1.044 ft met een onzekerheidsmarge van plus of min 83 ft. Dit impliceert een botsingshoogte die ligt tussen 961 en 1.127 ft.
- De botsing heeft vermoedelijk plaatsgevonden tussen 12.47:42 en 12.47:44.

### 1.13 Medische en pathologische gegevens

De bestuurder van de PH-3G8 en de voorste bestuurder van Tiger 11 zijn bij de botsing omgekomen. De bestuurder van de PH-3G8 is omgekomen door de impact van de botsing. De voorste bestuurder van Tiger 11 is door het loskomen van de HUD-unit tijdens de botsing dodelijk verwond. Op de lichamen van de voorste bestuurder van Tiger 11 en van de bestuurder van de PH-3G8 is autopsie uitgevoerd. Een samenvatting van de meest relevante conclusies uit de autopsierapporten is hieronder opgenomen:

#### *Voorste bestuurder Tiger 11*

- Er kan niet worden aangetoond dat de bestuurder op het moment van de botsing zijn handen op de throttle (gashendel) en op de stuurknuppel had, afwezigheid van dergelijke letsels sluit zulks echter niet uit.
- Vanuit uitsluitend de autopsiebevindingen is geen uitspraak mogelijk over wie of wat de schietstoel heeft geactiveerd.
- Er zijn geen pathologische afwijkingen geconstateerd die de vliegvaardigheid zouden hebben kunnen beïnvloeden.
- Er is 0,17 milligram per milliliter (‰) ethanol<sup>22</sup> in het bloed aangetroffen.

De Raad voor de Transportveiligheid heeft het NFI gevraagd een nader onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheid dat het aangetroffen ethanolpercentage het gevolg is van post mortem alcoholvorming. Volgens het verslag van het NFI is:

*“(...) het niet met zekerheid uit te sluiten dat de gemeten hoeveelheid alcohol (ethanol) of een deel ervan postmortaal door microbiële activiteit gevormd is. Andere alcoholen en amfetamineachtige producten die bij deze activiteiten kunnen ontstaan zijn echter niet aangetroffen. De afwezigheid van dergelijke stoffen sluit postmortale alcoholvorming echter niet met zekerheid uit. Bij het onderzoek is geen onderscheid te maken tussen ethanol dat bij leven is ingenomen / toegediend en ethanol dat postmortaal gevormd is. Na het overlijden vindt er geen afbraak van alcohol meer plaats.”*

Collega's van de overleden F-16 piloot hebben verklaard dat hij geen alcoholische dranken dronk tijdens en na de diensttijd op de vliegbasis. Hij stond bekend als een sportman die nauwelijks alcohol gebruikte. De echtgenote van de overleden F-16 piloot heeft verklaard dat hij de avond voorafgaande de vlucht thuis heeft doorgebracht en hoogstens één glas bier heeft gedronken.

In België bestonden ten tijde van het ongeval geen wettelijke regels met betrekking tot alcoholpromillages voor bestuurders van militaire luchtvaartuigen. De Belgische Defensie Luchtcomponent hanteerde de regel dat minimaal 10 uur tussen het laatste alcoholgebruik en het besturen van een luchtvaartuig moest zijn gelegen. Het wettelijk maximaal toegestane

---

<sup>22</sup> Ethanol behoort tot de groep alcoholen.

alcoholgehalte in Nederland voor bestuurders van militaire- en burgerluchtvaartuigen bedraagt 0,2‰.

#### *Bestuurder PH-3G8*

Er zijn geen pathologische afwijkingen geconstateerd die de vliegvaardigheid zouden hebben kunnen beïnvloeden.

#### *Achterste bestuurder Tiger 11*

De verwondingen van de achterste bestuurder van Tiger 11 betroffen een gebroken neus en kneuzingen over het hele lichaam. Van fysieke of psychische beperkingen is tijdens het onderzoek niets gebleken.

### **1.14 Brand**

Een groot aantal getuigen op de grond verklaart dat zij een vuurbal in de lucht hebben gezien. Daarna zagen zij zwarte rook en vuur vanuit de richting waar het wrak van Tiger 11 terecht was gekomen. Het vliegtuig is brandend in het bos terechtgekomen en is daar verder uitgebrand.

### **1.15 Overlevingsaspecten**

#### *1.15.1 Gebeurtenissen na het ongeval*

De bemanning van Tiger 12 vloog links van Tiger 11. Kort nadat Tiger 11 zich had afgemeld bij de luchtverkeersdienst Dutch Mil zag de bemanning van Tiger 12 op een gegeven moment een vuurbal in de lucht. Even daarna zag zij twee geopende parachutes. Voordat zij zich bij de luchtverkeersdienst van Bremen had gemeld, heeft Tiger 12 de radio weer afgestemd op Dutch Mil en de botsing van Tiger 11 met een onbekend vliegtuig gemeld. Tevens gaf de bemanning door dat zij twee geopende parachutes zag. Uit eigen beweging heeft zij de transponder op de emergency code 7700 afgestemd die door Dutch Mil werd geïdentificeerd. De eerste oproepen vonden plaats op de UHF frequentie 276.65 MHz, maar door de slechte verstaanbaarheid werd later overgeschakeld naar de VHF frequentie 132.35 MHz waarna de communicatie wel goed verliep. Tiger 12 is vervolgens boven de plaats van de botsing blijven cirkelen. Op verzoek van Dutch Mil is men geklommen naar een hoogte van 2.900 ft. Het was vanwege de weersomstandigheden niet mogelijk hoger te klimmen zonder grondzicht te verliezen. De bemanning van Tiger 12 heeft vervolgens de geografische positie van het neergestorte vliegtuig en van de neergekomen bemanningsleden doorgegeven. Dutch Mil gaf door dat zij de hulpdiensten ter plaatse zou laten sturen. Het vliegtuig was terechtgekomen in een bos dat na het neerkomen van Tiger 11 in brand was gevlogen. De bemanning van Tiger 12 heeft vervolgens om de brandweer gevraagd. De verkeersleiding gaf aan dat zij deze ook zou waarschuwen. De bemanning van Tiger 12 is boven de plek blijven cirkelen totdat een traumahelikopter ter plaatse was. Daarna is Tiger 12 teruggevlogen naar Kleine Brogel in verband met de resterende brandstofreserve. Op dat moment was er nog niets bekend over de toestand van de inzittenden van beide neergestorte vliegtuigen.

#### *1.15.2 Veiligheidsuitrusting Tiger 11*

De helm van de voorste bestuurder van Tiger 11 is door de botsing totaal vernield. Hiervan zijn slechts kleine deeltjes teruggevonden. De helm en de uitrusting van de achterste bestuurder zijn geheel intact gebleven. Op de voorrand van de helm was een inslag zichtbaar. Deze inslag is niet door het materiaal heengedrongen.

De noodradiobakens die automatisch geactiveerd hadden moeten worden, hebben niet gewerkt. Het radiobaken maakt deel uit van het 'survival pack' waarop de bestuurder zit en dat bevestigd is aan het harnas van de bestuurder. Een veiligheidspin voorkomt het ongewild activeren van het noodradiobaken. De veiligheidspin is door middel van een riem met een drukknop aan de schietstoel bevestigd. Na activering van de schietstoel wordt de bestuurder gesepareerd van de stoel, waarna de veiligheidspin uit het baken wordt getrokken omdat de riem nog aan de stoel is bevestigd. Het baken wordt op die manier automatisch ingeschakeld waarna een radiosignaal op de noodfrequentie wordt uitgezonden. Bij het aantreffen van één onbeschadigd noodradiobaken bleek de pin nog aanwezig te zijn. Het andere noodradiobaken werd totaal vernield teruggevonden.

### *1.15.3 Ontsnappingssysteem Tiger 11*

Het ontsnappingssysteem wordt geactiveerd indien aan de "D-ring" wordt getrokken, die voor aan de stoel is bevestigd. De modus van het ontsnappingssysteem was tijdens deze vlucht zodanig ingesteld, dat indien één van beide bestuurders het systeem zou activeren, beide bestuurders zouden worden uitgeschoten. Hierbij wordt eerst de canopy door middel van explosieven (detonatiekoord en afvuurraketten) afgeworpen waarna de achterste bestuurder wordt uitgeschoten, een fractie later gevolgd door de voorste bestuurder. Het ontsnappingssysteem van Tiger 11 is vlak voor of tijdens de botsing geactiveerd. De achterste bestuurder kan zich het moment vlak voor de botsing niet meer herinneren. Hij kan zich wel herinneren dat zij nog in Nederland vlogen, toen hij opeens een harde knal hoorde en even later aan zijn parachute hing. Hij is er nagenoeg zeker van dat hij de schietstoel niet heeft geactiveerd.

### *1.15.4 Overlevingsaspecten PH-3G8*

De PH-3G8 was niet uitgerust met een veiligheids- of ontsnappingssysteem.

## *1.16 Nadere onderzoeken*

### *1.16.1 Detectiekans*

De Koninklijke Luchtmacht, Afdeling Operationele Research en Evaluatie, doet onderzoek naar de effectiviteit van het see-and-avoid concept. Daarbij wordt een door het TNO ontwikkeld model gebruikt. Het doel is te komen tot veilige combinaties van zichtwaarden en vliegtuignaderingssnelheden. Bij de afronding van het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid waren de uitkomsten van het onderzoek door het TNO en de Koninklijke Luchtmacht nog niet beschikbaar.

### *1.16.2 Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland*

De afgelopen 40 jaar heeft de combinatie van snel (militair) vliegverkeer en 'langzaam' (civiel) vliegverkeer in ongecontroleerd luchtruim in Nederland geleid tot vijf botsingen, waarbij in totaal tien vliegtuigen betrokken waren. Daarbij kwamen vijf mensen om het leven. Vijf vliegtuigen werden vernield (waarvan drie jachtvliegtuigen en twee sportvliegtuigen) en één zweefvliegtuig werd ernstig beschadigd.

1965, Lauwerszee: Saab Safir en F-104 Starfighter

1974, nabij Wouw: Cessna 152 en F-4 Phantom

1992, nabij zweefvliegerterrein Axel: PIK-16 en DeHavilland Mosquito

1999, nabij Etten-Leur: Piper PA-28 en F-16

2002, nabij Sellinger: Micro light aeroplane en F-16.

Een kort overzicht van de onderzoeksresultaten is opgenomen in bijlage F.

### 1.16.3 Buitenlandse onderzoeken van botsingen met militaire jachtvliegtuigen

Wanneer de situatie in de ons omringende landen en de Verenigde Staten in ogenschouw wordt genomen, blijkt dat botsingen tussen snel vliegende militaire jachtvliegtuigen en civiel luchtverkeer ook daar voorkomen. Uit de onderzoeksrapporten van deze botsingen blijken over het algemeen dezelfde oorzakelijke factoren naar voren te komen.

Een aantal van deze botsingen wordt in dit hoofdstuk beknopt besproken.

#### *België*<sup>23</sup>

Op 25 juni 1986 vond een botsing plaats op lage hoogte in ongecontroleerd luchtruim tussen een snel militair jachtvliegtuig van het type Mirage 5BA en een Morane MS-880B sportvliegtuig. De drie inzittenden van het Belgische sportvliegtuig kwamen bij de botsing om het leven, de bestuurder van de Mirage raakte ernstig gewond. Het onderzoek gaf aan, zakelijk weergegeven, dat toepassing van het zogenoemde see-and-avoid principe, ondanks het uitstekende vliegzicht, onvoldoende garanties bood voor het voorkomen van de botsing. In het rapport zijn onder meer aanbevelingen geformuleerd voor een snelheidsbeperking voor militaire vliegtuigen (de Mirage vloog met een snelheid van 420 knopen), het verbeteren van de uitwisseling van vluchtinformatie tussen civiele- en militaire vliegtuigoperaties en het bestuderen hoe snel militair luchtverkeer en langzaam burgerluchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim van elkaar kunnen worden gescheiden. Naar aanleiding van het ongeval zijn in België diverse maatregelen genomen, dit heeft echter niet tot een fysieke scheiding tussen snel militair luchtverkeer en langzaam (civiel) luchtverkeer geleid.

#### *Verenigd Koninkrijk*<sup>24</sup>

Sinds 1990 hebben in Engeland drie botsingen in de lucht plaatsgevonden tussen laagvliegende snelle militaire jachtvliegtuigen en burgervliegtuigen. Dit heeft geleid tot in totaal acht dodelijke slachtoffers. Er raakten op de grond geen mensen gewond.

In het op 5 mei 1994 gepubliceerde onderzoeksrapport 2/94 van de Engelse Air Accidents Investigation Branch (AAIB) wordt verwezen naar diverse buitenlandse onderzoeken, waaronder die van de Amerikaanse National Transportation Safety Board (NTSB), BASI en de Amerikaanse Federal Aviation Administration (FAA) naar de effectiviteit van anti-botsingslichten. Uit geen van deze onderzoeken blijkt dat het gebruik van anti-botsingslichten (in kleur en lichtsterkte) significant van invloed is op vroegtijdige (visuele) detectie tijdens daglicht.

In het betreffende rapport wordt onder meer de volgende aanbeveling gedaan:

Het ministerie van Defensie dient hoge prioriteit te geven aan de ontwikkeling en introductie van technologie voor een 'collision warning system' in laagvliegende militaire jachtvliegtuigen en de Civil Aviation Authority dient hoge prioriteit te geven aan het onderzoek naar een elektronische strobe detector.

In het op 15 maart 2000 uitgebrachte onderzoeksrapport 3/2000 zijn de resultaten van een onderzoek opgenomen naar de effectiviteit van het see-and-avoid concept in het Engelse luchtruim beneden 2.000 ft, uitgevoerd door de Defence Evaluation and Research Agency (DERA)<sup>25</sup>. Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van een mathematisch model. Ook werd gekeken naar methoden om de vliegveiligheid verder te verbeteren. Uit het onderzoek bleek dat in 98% van de conflictsituaties tussen snelle militaire jachtvliegtuigen en de general aviation het see-and-avoid principe werkt. Daarnaast werd het gebruik van high intensity

<sup>23</sup> *Rapport d'enquête établi suite à l'accident survenu près de Vise le 25 juin 1986 aux avions Morane MS-880B immatriculé OO-NSD et Mirage 5BA immatriculé BA-13*, ministerie van Verkeerswezen, Bestuur der Luchtvaart, Bruxelles, Decembre 1986.

<sup>24</sup> *Air Accidents Investigation Branch Reports 2/92, 2/94, 3/2000*, Department of the Environment, Transport and the Regions.

<sup>25</sup> *See-and-Avoid, Operational Analysis Study (U)*, April 1997, DERA Centre for Defence Analysis.

strobe lights voor militaire jachtvliegtuigen aanbevolen, alsmede de jachtvliegtuigen te voorzien van een (glanzend) zwarte verflaag. De (berekende) kans op botsingen neemt hierdoor met circa 49% af. Verder werd aanbevolen general aviation uit te rusten met een transponder en jachtvliegtuigen uit te rusten met een collision warning system. De kans op botsingen zou hiermee met circa 66% afnemen.

DERA concludeert in zijn rapport:

*(...) If the Cessna had been operating a transponder, and the Tornado had had a collision warning system, it is virtually certain that the collision would have been avoided. It is in exactly this circumstance, when the see and avoid principle is compromised by workload or inexperience, and the conflicting aircraft is marginally detectable that a collision warning system becomes most valuable.*

#### *Verenigde Staten<sup>26</sup>*

Tussen 1983 en 1999 hebben in de Verenigde Staten 318 midair collisions plaatsgevonden, waarvan vijf botsingen tussen een snel militair straalvliegtuig en een civiel vliegtuig. Naar aanleiding van een botsing in de lucht tussen een F-16 en een Cessna 172 in Florida op 16 november 2000 heeft de NTSB in zijn tussentijdse onderzoeksrapport een aanbeveling opgenomen. Hierin wordt de FAA verzocht een geautomatiseerd systeem te ontwikkelen dat ervoor zorgt dat piloten, flight service station voorlichters en luchtverkeersleiders toegang krijgen tot geactualiseerde en beknopte informatie van militaire trainingroutes, 'special use airspace' en andere vliegveiligheidsinformatie.

## *1.17 Organisatie en managementinformatie*

### *1.17.1 Luchtruimclassificatie*

Ingevolge de Nederlandse wetgeving is het Nederlandse luchtruim verdeeld in vijf classificaties A, B, C, E en G, waarbij A, B, C en E gecontroleerd, en klasse G ongecontroleerd luchtruim is. Deze indeling van het luchtruim komt voort uit de voorschriften in Annex 11 van de International Civil Aviation Organization (ICAO) en hangt samen met de mate van luchtverkeersdienstverlening die in het betreffende deel van het luchtruim gewenst is. Het soort luchtverkeersdienstverlening is volgens ICAO afhankelijk van het type luchtverkeer, de intensiteit van het luchtverkeer, de meteorologische omstandigheden en andere relevante factoren in het betreffende deel van het luchtruim.

In 1970 heeft de luchtruimstructuur in grote lijnen zijn huidige indeling gekregen. De bovengrens van het ongecontroleerde luchtruim boven land werd bijna overal 1.500 ft. Daarboven begonnen de terminal control areas (TMA's). De 1.500 ft grens werd gekozen om het TMA-verkeer te beschermen en tegelijkertijd de VFR-vluchten geen belemmeringen op te leggen.

Op 1 januari 1993 is het huidige ICAO-airspace classificatiesysteem in Nederland ingevoerd. Hierbij kreeg het ongecontroleerde luchtruim de classificatie G. Volgens informatie van IVW-DL lag deze keuze voor de hand omdat de ICAO classificatie G goed aansloot bij de in Nederland geldende regels voor het ongecontroleerde luchtruim. Deze beslissingen zijn genomen door de Ministers van Defensie en Verkeer en Waterstaat op basis van het advies van de Luchtverkeerscommissie (LVC, zie paragraaf 1.17.5). Vergelijking met het buitenland leert dat daar de ongecontroleerde gebieden in het algemeen groter zijn van omvang en dat de bovengrens hoger ligt. In Duitsland ligt de bovengrens van klasse G-luchtruim op

---

<sup>26</sup> Gegevens van de FAA over midair collisions en NTSB report A-02-15 through -19.

maximaal FL095<sup>27</sup>, in Frankrijk op FL115, in het Verenigd Koninkrijk op FL245 en in België op 4.500 ft AMSL.

In ongecontroleerd luchtruim klasse G worden vluchten niet door een luchtverkeersdienst gecontroleerd en bestaat er geen verplichting tot het onderhouden van radiocontact met de luchtverkeersdienst. Bewust is veel overgelaten aan de gebruikers van dit luchtruim. Dit biedt vliegers veel vrijheid, maar betekent ook dat een grotere verantwoordelijkheid op hen rust. In dit deel van het luchtruim zorgt de verkeersleiding niet voor separatie tussen de vliegtuigen. In ongecontroleerd luchtruim zijn de bestuurders van luchtvaartuigen zelf verantwoordelijk voor de separatie met ander vliegverkeer. Deze verantwoordelijkheid wordt uitgeoefend op basis van het houden van uitkijk en het zonedig nemen van uitwijkacties (see-and-avoid concept, zie paragraaf 1.18.1). Hierbij moet worden aangetekend dat in klasse E luchtruim eveneens ongecontroleerd VFR-luchtverkeer vliegt waarbij separatie uitsluitend door middel van see-and-avoid wordt bewerkstelligd. Het gecontroleerde aspect van klasse E betreft alleen IFR-luchtverkeer.

Vanwege de vele meldingen van bijna botsingen in klasse G en E luchtruim die in de loop der jaren zijn verzameld, is op 20 oktober 1993 de Regeling SSR-transponder van kracht geworden. Hierin staat onder andere vermeld dat elk civiel luchtvaartuig, uitgerust met een transponder, tijdens (het deel van) een vlucht boven 1.500 ft uitgevoerd binnen Nederland deze in werking moest stellen. Deze regeling is op 15 juni 2001 komen te vervallen door de inwerkingtreding van de Regeling navigatie- en telecommunicatie-installaties. Hierin staat, verkort weergegeven:

- Voor het uitvoeren van een VFR-vlucht binnen het Nederlands luchtruim moet een luchtvaartuig zijn uitgerust met een transponder.
  - Dit voorschrift geldt niet voor vluchten in ongecontroleerd luchtruim klasse G boven land.
  - Dit voorschrift was tot 1 januari 2003 niet van toepassing op ongemotoriseerde luchtvaartuigen.
- Indien het vliegtuig is voorzien van een transponder dient deze door de gezagvoerder gedurende de gehele vlucht te worden ingeschakeld op code 7000 met hoogte-uitlezing (mode C). De verplichting geldt ongeacht of het luchtvaartuig zich in luchtruim bevindt waar de transponder is voorgeschreven voor luchtverkeerleidingsdoeleinden.

Voor VFR-vluchten onder de 3.500 ft boven gemiddeld zeeniveau zijn geen vliegniveaus (kruishoogtes) voorgeschreven. De bestuurders van vliegtuigen zijn in dit gedeelte van het luchtruim vrij in de keuze van de hoogte waarop zij hun vlucht willen uitvoeren. Zij moeten wel rekening houden met de wettelijk toegestane minimum vlieghoogte.

De F-16 formatie en de PH-3G8 vlogen beide in ongecontroleerd luchtruim klasse G. In luchtruim klasse G gelden op of beneden 3.000 ft de volgende limieten:

- vliegzicht minimaal 1.500 meter;
- vrij van wolken en zicht op grond of water;
- snelheid maximaal 250 kt IAS.

Noot: Deze maximaal toegestane snelheid geldt niet indien bij ministeriële regeling andere waarden zijn vastgesteld.

Uit de toelichting van het Luchtverkeersreglement blijkt dat in luchtruim waar geen separatie tussen luchtvaartuigen door de luchtverkeersleiding wordt verzorgd, het see-and-avoid principe moet kunnen werken. Daarom is een koppeling gemaakt tussen vliegzicht en vliegsnelheid.

---

<sup>27</sup> Flight level 95 (FL095) is de hoogteaanduiding in voeten ten opzichte van een standaard referentievlak, gedeeld door 100.



### 1.17.2 Ministeriële regelingen voor militaire luchtvaartuigen

#### *Ministeriële Regeling Luchtverkeersdienstverlening*

De maximum snelheid geldt niet voor militaire gevechtsvliegtuigen wanneer het vliegzicht 8 km (ingevoerd in 1992) of meer bedraagt.

Toelichting:

Jachtvliegtuigen van de Nederlandse- en buitenlandse luchtstrijdkrachten vliegen met een hogere snelheid dan 250 kt. Dit is voor deze jachtvliegtuigen, zoals de F-16, noodzakelijk vanwege operationele- en veiligheidsredenen:

- De oefenvluchten simuleren zo veel mogelijk de vluchten die onder gevechtsomstandigheden worden gemaakt. Een hoge snelheid is vereist om vijandelijke grondlucht en lucht-lucht afweersystemen te ontwijken.
- In geval van een motorstoring kan de voorwaartse snelheid van de F-16 worden omgezet in hoogte door het omhoog brengen van de neus van het vliegtuig. Vanaf 5.000 ft kan een herstart van de motor plaatsvinden en, als dat niet lukt, met succes gebruik worden gemaakt van de schietstoel. Om vanaf 1.200 ft een veilige hoogte van 5.000 ft te bereiken is een minimum vliegsnelheid van 400 kt nodig.

De ontheffing ten aanzien van de maximaal toegestane snelheid voor gevechtsvliegtuigen bestaat in geheel Europa. In Frankrijk is de maximum snelheid 450 kt, in België 450 kt en in speciale gevallen 520 of 550 kt (afhankelijk van de aard van de vlucht). In Duitsland bedraagt de maximum snelheid 450 en in speciale gevallen 540 kt. Het minimale vereiste zicht tijdens deze snelheden varieert van 5 tot 8 km. In het Verenigd Koninkrijk bedraagt de maximale snelheid 450 kt, in speciale gevallen zijn snelheden tot 550 kt toegestaan.

#### *Ministeriële Regeling Voorschriften ter beperking van geluidhinder militaire luchtvaartuigen*

Vluchten boven land, beneden een hoogte van 1.000 meter (3.000 ft) boven het aardoppervlak, moeten worden uitgevoerd met een lagere snelheid dan 350 kt. Indien de vliegeigenschappen van het type luchtvaartuig, of de aard van de vluchtopdracht tot het vliegen met een hogere snelheid noopt, mag worden gevlogen met een zoveel hogere snelheid als deswege noodzakelijk is, doch niet met een hogere snelheid dan 450 kt.

### 1.17.3 Voorschriften met betrekking tot het vermijden van botsingen

In hoofdstuk III, afdeling 2, paragraaf 2 van het Luchtverkeersreglement zijn voorschriften vermeld met betrekking tot het vermijden van botsingen. De relevante voorschriften in verband met dit ongeval luiden:

- Artikel 17 lid 1: *Het is verboden een ander luchtvaartuig zo dicht te naderen dat gevaar voor botsing ontstaat.*
- Artikel 19: *Wanneer twee luchtvaartuigen elkaar recht vooruit of bijna recht vooruit naderen en gevaar voor botsing bestaat, moet elk van deze luchtvaartuigen zijn koers naar rechts verleggen.*

### 1.17.4 Regelgeving met betrekking tot MLA's

Ten tijde van het ongeval was de regelgeving met betrekking tot MLA's onder andere geregeld in de "Interimregeling ULV's". In plaats van een bewijs van luchtwaardigheid gold voor een MLA een ontheffing voor het hebben van een bewijs van luchtwaardigheid. Deze ontheffing was geldig als aan de Standaardvoorwaarden B050693 was voldaan.

In artikel 3 onder e en g van deze voorwaarden wordt vermeld dat een MLA niet mag worden gebruikt:

*e. binnen een afstand van 500 meter van een aaneengesloten bebouwing ingericht voor het verblijf van personen;*

*g. binnen een horizontale afstand van 100 meter van gebouwen ingericht voor het verblijf van personen.*

De regelgeving met betrekking tot MLA's is per 1 juli 2003 gewijzigd en opgenomen in de Regeling MLA's. In artikel 7 van de Regeling MLA's zijn soortgelijke beperkingen aan MLA's opgelegd als in de oude *Interimregeling ULV's*.

De maximum toegestane vlieghoogte voor MLA's op de plaats van het ongeval bedraagt 6.500 ft (klasse E luchtruim). De minimum toegestane vlieghoogte in Nederland voor luchtvaartuigen tijdens VFR-vluchten bedraagt 500 ft boven grond of water en 1.000 ft boven de hoogste hindernis binnen een afstand van 600 meter van het luchtvaartuig boven gebieden met aaneengesloten bebouwing, industrie- en havengebieden, dan wel boven mensenmenigten.

#### *1.17.5 Implementatie van de aanbevelingen na een soortgelijk ongeval*

Op 22 december 1999 vond een soortgelijke botsing in klasse G luchtruim plaats tussen een F-16 van de Nederlandse Luchtmacht en een éénmotorig sportvliegtuig in de omgeving van Etten-Leur. De oorzaak van dit ongeval was het falen van het see-and-avoid concept.

Als bijdragende factor werd genoemd:

*De actuele regelgeving voor vluchten in ongecontroleerd luchtruim biedt onvoldoende garantie om botsingen in de lucht tussen vliegtuigen met hoge snelheden en ander verkeer te voorkomen.*

In maart 2001 verscheen het eindrapport van dit ongeval. Daarin werden de volgende aanbevelingen aan de, voor het luchtruim verantwoordelijke, Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie gedaan:

- *Op korte termijn:* het aanbrengen van een scheiding tussen snelle militaire vliegtuigen en langzamer ander luchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim.
- *Op lange termijn:* het uitvoeren van een studie naar bestaande en nieuwe technische voorzieningen om botsingen in de lucht te voorkomen. Hierbij kan in overweging worden genomen het verplicht stellen van radiocontact tussen de vliegtuigen en de verkeersleiding. Het gebruik van transponders zou verplicht kunnen worden gesteld. Het werd daarbij raadzaam geacht dat zowel de lidstaten van de Europese Unie als de NAVO-partners hieromtrent zouden worden geraadpleegd.

Naar aanleiding van het ongeval in Etten-Leur en de daaruit voortvloeiende aanbevelingen hebben de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie op 5 juli 2001 de Luchtverkeerscommissie (LVC) opdracht gegeven te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om de kans op botsingen in ongecontroleerd luchtruim te verminderen.

De LVC is op 2 juli 1993 bij Besluit VI/L 93.006743 ingesteld. De taak van deze commissie is, korthedshalve, het adviseren met betrekking tot beleidsaangelegenheden van de beide ministers die verantwoordelijk zijn voor het luchtruim, de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie. Om de LVC op strategisch niveau te adviseren is tevens een permanente werkgroep ingesteld, te weten het Luchtverkeerscommissie stafoverleg (LVC-staf). Beide groepen bestaan uit vertegenwoordigers van het Directoraat Generaal Luchtvaart (DGL), Inspectie Verkeer en Waterstaat, divisie Luchtvaart (IVW-DL), burger- en militaire luchtverkeersleiding en vertegenwoordigers van de Luchtmacht- en Marinestaf.

#### *Werkgroep Etten-Leur*

De LVC heeft een werkgroep onder het LVC-stafoverleg geformeerd, de Werkgroep Etten-Leur. Deze werkgroep bestond uit vertegenwoordigers van IVW-DL, Koninklijke Luchtmacht, Koninklijke Marine en belangenorganisaties uit de recreatieve luchtvaart. De werkgroep heeft zich bij het onderzoek niet alleen beperkt tot de aanbevelingen van de Raad voor de Transportveiligheid maar heeft de problematiek in een bredere optiek bekeken waarbij ook buitenlandse onderzoeken zijn betrokken.

Vooruitlopend op de rapportage van de werkgroep heeft de bevelhebber der luchtmacht (BDL) de militaire jachtvliegtuigen opgedragen zich te melden bij de betrokken luchtverkeersleiding zodra zij een gebied binnenvliegen waarin zich ook de kleine civiele luchtvaart kan bevinden.

De werkgroep Etten-Leur kwam, zakelijk weergegeven, tot de volgende conclusies:

- Een fysieke scheiding tussen militaire jachtvliegtuigen en gemotoriseerd luchtverkeer in luchtruim klasse G is mogelijk.
- Voor ongemotoriseerde vliegtuigen is nog geen geschikte transponder op de markt. De gevolgen van een transponderverplichting voor luchtverkeersleidingssystemen moet nader worden onderzocht.
- Er bestaat behoefte aan een intensief awareness programma over de aard van vluchten met militaire jachtvliegtuigen.
- Invoering van bovengenoemde punten zal de vliegveiligheid bevorderen, maar een botsing tussen luchtvaartuigen onderling is nooit geheel uit te sluiten.

Deze conclusies werden op 24 september 2001 in een rapportage aan LVC medegedeeld. De LVC heeft de adviezen van de werkgroep overgenomen en dit op 28 september 2001 aan de Minister van Verkeer en Waterstaat en aan de Staatssecretaris van Defensie gerapporteerd. De adviezen luiden:

- Verbied militaire jachtvliegtuigen om in het luchtruim met de klasse G beneden 1.200 ft AMSL te vliegen (behalve binnen de laagvliegroutes en laagvlieggebieden).
- Verplicht het gemotoriseerde burgerluchtverkeer tot het gebruik van radio en transponder voor alle vluchten in luchtruim met de klasse G boven 1.200 ft AMSL, behalve vanaf vrijdag 17:00 uur tot zondag 24:00 uur en tijdens algemeen erkende feestdagen.
- Informeer over en train privé-vliegers in het gebruik van het luchtruim door snel militair luchtverkeer, voor wat betreft de gebieden en de aard van de vluchten.

De LVC onderkende dat botsingen in de lucht nooit geheel zijn uit te sluiten.

Op 30 oktober 2001 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat meegedeeld het eens te zijn met de voorgestelde adviezen. De Staatssecretaris van Defensie onderschreef op 27 november 2001 de voorgestelde maatregelen en heeft per 1 december 2001 het volgende bepaald:

*Het is voor militaire straalvliegtuigen verboden om in Nederlands luchtruim met de classificatie G, beneden 1.200 ft AMSL te vliegen, met uitzondering van de gepubliceerde laagvliegroutes en laagvlieggebieden.*

Dit verbod is per 1 december 2001 per NOTAM M2845/01 bekendgemaakt. Deze NOTAM is vanaf de invoeringsdatum, met kleine tussentijdse wijzigingen, tot op heden van kracht en werd dagelijks ter kennis gebracht aan luchtvaarders. Per 17 september 2003 is de NOTAM opgenomen in de Regeling VFR-nachtvluchten en minimum vlieghoogten voor militaire luchtvaartuigen.

#### *Werkgroep Uitwerking Maatregelen Etten-Leur*

Op 21 januari 2002 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat de vaste kamercommissie van Verkeer en Waterstaat geïnformeerd over de maatregel die de Minister van Defensie heeft genomen en over de voorgestelde maatregelen voor het burgerluchtverkeer.

De uitwerking en implementatie van de voorgestelde maatregelen zou worden uitgevoerd door een afzonderlijke werkgroep, de werkgroep "Uitwerking Maatregelen Etten-Leur" (UMEL). Deze werkgroep heeft voor de eerste maal op 9 april 2002 vergaderd waarbij onder andere een stappenplan is vastgesteld.

### *Uitgifte van NOTAM*

Een dag na het ongeval te Sellingen heeft de LVC besloten dat vooruitlopend op de implementatie van de maatregelen, een NOTAM zou worden uitgegeven met betrekking tot het gebruik van een transponder. Deze NOTAM luidt:

*Alle luchtvaartuigen die VFR-vluchten uitvoeren en uitgerust zijn met een transponder, moeten deze instellen op mode S met code 7000 of mode A en C code 7000. Alle gemotoriseerde luchtvaartuigen die VFR-vluchten uitvoeren in klasse G-luchtruim boven 1.200 ft AMSL moeten zijn uitgerust met een transponder. Deze transponder moet zijn ingeschakeld op mode S code 7000 of mode A en C code 7000 of een andere code die is toegewezen door de verkeersleiding. Dit geldt niet in het luchtruim onder de Schiphol TMA.<sup>28</sup>*

Deze mededeling is op 8 mei 2002 bekendgemaakt per NOTAM B3185/02. Uit navraag bij IVW-DL is gebleken dat aan de inhoud van deze NOTAM, met betrekking tot de uitzondering onder de Schiphol TMA geen transponder te activeren, geen wettelijk voorschrift ten grondslag ligt.

Aan het advies van de LVC van 28 september 2001 tot het verplicht gebruiken van radio voor gemotoriseerd burgerluchtverkeer in klasse G luchtruim boven 1.200 ft is door de Minister van Verkeer en Waterstaat geen inhoud gegeven.

Op 25 juli 2002 is door middel van een AIC-B 11/02 door IVW-DL de aandacht gevestigd op maatregelen tegen zogenoemde midair collisions (zie bijlage G). Naast de internationale maatregelen ten aanzien van verkeersvliegtuigen, zijn ook de nationale maatregelen beschreven. In de AIC-B worden de maatregelen zoals die in de NOTAM's staan vermeld, nogmaals beschreven en toegelicht. Hierin wordt ook vermeld dat per 1 januari 2003 de transponderverplichting voor alle soorten VFR-verkeer, bijvoorbeeld heteluchtballonnen en zweefvliegtuigen, dat boven 1.200 ft vliegt, zal gelden.

In de op 3 april 2003 uitgebrachte AIC-B 03/03 met de titel 'VFR-vluchten in Nederland' wordt eveneens aandacht besteed aan het gevaar van botsingen in de lucht in ongecontroleerd luchtruim. Daarin wordt onder andere het VFR-verkeer dat niet is uitgerust met een transponder dringend aangeraden niet op of net onder 1.200 ft te vliegen.

#### *1.17.6 Tijdslijn en discussie transponderverplichting*

Uit documenten van de toenmalige Luchtverkeersbeveiliging en de Rijksluchtvaartdienst blijkt dat al in 1996 is gesproken over een algehele transponderverplichting voor de recreatieve luchtvaart. Tijdens de vergadering op 15 oktober 1996 heeft het LVC-stafoverleg zich in principe uitgesproken voor een transponderverplichting voor alle luchtvaartuigen, ongeacht hoogte en luchtruimclassificatie. Zowel de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL) als de Aircraft Owners and Pilot Association in Nederland (AOPA-NL) werden uitgenodigd om aan het overleg deel te nemen om de consequenties van de genoemde verplichting te bespreken.

Uit de verslagen van de overlegondes blijkt dat met name de KNVvL van mening is dat de veiligheid in het luchtruim door de invoering van een transponderverplichting niet zal worden verhoogd. De vereniging vreest voorts voor grote financiële gevolgen voor de leden en wijst op het feit dat er nog geen transponders beschikbaar zijn voor niet-gemotoriseerde luchtvaartuigen. De AOPA heeft minder bezwaren tegen de invoering van de transponderverplichting.

---

<sup>28</sup> Op verzoek van LVNL is het vooralsnog niet toegestaan de transponder te activeren onder het naderingsverkeersgebied van Schiphol (Schiphol TMA) vanwege de vele ACAS (airborne collision avoidance system) -meldingen die dit genereert bij vliegtuigen in deze TMA.

Uit het tijdspad dat is opgesteld voor de gefaseerde invoering van de transponderverplichting blijkt dat per 1 juli 2001 een transponderverplichting voor alle gemotoriseerd VFR-luchtverkeer zou moeten gelden en per 1 januari 2003 een transponderverplichting voor alle VFR-vluchten zou moeten gelden. Vanaf 1 januari 2005 moeten alle nieuwe vliegtuigen uitgerust zijn met een mode S transponder.<sup>29</sup> Vanaf 31 maart 2008 is een mode S transponder voor alle vliegtuigen verplicht.

#### *Opschorten transponderverplichting*

In december 2002 heeft de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat de beslissing genomen dat de voorgenomen transponderverplichting voor niet gemotoriseerde luchtvaartuigen wordt uitgesteld tot 1 april 2004. Deze beslissing is genomen naar aanleiding van protesten van belangenorganisaties van de recreatieve luchtvaart, met name de afdeling Zweefvliegen van de KNVvL. Deze protesten hebben betrekking op de geringe beschikbaarheid van geschikte, kleine en lichte, transponders en de kosten die aan de aanschaf verbonden zijn. Voor zover bekend is er tot op heden één geschikte transponder op de markt verkrijgbaar. Van de bovenstaande gebeurtenissen is door IVW-DL een tijdslijn en overzicht gemaakt (zie bijlage H).

De F-16 vliegtuigen van de Koninklijke Luchtmacht en de Belgische Defensie zijn uitgerust met een mode S, 'level 1' transponder. Uitbreiding tot 'level 2', waarbij meer mogelijkheden beschikbaar komen om botsingen in de lucht te voorkomen met behulp van ACAS (airborne collision avoidance system) is voorzien in het internationale moderniseringsprogramma dat onder de verantwoordelijkheid van de Amerikaanse luchtmacht valt. De software van deze uitbreiding bevindt zich nog in de testfase.

Op 16 oktober 2003 is AIC-B 10/03 uitgebracht met daarin een toelichting op het gebruik van mode S en mode A/C transponders in het Europese luchtruim. In deze AIC-B staat onder andere en verkort weergegeven, vermeld dat:

- Gemotoriseerde luchtvaartuigen voor VFR-vluchten in het Nederlandse luchtruim een SSR-transponder moeten voeren en activeren in mode S of mode A/C tenzij anders opgedragen door de luchtverkeerleiding.
- Dit niet geldt voor VFR-vluchten in luchtruim klasse G beneden 1.200 ft . Indien een luchtvaartuig is uitgerust met een functionerende transponder moet deze ook beneden 1.200 ft geactiveerd zijn.
- Dit niet geldt voor VFR-vluchten onder Schiphol TMA-1 (tijdelijk).
- Niet gemotoriseerde luchtvaartuigen tot en met 31 maart 2004 van deze verplichting zijn vrijgesteld.
- De ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie gebieden kunnen aanwijzen waar de transponderverplichting, al dan niet tijdelijk, niet geldt.
- De Regeling navigatie- en telecommunicatie-installaties aangepast wordt.

Naar aanleiding van een overleg van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat met vertegenwoordigers van de general aviation werd in December 2003<sup>30</sup> aangegeven dat de invoeringsdatum van 1 april 2004 waarschijnlijk niet zou worden gehaald (in verband met de geringe beschikbaarheid van geschikte transponders). Derhalve heeft zij de LVC advies gevraagd over te nemen maatregelen die hetzelfde effect beogen als de invoering van de transponder.

---

<sup>29</sup> Mode S is een transpondersysteem dat geavanceerder is dan het bestaande transpondersysteem. Er kunnen meer gegevens tussen vliegtuigen en verkeersleidingen uitgewisseld worden zonder dat hiervoor radiocommunicatie nodig is. ACAS II is het programma dat voorziet in de invoering van dit systeem.

<sup>30</sup> Bron: DGL/IVW.

## 1.18 Overige informatie

### 1.18.1 See-and-avoid

Het voorkomen van botsingen tussen vliegtuigen in ongecontroleerd gebied is enerzijds gebaseerd op de wet- en regelgeving die zich voornamelijk richt op de voorrangsregels die tussen de verschillende luchtvaartuigen bestaan. Anderzijds wordt het principe van see-and-avoid gebruikt. Hierbij zijn bestuurders van vliegtuigen zelf verantwoordelijk voor het houden van uitkijk en het zonedig uitwijken om een botsing te voorkomen. Zoals ook reeds in het rapport is vermeld dat is opgemaakt naar aanleiding van het ongeval te Etten-Leur, is het see-and-avoid concept onderhevig aan menselijke beperkingen. Deze beperkingen, zoals die in de literatuur worden beschreven zijn onder andere de volgende:

#### *Fysieke beperkingen van het menselijk oog*

##### Blind Spot

Ieder oog heeft een blinde vlek, maar door het binoculair kenmerk kan het ene oog de blinde vlek van het andere oog compenseren. Als nu het zicht van dit oog wordt beperkt door een obstructie (HUD, kompas, spiegel, vliegtuigconstructie en dergelijke) zullen objecten in de blinde vlek van het andere oog niet zichtbaar zijn.

##### Drempel voor het scherp zien

Een vliegtuig kan te klein zijn om gezien te worden omdat het beneden de drempel van scherpte van het oog ligt. Het is moeilijk te bepalen hoe groot een voorwerp moet zijn voordat het zichtbaar wordt voor een bestuurder met een normale gezichtsscherpte.

##### Focusaccommodatie van het oog

Het vermogen te accommoderen vermindert als functie van de toename in leeftijd van de bestuurder en kan negatief worden beïnvloed door vermoeidheid. Voor een gemiddelde bestuurder zal het enige seconden duren voordat het oog is gefocust op het object. Een geoefende bestuurder zal aldus minder tijd nodig hebben om iets op grote afstand te focussen.

##### Bijziendheid door lege ruimte

Bij afwezigheid van voorwerpen op afstand, zal het oog zich focussen op relatieve korte afstand, gelijkwaardig aan de focus in rusttoestand. De focusafstand in ruststand is ongeveer 0,5 meter. Voorwerpen op enige afstand zullen daardoor minder zichtbaar zijn. Het focussen op oneindige afstand kost meer energie voor het oog, zeker bij afwezigheid van een duidelijk voorwerp.

##### Mandelbaum effect

Indien zich een voorwerp op een afstand bevindt die overeenkomt met de focusafstand van het oog in ruststand, zal het oog zich op dat voorwerp scherpstellen. Hierdoor wordt het moeilijker om verre objecten scherp te zien.

#### *Psychologische beperkingen*

##### Bewuste of onbewuste zoekpatronen

Informatie van de luchtverkeersleiding met betrekking tot de positie van ander luchtverkeer zal de mate van succes van het zoeken en het opmerken van ander luchtverkeer verhogen ten opzichte van verkeer waarvan men de positie niet kent.

##### Visuele zichtveldvernaauwing

Deze is variabel van persoon tot persoon en wordt beïnvloed door factoren als vermoeidheid, werkbelasting, secundaire taken en stress, wat kan leiden tot een tunnelvisie.

### 1.18.2 Contrast

Het contrast tussen de vliegtuigen en de achtergrond is bepalend voor de mate van zichtbaarheid van de vliegtuigen. Contrast wordt bepaald door de volgende factoren: atmosferische omstandigheden; kleur van het vliegtuig ten opzichte van de achtergrond; kleur van de omgeving en achtergrond en de scherpte van de contouren van het vliegtuig ten opzichte van de achtergrond.

De zichtbaarheid van bepaalde kleurschema's hangt nauw samen met de kleuren van de achtergrond. Lichte kleuren zijn moeilijk te zien tegen een lichte achtergrond, evenals donkere kleuren tegen een donkere achtergrond. Een complexe achtergrond zal op afstand de contouren van een toestel eerder vervagen dan een egale achtergrond.

Zelfs bij goede zichtomstandigheden kunnen de hierboven beschreven factoren de contrastwerking van een voorwerp aanmerkelijk doen verminderen.

### 1.18.3 Opleiding

Uit bestudering van diverse gehanteerde theorie- en praktijkopleidingen voor recreatieve vliegers in Nederland, blijkt dat summier aandacht wordt besteed aan de beperkingen van het see-and-avoid principe en op de wijze waarop scanprocedures het best kunnen worden uitgevoerd. Ook in de JAR-FCL zijn slechts enkele eisen opgenomen met betrekking tot dit onderwerp. Zie hiervoor ook het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid *Bijna botsingen in de lucht*, uitgebracht op 19 december 2002. In een brief van 18 augustus 2003 heeft de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat naar aanleiding van bovenvermeld rapport aangegeven dat de volgende maatregelen zijn genomen dan wel aangekondigd (zakelijk weergegeven):

- Een verwijzing naar de reeds genomen maatregelen zoals de publicatie van de eerder in paragraaf 1.17.5 vermelde AIC-B's Maatregelen tegen midair collisions, nummer 11/02 van 25 juli 2002, en VFR-vluchten in Nederland, nummer 03/03 van 3 april 2003 waarin het onderwerp uitvoerig wordt geadresseerd.
- Ondersteuning van bovenvermelde AIC-B's via de website van IVW-DL.
- Ontwikkeling van een awareness programma om piloten meer bewust te maken van het gevaar van botsingen in de lucht. Het programma wordt door de interdepartementale werkgroep UMEL ontwikkeld. Onderdeel van het programma is de extra aandacht tijdens de opleiding en de jaarlijkse 'proficiency check', dan wel het trainingsuur voor de verlenging van het vliegbrevet. De streefdatum voor invoering van het programma is najaar 2003.
- Opdracht aan de werkgroep UMEL nader te onderzoeken of het gebruik van de boordradio voor positiemeldingen in het circuitgebied, als onderdeel van het awareness programma, kan worden bevorderd.

Op 23 december 2003 is door de Raad voor de Transportveiligheid aan de Staatssecretaris gevraagd naar de status van de laatste twee aangekondigde maatregelen. Bij het uitkomen van dit rapport was daarop nog geen reactie ontvangen.

Binnen het opleidingssysteem van de militaire luchtvaart ontvangen alle piloten zowel gedurende hun initiële opleiding als tijdens herhalingstrainingen, onderricht over de fysieke beperkingen van het menselijke oog en de consequenties daarvan voor de effectiviteit van het see-and-avoid principe. Tevens wordt veel aandacht besteed aan de correcte uitvoering van scanprocedures en de juiste wijze van aandachtsverdeling in en buiten de cockpit.

## 1.19 Nieuwe onderzoekstechnieken

Van het ongeval werd een analyse gemaakt met behulp van de Tripod Beta methode. Hieruit kwamen geen nieuwe aspecten naar voren.

## 2 ANALYSE

### 2.1 Externe factoren

#### 2.1.1 Meteorologie

Het weer voldeed aan de VFR-criteria die gesteld zijn in de Nederlandse wetgeving voor het vliegen in ongecontroleerd luchtruim. Hoewel het zicht volgens de opgegeven waarden meer dan 10 kilometer was, was er ook sprake van aanvoer van vrij vochtige onstabiele lucht. Getuigenverklaringen spreken ook van lichte heigheid. Uit de video-opnamen van de HUD van Tiger 12 blijkt dat het zicht op ongeveer 1.200 ft niet optimaal was. Met de video-opnamen is niet vast te stellen wat de exacte waarde van het vliegzicht was omdat referenties ontbreken, maar de drie inzittenden van de betrokken F-16's verklaren alle dat het zicht meer dan 8 kilometer was. Dit wordt bevestigd door andere vliegtuigbestuurders die omstreeks het tijdstip van het ongeval in de buurt vlogen. Het verschil tussen de vooruitzichten en het actuele zicht laat zich verklaren door het feit dat de waarnemingen, dus ook het zicht, door meteorologen worden gedaan op een hoogte van 1,5 meter boven de grond. Door atmosferische omstandigheden kan het zicht op vlieghoogte echter aanmerkelijk verschillen.

#### 2.1.2 Contrast

De atmosferische omstandigheden waren zodanig dat er sprake was van heigheid. Deze omstandigheden verminderen het contrast. Ten tijde van het ongeval was er sprake van een lichte achtergrond. Tiger 11 had de standaard lichtgrijze kleuren. Het kleurenschema van dit vliegtuig is uit tactisch oogpunt gekozen om zo min mogelijk in de lucht op te vallen. Hoewel de witte PH-3G8 was voorzien van rode vlakken is het effect van deze rode vlakken met betrekking tot het contrast minimaal. Dit geheel van factoren maakt het aannemelijk dat ondanks dat het zicht aan de vereisten voldeed, de beide vliegtuigen niet scherp zichtbaar zijn geweest ten opzichte van de achtergrond.

#### 2.1.3 Plaats van het ongeval

Gezien de verschillende configuraties van de twee F-16's met betrekking tot de hoeveelheid brandstof werd de beslissing genomen de geplande navigatievlucht in te korten na het eerste doelwit. Omdat de tijd om de nieuwe route te verwerken in het bestaande navigatieplan te kort was, werd de routewijziging mondeling besproken. Bij het kiezen van de nieuwe route werd rekening gehouden met de verschillende obstakels aangeduid op de kaart zoals vliegvelden, valschermspringgebieden en elektriciteitscentrales. Hoewel deze wijziging op een laat moment plaatsvond, is deze zorgvuldig gekozen en gepland. Op de plaats van het ongeval was de formatie gerechtigd te vliegen.

De PH-3G8 was opgestegen vanaf het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal voor een vlucht in de richting van Sellingen, de woonplaats van de bestuurder. Zoals hij wel vaker deed, heeft de bestuurder gecirkeld boven zijn woning op het bungalowpark Overdiep. Deze afwijking van de regels (MLA's mogen niet worden gebruikt binnen een horizontale afstand van 500 meter van aaneengesloten bebouwing en binnen een horizontale afstand van 100 meter van gebouwen ingericht voor het verblijf van personen, zie paragraaf 1.17.4) heeft geen invloed gehad op het ontstaan van het ongeval. De plaats van het ongeval bevindt zich kort, ongeveer 600 meter, buiten het park. De PH-3G8 was gerechtigd op die plaats tot een hoogte van 6.500 ft te vliegen.

### 2.2 Personen

#### 2.2.1 Tiger 11

Beide inzittenden waren bevoegd en geschikt om de vlucht uit te voeren. Zij hadden een ruime vliegervaring, zowel op de F-16 als op andere type vliegtuigen. Zij voldeden aan de



Belgische militaire standaard en hadden recente ervaring op zowel de eenpersoons als de tweepersoons F-16. Van het aangetroffen ethanolgehalte van 0,17‰ bij de voorste bestuurder is niet met zekerheid uit te sluiten dat dit, of een deel ervan, na het overlijden is gevormd in het lichaam. Voor de volledigheid moet vermeld worden dat de Nederlandse wettelijke norm van 0,2‰ niet overschreden is. Inmiddels hanteert de Belgische Defensie Luchtcomponent ook deze norm.

Gelet op de verklaring van de echtgenote en de collega's van de omgekomen F-16 piloot en de bevindingen van het NFI, acht de Raad het aannemelijk dat de aangetroffen alcohol postmortaal is gevormd en niet van invloed is geweest op (het ontstaan van) het ongeval. Van fysieke of psychische beperkingen is bij de beide F-16 piloten niets gebleken.

### 2.2.2 PH-3G8

De bestuurder van de PH-3G8 was bevoegd en geschikt om de vlucht uit te voeren. Hoewel hij redelijk ervaren was, had hij verreweg het grootste deel van zijn vliegreun gevlogen in de periode van 1961 tot 1972. Volgens eigen opgave had hij in het jaar voorafgaand aan de verlengingsdatum van zijn brevet, 11:20 uur gevlogen, wat 1:20 uur meer is dan het wettelijke vereiste minimum van 10 uur per jaar. Met uitzondering van die beperkingen besproken in paragraaf 1.18.1 See-and-avoid, had hij geen fysieke of psychische beperkingen die de uitvoering van de vlucht zouden hebben kunnen beïnvloeden.

### 2.2.3 See-and-avoid

Uit de toelichting van de wetgeving blijkt dat een koppeling is gemaakt tussen vliegzicht en vliegsnelheid. In gebieden waar door de verkeersleiding geen separatie wordt verzorgd, moet het see-and-avoid concept kunnen werken. Er bestaat een koppeling van een minimaal zicht van 1.500 meter en een maximum snelheid van 250 kt in ongecontroleerd luchtruim. De operationele- en veiligheidseisen van militaire gevechtsvliegtuigen brengen echter met zich mee dat deze categorie vliegtuigen zich niet aan de maximum snelheid van 250 kt kan houden. Daarom heeft de wetgever een maximum snelheid van 450 kt voor deze vliegtuigen toegestaan. Hieraan is een minimaal zicht van 8 km gekoppeld. Kennelijk is de wetgever er vanuit gegaan dat deze koppeling voldoende waarborgen biedt voor het functioneren van het see-and-avoid concept. Deze redenering is verklaarbaar omdat het see-and-avoid concept in deze vorm uit de 50-er jaren stamt.<sup>31</sup> Weliswaar heeft voorheen het see-and-avoid principe als enig middel voor separatie wellicht afdoende gefunctioneerd, tegenwoordig is dit niet langer het geval. In het verleden bestonden geen MLA's en was het aantal civiele vliegtuigen in het Nederlandse luchtruim relatief laag. Tegenwoordig wordt het ongecontroleerde luchtruim veel intensiever gebruikt door de recreatieve luchtvaart (MLA's, (historische) motorvliegtuigen en (motor)zweefvliegtuigen, heteluchtballonnen etcetera).<sup>32</sup> Daarnaast heeft men in het verleden vliegoperaties van militair verkeer op zeer lage hoogte (250 ft AGL) vanwege geluidsoverlast afgeschaft. Dit heeft ertoe geleid dat het militaire verkeer is uitgeweken naar grotere hoogtes. Bovenstaande ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat de kans op botsingen tussen civiel en snel militair verkeer in ongecontroleerd luchtruim is toegenomen.

Door de in paragraaf 1.18.1 genoemde beperkingen is het verklaarbaar en is het ook bekend uit (internationale) studies, analyses en rapporten over dit onderwerp, dat van het see-and-avoid concept in het algemeen een beperkte effectiviteit mag worden verwacht. Ook bij

<sup>31</sup> *Special study midair collisions in U.S. civil aviation 1969-1970*, NTSB-AAS-72-6, Appendix 3.

<sup>32</sup> Aantal brevethouders in de privé-luchtvaart: 5.075 in 1998 en 10.348 in 2002; bron: IVW-DL, 2 april 2003.

optimale omstandigheden is het gebruik van see-and-avoid als enig middel om botsingen in de lucht te voorkomen, beperkt<sup>33</sup>.

Bij een hoge naderingssnelheid tussen vliegtuigen, waarvan bij dit ongeval sprake was, wordt de werking van het see-and-avoid concept negatief beïnvloed. Door de grote naderingssnelheid zijn de vliegtuigen lange tijd te ver weg om te kunnen worden waargenomen door de andere bestuurder. Als het andere vliegtuig boven de drempelwaarde van het oog komt, zodat het kan worden opgemerkt, zal het zo snel nabij komen dat het de vraag is of de bestuurder nog de tijd heeft om met succes een uitwijkmanoeuvre in te zetten. Dit geldt zeker voor de MLA-bestuurder die daar minder op getraind is dan een F-16 piloot. Bovendien brengt de constructie van de MLA met zich mee dat dit vliegtuig niet zo snel op stuurimpulsen reageert als een F-16.

#### 2.2.4 Scannen

De voorste inzittende van een tweepersoons F-16 heeft dezelfde taken als de bestuurder van een éénpersoons F-16. De achterste inzittende houdt zich alleen bezig met het houden van uitkijk (voorzover mogelijk) als aanvulling op de bestuurder, tenzij afgesproken is dat de achterste inzittende een taak van de bestuurder overneemt of de achterste bestuurder de functie van instructeur uitoefent. Voor de aanvang van de vlucht was de afspraak gemaakt dat de voorste inzittende van Tiger 11, als boordcommandant, het vliegtuig zou besturen en zich zou bezighouden met de navigatie en de tactische handelingen. Omdat het vliegtuig het eerste gronddoel had aangevallen en de bemanning op weg was naar het tweede gronddoel, zal de werkdruk die uit de genoemde neventaken voortkomt, niet hoog zijn geweest. De bestuurders hadden dus de gelegenheid om zich een groot deel van de tijd bezig te houden met het houden van uitkijk. Ondanks de relatief lage werkdruk waardoor zij tijd hadden om uitkijk te houden en ondanks de training die zij hadden ontvangen, is het andere vliegtuig niet opgemerkt. De bijdrage van de achterste piloot aan het scannen zal als gevolg van zijn positie in de cockpit beperkt zijn. Zie ook de opmerking hierover in paragraaf 2.3.4. Ook de bemanning van Tiger 12 heeft de PH-3G8 niet opgemerkt.

Ten opzichte van de militaire jachtvliegtuigen die met een snelheid tot circa 450 knopen vliegen, zal het civiele vliegtuig een vrijwel 'stilstaand object' zijn. Met andere woorden, bij zulke hoge snelheden doet de snelheid van het civiele vliegtuig er nauwelijks meer toe. Vanwege die hoge vliegsnelheid zit voor de bestuurder van het militaire jachtvliegtuig het 'gevaar' dan ook circa 15 graden links en rechts van het midden van zijn gezichtsveld (vergelijkbaar met een scanhorizon begrensd door de buitenste randen van de head-up display). In vergelijking met het scangebied van de bestuurder in een civiel vliegtuig, in het bijzonder bij de kleine luchtvaart, is dit een beperkte scansector. De kans dat een civiele piloot onder deze omstandigheden het militaire vliegtuig tijdig weet te detecteren, is kleiner dan omgekeerd het geval is.

## 2.3 Vliegtuigen

### 2.3.1 Luchtwaardigheid Tiger 11

Tiger 11 had een geldig bewijs van luchtwaardigheid. Het gewicht en het zwaartepunt lagen binnen de toegelaten grenzen. Voorzover kan worden nagegaan verkeerde het vliegtuig technisch in goede staat van onderhoud. Omdat Tiger 11 bij het ongeval totaal werd vernield, kon geen volledig technisch onderzoek plaatsvinden. Het toestel was naar behoren onderhouden. Er is niet gebleken dat een technisch mankement een bijdrage zou hebben

---

<sup>33</sup> Hierover is een uitgebreide beschouwing opgenomen in het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid *Onderzoek van (bijna) botsingen in de lucht* (2001) en in bijlage H van het rapport van de Raad *Botsing in de lucht nabij Etten-Leur* (1999).

geleverd aan het ontstaan van de botsing. Zowel de seat data recorder als het master caution systeem hebben naar behoren gefunctioneerd.

### *2.3.2 Luchtwaardigheid PH-3G8*

De PH-3G8 had een geldige ontheffing voor het vliegen zonder bewijs van luchtwaardigheid. Het gewicht en het zwaartepunt lagen binnen de toegelaten grenzen. Voorzover kan worden nagegaan verkeerde het vliegtuig technisch in goede staat van onderhoud. Omdat de PH-3G8 bij het ongeval totaal werd vernield kon geen volledig technisch onderzoek plaatsvinden. Het toestel was naar behoren onderhouden. Er is niet gebleken dat een technisch mankement een bijdrage zou hebben geleverd aan het ontstaan van de botsing.

### *2.3.3 Detectiemiddelen Tiger 11*

Aangezien de radar cross section (RCS) van de PH-3G8 niet boven de minimale drempelwaarde komt en de grondsnelheid lager was dan de ingestelde filterwaarde van 96 kt kon de radar van de F-16 de MLA niet detecteren. De tweede detectiemogelijkheid is een ondervraging van de transpondermode en code van het doelwit met behulp van de AIFF. Aangezien de PH-3G8 niet uitgerust was met een transponder, was deze detectiemogelijkheid ook niet voorhanden. De PH-3G8 kon dus niet worden opgemerkt met behulp van de technische middelen aan boord van Tiger 11.

### *2.3.4 Zicht*

#### *MLU F-16*

Door de constructie van de kap wordt het uitzicht van de voorste bestuurder naar voren, opzij en een stukje naar achteren nauwelijks gehinderd. De head up display (HUD) is het enige obstakel in het gezichtsveld van de voorste bestuurder. Het frame waarin de HUD is gemonteerd en de geprojecteerde gegevens kunnen het zicht belemmeren omdat deze de compensatie van de blinde vlek van het menselijke oog verhinderen. In algemene zin biedt de HUD de bestuurder de gelegenheid tijdens de vlucht vrijwel continue naar buiten te kijken, waarmee het genoemde geringe nadelige effect ruimschoots wordt gecompenseerd. Hierbij moet aangetekend worden dat ongeveer 30% van het binnenkomende licht wordt tegengehouden in verband met de schuine plaatsing van de HUD. Hierdoor wordt het zicht enigszins verminderd. De enige mogelijkheid die de achterste bestuurder heeft om naar voren te kijken, is door middel van de geprojecteerde gegevens van de HUD die worden weergegeven op zijn RMFD. De kwaliteit van deze beelden is matig.

In dit geval heeft de PH-3G8 zich voor de botsing nagenoeg recht voor Tiger 11 bevonden. Zelfs indien de vliegtuigen elkaar onder een hoek van 90° zouden zijn genaderd, zou de langzame PH-3G8 zich vóór de veel snellere Tiger 11 hebben bevonden, omdat het snelle vliegtuig in dezelfde tijd een veel grotere afstand zal afleggen dan het langzame vliegtuig. Het langzame vliegtuig zal zich dus altijd in de dode hoek van de achterste bestuurder hebben bevonden. Door dit alles kan gesteld worden dat de achterste bestuurder geen wezenlijke bijdrage heeft kunnen leveren aan het see-and-avoid principe, zeker omdat de PH-3G8 zich vrijwel recht voor Tiger 11 bevond.

#### *PH-3G8*

Door de constructie van de PH-3G8 is het uitzicht voor de bestuurder naar voren onbelemmerd en naar opzij wordt het enigszins belemmerd door de constructie van het vliegtuig en de stijl van de ruit. Omdat het vliegtuig een hoogdekker is, wordt het zicht naar boven-opzij belemmerd door de vleugels. Bij het maken van bochten wordt het zicht naar de zijkant aan de binnenzijde van de bocht verhinderd, omdat de vleugel naar beneden beweegt. Uit de verklaringen blijkt dat de bestuurder van de PH-3G8 in de buurt van zijn woning heeft gecirkeld. Het is mogelijk dat tijdens het maken van bochten zijn uitkijk naar ander luchtverkeer niet optimaal is geweest hoewel hij op het moment van de botsing volgens de getuigen een rechtlijnige vlucht uitvoerde en zijn zicht dus niet werd gehinderd.

### *Zichtbaarheid*

Uit het onderzoek van het NLR is gebleken dat de vliegtuigen elkaar min of meer recht van voren zijn genaderd. Hierdoor is het zichtbaar oppervlak van beide vliegtuigen voor de bestuurder van het andere vliegtuig minimaal. Bovendien zullen, door de min of meer gelijkblijvende hoek tussen de beide vliegtuigen, de toestellen optisch niet, of heel langzaam, ten opzichte van elkaar bewegen. Daarnaast is de relatieve naderingssnelheid van beide vliegtuigen in deze situatie vrijwel de som van de snelheden van beide vliegtuigen. De snelheid van Tiger 11 was ongeveer 400 kt en de geschatte snelheid van de PH-3G8 ongeveer 80 kt. Dit houdt in dat beide vliegtuigen elkaar met een snelheid van ongeveer 480 kt naderden. Dit komt overeen met ongeveer 250 meter per seconde. Uit diverse studies met betrekking tot de reactiesnelheid blijkt dat de tijd die verstrijkt tussen het waarnemen van een object en het initiëren van een spontane uitwijkmanoeuvre tussen 2 en 6 seconden ligt. Dit houdt in dat de vliegtuigen op een afstand van minimaal 500 tot 1.500 meter van elkaar verwijderd moeten zijn geweest om één van de bestuurders van de vliegtuigen met succes een uitwijkmanoeuvre te laten maken.

Voorts blijkt uit de berekeningen van het NLR dat ongeveer 2,5 seconden verstrijken tussen de detectie van een object en het in een reflex activeren van de schietstoel door de bestuurder van een jachtvliegtuig (zie bijlage C, figuur 5-1, pagina 54). In deze 2,5 seconden naderen de beide vliegtuigen elkaar met 250 meter per seconde. Dit houdt in dat beide vliegtuigen minimaal 625 meter van elkaar verwijderd hadden moeten zijn om de bestuurder van Tiger 11 met succes een uitschieting te laten initiëren.

Door genoemde factoren: minimaal zichtbaar oppervlak, geen relatieve beweging en hoge naderingssnelheid, was de kans klein dat de bestuurders het andere vliegtuig tijdig hadden kunnen waarnemen om nog een geslaagde uitwijkmanoeuvre uit te kunnen voeren.

Hoewel tijdens de daglichtperiode het effect van strobelights of andere vliegtuigverlichting slechts een beperkte bijdrage aan de onderlinge zichtbaarheid van vliegtuigen levert, zal de afwezigheid van enige verlichting op de PH-3G8 de effectiviteit van het see-and-avoid concept niet hebben bevorderd.

### *2.3.5 Radiobakens*

De radiobakens werden niet automatisch geactiveerd bij de separatie van de bestuurder en de schietstoel. Uit onderzoek is gebleken dat dit werd veroorzaakt doordat de riem met veiligheidspin los kwam van de stoel tijdens de piloot-stoel separatie. Dit werd veroorzaakt doordat de drukknoop niet meer naar behoren functioneerde door een opstapeling van verflagen onder de rand van deze drukknoop. Deze verflagen waren het gevolg van periodiek onderhoud aan de schietstoel. Deze bevindingen werden namens de Belgische Minister van Defensie ter kennis gebracht aan de fabrikant van de F-16 Lockheed Martin Aeronautics en aan alle gebruikers van de F-16 schietstoel ACES II.

### *2.3.6 Instrumenten*

#### *Tiger 11*

Van de snelheid van Tiger 11 kort voor de botsing kan op grond van het onderzoek van ODOV en het NLR gesteld worden dat deze rond de 400 kt heeft gelegen. Uit technisch onderzoek is gebleken dat het 'master caution light' van de voorste cockpit van Tiger 11 niet heeft gebrand. Hieruit kan worden geconcludeerd dat zich kort voor de botsing geen belangrijk technisch probleem aan boord van het vliegtuig heeft voorgedaan.

#### *PH-3G8*

Ingevolge de wetgeving voor MLA's is het niet verplicht dat de hoogtemeters en het pitot-statische systeem van deze vliegtuigen gekalibreerd worden. De hoogtemeter van de PH-3G8 is evenwel op 28 september 2000 getest. Uit het testrapport blijkt dat de afwijking van de hoogtemeter minimaal was. De geconstateerde afwijkingen vallen binnen de limieten

zoals deze gelden voor luchtvaartuigen waarbij wel een gekalibreerde hoogtemeter vereist is. Hoewel de hoogtemeter na 28 september 2000 niet meer getest is, valt redelijkerwijs niet te verwachten dat de afwijking significant zal zijn toegenomen. Daarnaast is gebleken dat het onder MLA-vliegers een algemeen gebruik is om de hoogte-instelling van de hoogtemeter gelijk te zetten met de hoogte van het vliegveld (elevatie) waar zij zich op dat moment bevinden en de hoogtemeter niet in te stellen op de QNH van dat moment. Door deze werkwijze zal de vlieghoogte in de buurt van het vliegveld van vertrek, vrijwel overeenkomen met de vlieghoogte op zeeniveau. Gezien de aangetroffen instelling van de hoogtemeter van de PH-3G8 van 1029 hPa in plaats van de heersende luchtdruk van 1026 hPa is het niet uitgesloten dat de hoogtemeter toch een afwijking heeft gehad. Deze instelling is te verklaren als de bestuurder de bovengenoemde werkwijze zou hebben gehanteerd. Als wordt aangenomen dat de bestuurder van de PH-3G8 deze werkwijze heeft gevolgd, zal de aanwijzing op de hoogtemeter van de MLA overeen zijn gekomen met de daadwerkelijke vlieghoogte omdat hij niet ver van het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal verwijderd was.

Aan MLA's worden in het algemeen lage eisen gesteld. Daar staan verschillende beperkingen tegenover, zoals het verbod gebruik te maken van de standaard luchtvaartterreinen. Wanneer een scheiding van luchtverkeer in hoogte moet worden bewerkstelligd dan zal rekening gehouden moeten worden met het feit dat aan de hoogtemeting door MLA's geen eisen worden gesteld. Dit betekent dat de huidige nauwkeurigheid van MLA-hoogtemeters vastgesteld zal moeten worden, danwel dat normen voor de hoogtemeting moeten worden geformuleerd. Overigens geldt bovenstaande ook voor sommige andere categorieën luchtvaartuigen, die uitgerust zijn met hoogtemeters waaraan geen wettelijke eisen worden gesteld, bijvoorbeeld luchtballonnen en paragliders.

## 2.4 *Management en procedures*

### 2.4.1 *Vluchtvoorbereiding Tiger-formatie*

De bestuurders van de F-16 formatie hebben de vluchtvoorbereiding gedaan overeenkomstig de voorschriften zoals die binnen de Belgische Defensie Luchtcomponent gelden. Het feit dat in Nederland voor militaire straalvliegtuigen een minimum hoogte van 1.200 ft geldt, was bij de bestuurders bekend en was in het vliegplan opgenomen. De meteorologische condities waren voldoende voor het uitvoeren van een VFR-navigatievlucht. Zoals voorgeschreven in de Belgische standaardprocedures zijn op de navigatiekaart alle actieve NOTAM's (notice to airmen) in de buurt van de navigatieroute aangeduid.

Door het veranderen van de oorspronkelijk formatie van vier éénzitters naar twee tweepersoons F-16's heeft de leider van de formatie besloten om ondanks de verminderde hoeveelheid brandstof ten behoeve van de trainingswaarde de twee geplande doelen aan te vallen. Het tekort aan brandstof van Tiger 12 om de hele vlucht uit te voeren, zou gecompenseerd worden door de route na het eerste doel in te korten. Omdat de verandering van de beschikbare vliegtuigen bekend werd nadat het grootste deel van de vluchtvoorbereiding al had plaatsgevonden, zou een nieuwe vluchtvoorbereiding een aanzienlijke vertraging van de vlucht hebben betekend. Daarom is besloten de verandering en de gevolgen daarvan mondeling te behandelen. Deze verandering werd besproken tijdens de uitbriefing in aanwezigheid van alle leden van de formatie. De verkorte route werd zodanig gepland dat werd voldaan aan de voorwaarden die gelden voor het uitvoeren van een dergelijke vlucht. Deze verandering van de route werd niet aangetekend op de routekaart maar wel met alle leden van de formatie besproken. Door het systeem van autorisatie van de vlucht door de verantwoordelijke officier, werd gewaarborgd dat de vlucht overeenkomstig de regelgeving werd voorbereid.

#### 2.4.2 *Vluchtvoorbereiding PH-3G8*

Voor de vlucht van de MLA was het indienen van een vliegplan niet vereist. Wel hebben bestuurders van luchtvaartuigen in Nederland de wettelijke plicht zich voorafgaand aan de voorgenomen vlucht op de hoogte te stellen van alle relevante gegevens, waaronder de van toepassing zijnde NOTAM's. In de privé-luchtvaart bestaat geen regulier systeem dat toeziet op de correcte en volledige voorbereiding van de vlucht. Het behoort tot de eigen verantwoordelijkheid van de bestuurder zich gedegen voor te bereiden. Het is niet bekend op welke wijze de bestuurder zich op zijn vlucht heeft voorbereid. Uit verklaringen van getuigen is gebleken dat de bestuurder van de PH-3G8 zich vóór de vlucht niet heeft gemeld bij de havendienst. Dit is mogelijk het gevolg van het feit dat het voor hem een routinevlucht betrof; hij maakte regelmatig een vlucht vanaf het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal naar de omgeving van zijn woonplaats. Hij was dus zeer bekend met de omgeving.

#### 2.4.3 *Vluchtuitvoering Tiger 11*

De vlucht betrof een trainings-navigatievlucht op lage hoogte. Bij militaire navigatievluchten onder nagebootste operationele omstandigheden dient, indien nodig, direct te kunnen worden gemanoeuvreed. Het is daarom noodzakelijk dat met de hand wordt gevlogen.

Ten tijde van het ongeval bedroeg de minimum toegestane vlieghoogte in het Nederlands luchtruim 1.200 ft. Gezien het zicht van meer dan 8 kilometer was het toegestaan om gebruik te maken van de ontheffing om in het Nederlands luchtruim sneller dan 250 kt doch niet sneller dan 450 kt te vliegen. Uit gegevens van de radar en de SDR blijkt dat Tiger 11 op enkele momenten tijdens de vlucht in het Nederlands luchtruim de minimum toegestane vlieghoogte onderschrijft en de maximum toegestane vliegsnelheid overschrijft. Uit de video-opname van de HUD van Tiger 12 blijken vergelijkbare afwijkingen. Dit kwam onder meer voor na de manoeuvre waarbij voor een ander vliegtuig werd uitgeweken.

Bovengenoemde afwijkingen van de vlieghoogte zijn te verklaren doordat vlak boven de minimum toegestane vlieghoogte van 1.200 ft werd gevlogen. Dit betekent dat een kleine standsverandering van het vliegtuig snel kan leiden tot onderschrijding van de grens van 1.200 ft. Het onderschrijden van 1.200 ft had wellicht kunnen worden voorkomen door een van de hoogte-attenderingssystemen in te stellen op deze waarde.

Uit de verklaringen van de F-16 bestuurders en uit de radargegevens van Dutch Mil blijkt dat het verkorten van de route bewust en weloverwogen is uitgevoerd: obstakels, bebouwingen en een elektriciteitscentrale werden vermeden.

De noodzakelijke radiocommunicatie met Dutch Mil werd standaard uitgevoerd. Het afwijken van de route werd niet gemeld maar dit is ook niet vereist. Door dit radiocontact en de zichtbaarheid van de formatie op het radarscherm, kan Dutch Mil continue het vluchtpad van de formatie volgen.

De luchtvaartwetgeving geeft voorschriften ter voorkoming van botsingen. De redactie van het verbod in artikel 17 van het Luchtverkeersreglement om een ander vliegtuig zo dicht te naderen dat hierdoor gevaar voor botsing ontstaat, impliceert dat het hier om een opzettelijke manoeuvre gaat. Van een opzettelijke manoeuvre is in dit geval geen sprake geweest, zodat dit artikel niet van toepassing is. Voorts stelt artikel 19 van het Luchtverkeersreglement dat vliegtuigen die elkaar recht van voren naderen, de koers naar rechts moeten verleggen. Dit artikel is uiteraard alleen van toepassing indien de bestuurders van de vliegtuigen het andere vliegtuig zien. Beide artikelen hebben derhalve niet kunnen bijdragen aan het voorkomen van deze botsing.

#### 2.4.4 *Vluchtuitvoering PH-3G8*

De route van de PH-3G8 is niet op radar vastgelegd. Daarom kan alleen worden uitgegaan van getuigenverklaringen. Hieruit blijkt dat de bestuurder boven zijn huis heeft gecirkeld om

zijn echtgenote te groeten. Door getuigen is gezien dat hij op het moment van de botsing een min of meer rechtlijnige vlucht uitvoerde. Het is mogelijk dat hij in de veronderstelling was dat zijn echtgenote in de buurt aan het wandelen was omdat zij niet naar hem had gezwaaid toen hij over de woning vloog. Het is hierbij niet uit te sluiten dat hij niet constant heeft uitgekeken naar ander luchtverkeer.

Nadat de bestuurder zich had afgemeld bij de havendienst heeft hij geen contact gehad met een luchtverkeersleidingsdienst, zoals Dutch Mil. Hoewel het in ongecontroleerd luchtruim niet verplicht is radiocontact te onderhouden met een luchtverkeersleidingsdienst, wordt in de diverse studies met betrekking tot see-and-avoid erkend dat radiogebruik een bijdrage kan leveren aan het waarnemen van ander luchtverkeer. Zeker als men bij een luchtverkeersleiding de voorgenomen route en hoogte vermeldt, kan een verkeersleider in voorkomende gevallen de aandacht vestigen op ander luchtverkeer dat een potentieel gevaar kan opleveren. Dit zou nog effectiever kunnen zijn indien aan de hand van een transponder de actuele positie en hoogte van een vliegtuig kan worden waargenomen. Aan de andere kant kan het gebruik van de radio en transponder (indien aanwezig) een vals veiligheidsgevoel geven. Echter bij het gebruik van de radio en transponder zal het risico op een botsing in de lucht per saldo verminderen.

#### *2.4.5 Reconstructie vluchtpad, botsingshoogte en -tijd*

Omdat de aangetroffen sporen aan de hoogtemeters niet hebben geleid tot een eenduidige analyse met betrekking tot de botsingshoogte, zijn deze instrumenten niet voor de reconstructie gebruikt. Als bron voor de bepaling van de hoogte hebben gediend: de radargegevens van Dutch Mil en de lokale radar van Eelde. Uit het onderzoek van het NLR blijkt dat de gegevens die door de radarsystemen zijn vastgelegd, als meest betrouwbaar kunnen worden beschouwd voor de reconstructie van de botsingshoogte. De gegevens van de SDR, de sporen op de hoogtemeters en de verklaringen zijn voor dit doel niet geschikt gebleken. Zie paragraaf 1.12.6 Bevindingen van de hoogtereconstructie.

Bij bepaling van de botsingshoogte aan de hand van de radargegevens is door het geheel van hoogtemeting, omrekening, afronding en registratie een exacte vaststelling van de hoogte niet mogelijk. Uit het NLR-rapport blijkt dat rekening moet worden gehouden met een maximale afwijking van plus of min 83 ft. Aan de hand van de radargegevens blijkt dat Tiger 11 tijdens de vlucht gedurende een aantal momenten onder de 1.200 ft heeft gevlogen. De hoogte kort voor de botsing is aan de hand van de radargegevens van Dutch Mil en van Eelde berekend tussen 961 en 1.127 ft.

Hoewel de gegevens afkomstig van de SDR niet geschikt zijn gebleken om de hoogte vast te stellen (maximale afwijking circa plus of min 400 ft) komt het profiel ervan grotendeels overeen met de radargegevens.

Uit het NLR-onderzoek blijkt dat Tiger 11 vanaf circa 8 NM van de Duits-Nederlandse grens lager is gaan vliegen dan 1.200 ft. Geconcludeerd kan worden dat Tiger 11 voor de botsing beneden de toegestane minimum hoogte van 1.200 ft heeft gevlogen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de formatie bijna in het Duitse luchtruim vloog en de bemanning zich al op de aldaar geldende minimum toegestane vlieghoogte van 1.000 ft AGL had ingesteld. Bovendien had de formatie al radiocontact met de Duitse luchtverkeersdienst.

De hoek waaronder de beide vliegtuigen elkaar geraakt hebben, is niet met zekerheid vast te stellen. De koers van Tiger 11 ligt wel vast. Uit de gegevens van de SDR en uit de radardata van Dutch Mil blijkt dat deze koers 076 graden is geweest. Uit het NLR-rapport is naar voren gekomen dat het aannemelijk is dat de PH-3G8 van linksvoor naar rechtsachter door Tiger 11 is geraakt en dat de PH-3G8 mogelijk een noordwestelijke koers heeft gevlogen. Daarnaast zijn er getuigen op de grond die verklaren dat Tiger 11 van west naar oost vloog en dat de PH-3G8 op een tegengestelde koers (van oost naar west) vloog. Dit alles

rechtvaardigt de conclusie dat beide vliegtuigen elkaar min of meer frontaal hebben geraakt, waarbij een afwijking van tientallen graden mogelijk is.

Het geheel van de fysieke en psychologische beperkingen van het menselijke lichaam gecombineerd met de hoge naderingsnelheid, het gebrek aan relatieve beweging, het kleine zichtbare oppervlak van beide vliegtuigen en het geringe contrast maken het verklaarbaar dat de beide bestuurders het andere toestel niet tijdig hebben waargenomen. Het feit dat de voorste bestuurder van Tiger 11 het ontsnappingssysteem juist voor of tijdens de botsing heeft geactiveerd, vormt een indicatie dat hij de PH-3G8 op het laatste moment toch nog heeft waargenomen. De reden waarom de bestuurder het ontsnappingssysteem heeft geactiveerd in plaats van het meer voor de hand liggende uitvoeren van een uitwijkmanoeuvre, zal nooit achterhaald kunnen worden. Het is mogelijk een intuïtieve reflex geweest. De Raad beseft dat de conclusie dat de piloot de schietstoel heeft geactiveerd in plaats van een uitwijkmanoeuvre te maken, moeilijk te aanvaarden is voor gevechtspiloten. Het ligt meer voor de hand het andere vliegtuig met een sturbeweging trachten te ontwijken dan de schietstoel te activeren. Het grondige onderzoek dat door ODOV aan de schietstoel is verricht, leidt ontegenzeggelijk tot de technische conclusie dat de schietstoel door de voorste bestuurder is geactiveerd. Gelet op de geringe tijd die benodigd is om het uitschietingssysteem nog in een reflex te activeren (paragraaf 1.12.4), stelt de Raad vast dat de botsing kennelijk onvermijdbaar was.

Het is niet bekend of de bestuurder van de PH-3G8 de F-16 op het laatste moment heeft zien aankomen. Het feit dat de beide toestellen elkaar vrijwel frontaal hebben geraakt maakt in ieder geval duidelijk dat de bestuurder van de PH-3G8, indien hij Tiger 11 op het laatste moment wel heeft gezien, geen tijd meer heeft gehad om een uitwijkmanoeuvre uit te voeren.

#### *2.4.6 Scheiding luchtverkeer - regelgeving*

Het luchtruim met classificatie G (zie paragraaf 1.17.1) staat elke gebruiker toe daar te vliegen zonder radiocontact met een luchtverkeersleidingsdienst. Elke bestuurder is verantwoordelijk voor de separatie en het vermijden van botsingen tussen zijn vliegtuig en dat van andere gebruikers en obstakels op de grond. Een maximum snelheid, een vereist minimum zicht en separatie van wolken zijn de belangrijkste factoren die gerespecteerd moeten worden in luchtruim met classificatie G. Voor de militaire luchtvaart is deze regelgeving ook van toepassing, echter met een uitzondering van de maximum snelheid. Deze uitzondering is vooral het gevolg van operationele- en veiligheidseisen die aan het gebruik van militaire jachtvliegtuigen worden gesteld. Daar waar de burgerluchtvaart gehouden is aan een maximum snelheid van 250 kt, vliegen de militaire vliegtuigen in Nederland met snelheden variërend tussen 360 kt en 450 kt. Verder is de militaire luchtvaart, door interne regels, gebonden aan het activeren van de transponder en aan het bewerkstelligen van radiocontact met de lokale luchtverkeersleiding. Deze verplichting bestaat niet voor het burgerluchtverkeer. Ondanks het feit dat beide soorten luchtvaart van hetzelfde luchtruim gebruik maken, is er dus een verschil in regelgeving voor de vluchtuitvoering. Daar waar de positie en hoogte van militaire luchtvaart bekend zijn bij de luchtverkeersdienst, is de privé-luchtvaart geheel vrij in de keuze van hoogte en locatie en is de bestuurder niet verplicht de intentie en de route van de vlucht aan de verkeersleiding te melden.

Van de militaire luchtvaart is een verdere toename van vluchten in klasse G luchtruim echter niet te verwachten, door de steeds kleinere interesse voor vluchten op lagere hoogte. Het blijft wel noodzaak om de beginnende gevechtspiloot de vaardigheid van het laagvliegen aan te leren. De combinatie van de privé-luchtvaart waar met relatief lage snelheid wordt gevlogen en de gevechtsvliegtuigen die omwille van reeds aangehaalde redenen met een hogere snelheid vliegen in ongecontroleerd luchtruim, vormt de basis van potentiële bijna



botsingen of ongevallen. Dit risico kan verminderd worden door gedegen regelgeving. Daarnaast kunnen technische hulpmiddelen van dienst zijn om het risico te minimaliseren.

Naar aanleiding van de aanbevelingen van het onderzoek inzake de botsing nabij Etten-Leur is door de LVC-staf een werkgroep ingesteld om maatregelen te nemen met als doel soortgelijke ongevallen te voorkomen. Eén van de maatregelen, aangaande de militaire luchtvaart, werd op korte termijn door het ministerie van Defensie omgezet in een intern voorschrift dat per NOTAM M2845/01 aan alle luchtvaarders ter kennis werd gebracht. Het ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft op korte termijn geen concrete maatregelen ingevoerd voor het burgerluchtverkeer. Het heeft ruim een jaar geduurd voordat maatregelen met betrekking tot de civiele sector werden genomen. Dit was circa zes maanden na de invoering van bovenvermelde NOTAM. Vooruitlopend op de implementatie in de wetgeving heeft men kort na het ongeval te Sellingen NOTAM B3185/02 uitgegeven met daarin de maatregelen voor het burgerluchtverkeer.

Over de invoering van de transponderverplichting wordt al sinds 1996 gesproken zonder dat dit heeft geleid tot concrete wetgeving. De oorzaak waardoor dit alles zolang heeft geduurd is het ambtelijke proces met betrekking tot besluitvorming tussen de betrokken partijen kennelijk langzaam verloopt. In deze kwestie is langdurig en uitgebreid overleg gevoerd waarbij beslissingen vaak lang zijn uitgebleven.

Ook de invloed van belangengroeperingen, zoals de KNVvL in het geval van de transponderverplichting, heeft een remmende werking op een daadkrachtige besluitvorming. Hierbij moet worden aangetekend dat regels en voorschriften binnen het ministerie van Defensie aanmerkelijk sneller en makkelijker kunnen worden ingevoerd dan binnen een organisatie zoals het ministerie van Verkeer en Waterstaat, dat te maken heeft met een groter aantal belanghebbenden dat betrokken (kan) worden bij het nemen van besluiten.

Daarnaast is de wetgeving met betrekking tot het transpondergebruik onduidelijk. De voorschriften van de Regeling navigatie- en telecommunicatie-installaties schrijven onder andere voor dat een luchtvaartuig dat is voorzien van een transponder, deze moet activeren ongeacht het soort luchtruim waar dit luchtvaartuig zich bevindt. Deze regel is tegenstrijdig met het voorschrift van NOTAM B3185/02 waarin wordt vermeld dat de transponder onder de Schiphol TMA moet zijn uitgeschakeld. Deze uitzondering is op voorstel van LVNL in de NOTAM opgenomen, maar is niet gebaseerd op een wettelijke bepaling.

Het ongeval te Sellingen heeft de besluitvorming voor gemotoriseerde vliegtuigen wel versneld, maar dit geldt niet voor alle soorten luchtvaartuigen. De invoering van uniforme regelgeving voor alle luchtvaartuigen was voorzien voor januari 2003, maar werd onder invloed van belangengroepen tot nader order uitgesteld. De Raad heeft met teleurstelling van dit uitstel kennis genomen. Bovendien werd een adequate scheiding tussen de militaire straalvliegtuigen en burgervliegtuigen niet doorgevoerd, maar werd volstaan met het instellen van een minimumhoogte voor militaire straalvliegtuigen. Dat is opmerkelijk omdat is gebleken dat een aanmerkelijk percentage van de hoogtemeters, met name die van MLA's, een afwijking vertonen. In de AIC-B 03/03 wordt wel aangeraden niet op of net onder 1.200 ft te vliegen, analoog aan de bestaande scheiding tussen de verschillende soorten luchtruimklassen. Ook hier wordt een beroep gedaan op het 'vliegerschap' (eigen verantwoordelijkheid) van de bestuurders van vliegtuigen.

Doordat de aanbevelingen voor de korte termijn voor wat betreft het militaire luchtverkeer, alleen zijn overgenomen door de Minister van Defensie, bestond alleen voor Tiger 11 een voorschrift met betrekking tot de minimum vlieghoogte. Voor het burgerluchtverkeer had de Minister van Verkeer en Waterstaat geen maatregelen genomen. Hierdoor was er geen actuele scheiding van de verschillende soorten luchtverkeer en was het burgerluchtverkeer ook niet verplicht om boven 1.200 ft een transponder in werking te hebben. Zo was het voor

de MLA mogelijk om in het stuk luchtruim waar het ongeval heeft plaatsgevonden, 'ongecontroleerd' te vliegen tot een hoogte van 6.500 ft.

Na de botsing te Sellingen heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat wel maatregelen genomen om de minimum toegestane vlieghoogte van 1.200 ft voor militaire straalvliegtuigen breed bekend te stellen en de zichtbaarheid op de radar te vergroten. Omdat het gebruik van een transponder hierbij een grote rol speelt en de transponderverplichting tot nu toe alleen geldt voor gemotoriseerd luchtverkeer, blijft het mogelijk dat alle overige soorten recreatief luchtverkeer op dezelfde hoogte vliegen als militaire vliegtuigen, zonder dat dit verkeer via technische middelen kan worden opgemerkt. Hoewel een verticale scheiding tussen luchtverkeer en het gebruik van technische hulpmiddelen geen absolute garantie geven voor het voorkomen van botsingen, kunnen ze in ieder geval bijdragen aan een vermindering van het risico.

Het in de toekomst verplicht stellen van het gebruik van een transponder mode S voor de recreatieve luchtvaart is in lijn met de invoering van het ACAS II programma van Eurocontrol en zal een wezenlijke bijdrage leveren aan het voorkomen van (bijna) botsingen tussen luchtvaartuigen uitgerust met ACAS in hetzelfde luchtruim (zie ook hoofdstuk 1.17.6, laatste alinea).

Samenvattend is de Raad van mening dat de reeds genomen en aangekondigde maatregelen na de botsing op 22 december 1999 onvoldoende garantie bieden voor een adequate scheiding van de twee typen vliegverkeer in ongecontroleerd luchtruim. Derhalve verzoekt de Raad de Minister van Verkeer en Waterstaat en de Minister van Defensie de reeds genomen maatregelen te (her)evalueren teneinde een adequate separatie of buffer, in hoogte, tijd of plaats, tussen snelvliegend militair- en burgerluchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim te bewerkstelligen. Daar kan bijvoorbeeld het instellen van een horizontale buffer met voldoende tussenruimte, aan de hoogteafwijkingen inherent aan de verschillende vliegoperaties of instrumentonnauwkeurigheden, in voorzien. Daarnaast verwijst de Raad ook naar de aanbevelingen die zijn gedaan na soortgelijke ongevallen in het buitenland. Zie hoofdstuk 1.16.3.

Aan het advies van de LVC van 28 september 2001 gericht aan de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Defensie tot het verplicht gebruiken van radio voor gemotoriseerd burgerluchtverkeer in klasse G luchtruim boven 1.200 ft AMSL is door de Minister van Verkeer en Waterstaat geen inhoud gegeven. De Raad is van mening dat in luchtruim waar ongecontroleerd verkeer is toegestaan tweezijdig radiocontact tussen de luchtverkeersdienst en het luchtverkeer dient te worden bevorderd.

## 2.5 Nabeschuiving

De vraag die in dit rapport centraal staat, luidt: wegen de voordelen van de combinatie van snel (militair) vliegverkeer en 'langzaam' (civiel) vliegverkeer in ongecontroleerd luchtruim op tegen de daarmee gepaard gaande risico's?

De genoemde combinatie heeft de afgelopen 40 jaar in Nederland geleid tot vijf botsingen, waarbij in totaal tien vliegtuigen betrokken waren. Daarbij kwamen vijf mensen om het leven. Vijf vliegtuigen werden vernield (waarvan drie jachtvliegtuigen en twee sportvliegtuigen) en één zweefvliegtuig werd ernstig beschadigd. Zowel in onze regio als wereldwijd vinden dit soort ongevallen plaats.

In dit verband zijn in Nederland in de loop der jaren diverse maatregelen genomen voor militaire straalvliegtuigen, waaronder:

- Laagvliegoperaties tot 250 ft AGL alleen op speciaal daarvoor aangewezen linkroutes.
- Verplaatsen van zoveel mogelijk vliegoperaties naar middelbare hoogte.
- Verplaatsen van laagvliegoperaties naar het buitenland (Canada en Noord-Amerika) en de Noordzee.
- Instellen van een minimum vlieghoogte 1.200 ft AMSL en tweezijdig radiocontact met de verkeersleiding in klasse G luchtruim, als meeste recente maatregel.

Alle bovenstaande maatregelen hebben de botsing in 2002 niet kunnen voorkomen.

De achterliggende oorzaak hiervan is dat na de botsing in 1999 geen van de (voor)genomen maatregelen een fysieke scheiding met voldoende bufferruimte tussen de twee typen luchtverkeer in hetzelfde luchtruim waar ongecontroleerd luchtverkeer is toegestaan, bewerkstelligt. Ook vertrouwt men nog te veel op het see-and-avoid principe als primair middel voor separatie. Bij snelheden tot 250 kt wordt het see-and-avoid concept nog als bruikbaar beschouwd; bij hogere snelheden voldoet het concept niet meer. Immers, de fysieke beperkingen van de mens maken het bij de resulterende hoge onderlinge naderingssnelheid niet meer mogelijk onder alle omstandigheden tijdig uit te wijken, ook al is het zicht onbeperkt en de vlieger optimaal getraind. Er is naar aanleiding van soortgelijke ongevallen veel onderzoek verricht naar de beperkingen van het see-and-avoid principe. Uit de resultaten blijkt dat deze separatiestrategie bij snelheden boven de 250 kt niet afdoende is.

Weliswaar komen (wereldwijd) botsingen tussen snel militair straalvliegverkeer en civiel luchtverkeer (in relatieve zin) weinig voor, maar toch vindt de Raad voor de Transportveiligheid het samengaan van beide soorten luchtverkeer in hetzelfde luchtruim op lage hoogte een onaanvaardbaar risico. De Raad is derhalve van mening dat een andere betere separatiestrategie nodig is.

Gezien de operationele- en veiligheidsconsequenties heeft de Raad de overtuiging dat de uiteindelijke oplossing niet wordt bereikt door aan het militaire luchtverkeer een verregaande snelheidsbeperking op te leggen. Evenmin is de Raad van oordeel dat de implementatie van in dit rapport genoemde technische hulpmiddelen (het uitrusten van militaire straalvliegtuigen met een botsingswaarschuwingssysteem, de uitrusting met hoge intensiteit strobe lights en een beter opvallend verfschema) zal leiden tot een eenduidige oplossing van het probleem.

Dit soort ongevallen kan slechts op één manier afdoende worden voorkomen. Door te verhinderen dat snel militair- en civiel luchtverkeer zich tegelijkertijd en op dezelfde hoogte in ongecontroleerd luchtruim kunnen bevinden. De maatregelen die in dit opzicht zijn genomen naar aanleiding van de botsing nabij Etten-Leur blijken onvoldoende te zijn geweest, aangezien er geen echte fysieke scheiding tussen militair- en civiel luchtverkeer was ingebouwd.

Omdat vliegoperaties met militaire straalvliegtuigen een internationaal karakter hebben, ligt het voor de hand dat uniforme regelgeving met betrekking tot de scheiding tussen snel militair straalverkeer en het overige luchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim in alle lidstaten van de Europese Unie en de NAVO-partners zal bijdragen aan de vliegveiligheid. Daarmee kunnen soortgelijke botsingen ook in het buitenland worden voorkomen. Om deze reden wordt aan de Ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie aanbevolen het instellen van een adequate separatie bij de lidstaten van de Europese Unie en de NAVO-partners te stimuleren.

Voor het instellen van een buffer tussen de twee typen luchtverkeer pleiten onderstaande onderzoeksresultaten:

- de botsing vond plaats op een hoogte tussen 961 – 1.127 ft;
- tijdens het vliegen op de minimum toegestane vlieghoogte is de F-16 formatie enkele malen (onbedoeld) onder de minimum vlieghoogte voor militaire straalvliegtuigen gekomen;
- de algehele verplichting tot het gebruik van radio en transponder is (nog) niet ingevoerd;
- de hoogtemeters van MLA's vertonen in het algemeen grote afwijkingen.

De Raad voor de Transportveiligheid is daarom van mening dat vergaande keuzes dienen te worden gemaakt door de betrokken ministeries van Defensie en van Verkeer en Waterstaat, teneinde de door de Raad aanbevolen volledige separatiestrategie tussen snel militair straalverkeer en civiel luchtverkeer te bewerkstelligen.

### **3 CONCLUSIES**

#### **3.1 Bevindingen**

1. De weersomstandigheden ten tijde van de botsing waren zodanig dat het vliegen onder VFR-condities in ongecontroleerd luchtruim was toegestaan.
2. Het vliegzicht voldeed zeer waarschijnlijk aan de voorwaarden voor militaire jachtvliegtuigen om sneller dan 250 kt te mogen vliegen.
3. Tiger 11 had een geldig bewijs van luchtwaardigheid en de PH-3G8 had een geldige ontheffing voor het gebruik van een MLA zonder geldig bewijs van luchtwaardigheid.
4. Voorzover kon worden nagegaan is niet gebleken van enig technisch mankement aan één van beide vliegtuigen dat invloed zou hebben gehad op het ontstaan van het ongeval. Beide vliegtuigen verkeerden in goede staat van onderhoud.
5. De inzittenden van Tiger 11 en de bestuurder van de PH-3G8 waren in het bezit van geldige bewijzen van bevoegdheid en waren ervaren op het type vliegtuig dat zij vlogen.
6. In het bloed van de bestuurder van Tiger 11 werd een zeer geringe hoeveelheid ethanol aangetroffen waarschijnlijk als gevolg van postmortale vorming.
7. Voorzover kon worden aangetoond golden voor beide inzittenden van Tiger 11 geen fysieke of psychische beperkingen.
8. Voor zover kon worden nagegaan golden voor de bestuurder van de PH-3G8 geen fysieke of psychische beperkingen.
9. De missie van de F-16 formatie betrof een VFR-navigatievlucht op lage hoogte in ongecontroleerd luchtruim boven België, Nederland en Duitsland. De opdracht voor de missie was geautoriseerd conform de standaards van de Belgische Defensie Luchtcomponent en werd conform de bestaande (inter)nationale procedures uitgevoerd.
10. De vlucht van de PH-3G8 was een privé-vlucht en werd met een gehuurd vliegtuig uitgevoerd vanaf het vliegveld Onstwedde-Stadskanaal.
11. De F-16 formatie stond tijdens de vlucht in contact met een luchtverkeersdienst. De PH-3G8 stond niet in contact met een luchtverkeersdienst.
12. Gedurende de vlucht in Nederland hebben beide F-16's enkele malen onder de minimum toegestane vlieghoogte voor militair luchtverkeer van 1.200 ft AMSL gevlogen en enkele malen boven de maximum toegestane vliegsnelheid.
13. De botsing heeft plaatsgevonden op een hoogte tussen 961 en 1.127 ft AMSL.
14. De vliegtuigen zijn elkaar min of meer recht van voren genaderd waardoor het zichtbaar oppervlak van het andere vliegtuig relatief klein was.
15. Geen van de inzittenden van de Tiger-formatie heeft de PH-3G8 tijdig waargenomen teneinde actie te kunnen ondernemen om een botsing te voorkomen.
16. Tiger 11 en de PH-3G8 hebben elkaar min of meer frontaal geraakt.

17. De inzittende van de PH-3G8 en de voorste bestuurder van Tiger 11 werden als gevolg van de botsing op slag gedood. De achterste inzittende van Tiger 11 raakte licht gewond.
18. Zowel Tiger 11 als de PH-3G8 werden door de botsing volledig vernield en zijn neergestort. Tiger 11 raakte in brand en is op de grond uitgebrand.
19. De voorste bestuurder van Tiger 11 heeft het ontsnappingssysteem van de F-16 geactiveerd door aan de D-ring te trekken. Hierdoor werden de beide inzittenden door middel van de schietstoel uit het vliegtuig geschoten.
20. Conform de uitschietsequentie werd eerst de achterste inzittende uitgeschoten, een fractie later gevolgd door de voorste bestuurder. Tijdens deze sequentie heeft de botsing plaatsgevonden.
21. Het systeem dat de radiobakens van de beide stoelen van Tiger 11 activeert tijdens de piloot-stoel separatie, heeft niet gefunctioneerd.
22. Toepassing van het see-and-avoid concept in luchtruim klasse G en E, als enig instrument om botsingen tussen snel militair straalverkeer en overig vliegverkeer te voorkomen, biedt onvoldoende garantie.
23. Uit de gehouden steekproef blijkt dat hoogtemeters van 'micro light aeroplanes' aanzienlijke afwijkingen vertonen. Aan de nauwkeurigheid van hoogtemeters van micro light aeroplanes worden geen wettelijke eisen gesteld.
24. Het botsingsgevaar dat wordt veroorzaakt door het onbedoeld over- of onderschrijden van een hoogte kan worden verminderd door het instellen van een buffer.
25. Na het ongeval bij Etten-Leur in 1999 heeft het ministerie van Defensie uitvoering gegeven aan de aanbeveling voor de korte termijn door het voorschrijven van een minimum vlieghoogte van 1.200 ft AMSL voor militaire straalvliegtuigen.
26. Na het ongeval bij Etten-Leur in 1999 hebben de betrokken ministeries, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Defensie, onvoldoende complementaire en gecoördineerde maatregelen genomen teneinde een adequate separatie, in hoogte, tijd of plaats, tussen snelvliegend militair- en langzaam vliegend burgerluchtverkeer in ongecontroleerd luchtruim te bewerkstelligen.
27. De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft de aanbevelingen uit het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid inzake de botsing nabij Etten-Leur in 1999 niet volledig uitgevoerd.
28. Na het ongeval bij Sellingen heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat alsnog voorlopige maatregelen genomen om de elektronische zichtbaarheid van gemotoriseerd burgerluchtverkeer boven 1.200 ft AMSL in ongecontroleerd luchtruim te vergroten door het gebruik van de transponder boven 1.200 ft AMSL verplicht te stellen.
29. De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft geen invulling gegeven aan het advies van de Luchtverkeerscommissie tot het verplicht gebruik van radio voor gemotoriseerd burgerluchtverkeer in klasse G luchtruim boven 1.200 ft AMSL.

30. 'Notice to airmen' B3185/02 waarin wordt gemeld dat de transponder onder het Schiphol naderingsverkeersgebied moet zijn uitgeschakeld, is tegenstrijdig met de voorschriften van de Regeling navigatie- en telecommunicatie-installaties.
31. Niet is gebleken dat aan de inhoud van de 'notice to airmen' B3185/02 met betrekking tot de uitzondering onder de Schiphol naderingsverkeersgebied geen transponder te activeren, een wettelijk voorschrift ten grondslag ligt.
32. Voor wat betreft het gehele spectrum van voorgenomen of benodigde maatregelen in ongecontroleerd luchtruim, in samenhang met alle soorten luchtvaartuigen, is de transponderverplichting door het ministerie van Verkeer en Waterstaat mede onder invloed van belangengroepen opgeschort.
33. Ondanks het feit dat botsingen (wereldwijd) tussen snel militair straalverkeer en overig luchtverkeer (in relatieve zin) weinig voorkomen, vindt de Raad voor de Transportveiligheid de samenvoeging van beide soorten luchtverkeer in hetzelfde luchtruim op lage hoogte een onaanvaardbaar risico.
34. Buitenlandse onderzoeken van soortgelijke botsingen pleiten onder meer voor de uitrusting van militaire jachtvliegtuigen met botsingwaarschuwingssystemen, hoge intensiteit strobe lights en speciale verfschema's.

### 3.2 Oorzaken

- Het falen van het see-and-avoid concept tijdens VFR-vluchten in luchtruim met de classificatie "G" als gevolg van de hoge naderingssnelheid van de F-16 formatie.
- Het onderschrijden van de minimum toegestane vlieghoogte van 1.200 ft AMSL door Tiger 11.
- De afwezigheid van een transponder in de PH-3G8.
- De PH-3G8 onderhield geen tweezijdig radiocontact met een luchtverkeersdienst.

#### *Achterliggende oorzaak*

De achterliggende oorzaak van het ongeval nabij Sellingen is dat na het ongeval te Etten-Leur in 1999, ondanks de duidelijke aanbeveling van de Raad voor de Transportveiligheid in 2001, onvoldoende maatregelen zijn genomen door de betrokken ministeries, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Defensie, teneinde een adequate separatie in hoogte, tijd of plaats, tussen snelvliegend militair straalverkeer en het overige verkeer in ongecontroleerd luchtruim te bewerkstelligen.

## **4 AANBEVELINGEN**

*De Ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie wordt aanbevolen*

- Maatregelen te nemen om een adequate separatie, in hoogte, tijd of plaats, tussen snelvliegend militair straalverkeer en het overige luchtverkeer te bewerkstelligen in die klassen luchtruim waar ongecontroleerd verkeer is toegestaan.
- Te stimuleren dat een adequate separatie bij de lidstaten van de Europese Unie en de NAVO-partners wordt ingesteld.

Ingevolge artikel 69 en 70 van de wet Raad voor de Transportveiligheid dienen instanties of personen aan wie een aanbeveling is gericht, een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een jaar na verschijning van deze rapportage aan de Minister van Verkeer en Waterstaat kenbaar te maken. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de Voorzitter van de Raad verstuurd te worden.



## **BIJLAGE A**

*Radarplot van Dutch Mil*



## **BIJLAGE B**

*Radiotranscriptie*

# Standardisatie en Evaluatie

Military Air Traffic Control Centre Nw Milligen  
PVE SE  
Incident Investigation  
**RECORDERVERSLAG**

Datum : Woensdag 24 april 2002

Onderwerp : Incident Tiger 11 vs ULV

Betrokkenen A: DM Controller

B: Tiger 11

C: Tiger 12

D: Lifeline 4

Tijden : UTC

*De radioconversatie is in eerste instantie op UHF 276.65. De kwaliteit van de transmissies is dermate slecht dat slechts na herhaaldelijk terugspelen van de tape een verslag kon worden gemaakt. Na het overschakelen naar VHF 132.35 is de verstaanbaarheid beter omdat de steunzender Eelde kon worden gebruikt. Veel transmissies werden verstoord door ander verkeer op 132.35. De Discrete Emergency Frequency 120.875 is niet op de steunzender Eelde afgemonteerd.*

TIJID UTC	INHOUD	TIJID UTC	INHOUD
10.24.20	B Dutch Mil, Tiger 11 goede middag.		
	A Tiger 11 goede middag, go ahead.		
	B Tiger 11 is 15 NM south-west of Eindhoven, proceeding low level via Belgium, Holland Germany and Belgium, squawk is 1403.		
	A Tiger 11 roger regional QNH is 1027.		
	B Regional QNH 1027, call you leaving.		
10.47.10	B Tiger 11 is leaving, switching en route.		
	A Tiger 11, frequency change approved, good day.		
	A Tiger 11 good day.		

10.48.17	C	Tiger 15...			
	A	Tiger 15, Dutch Mil, go ahead.			
10.48.26	C	Tiger 15, correction, 12, tiger 11 just had a mid air, my <i>overstaanbaar</i> <i>woord</i> leader... with an unidentified vehicle ..... <i>overstaanbaar</i> ..... we have two good chutes. Position... <i>overstaanbaar</i> .			
	A	Tiger 12, confirm you see...unidentified (interference met vermoedelijk de Tiger 12).			
	A	Tiger 12 squawk 5104, confirm you saw some chutes?			
	C	Onverstaanbaar bericht (valt vaak weg)			
10.49.10	A	Tiger 12, you'r coming in very broken, are you able to climb VFR VMC to flight level 060 for better radio coverage?			
10.49.15	C	Negative, flying as high as possible, squawking emergency.			
	A	Tiger 12, roger you are identified, request your intentions?			
10.49.27	C	This time, eh, tiger 12 is circling the area the wood seems to be on fire so I need Fire vehicles. One of the .... On top of the trees.			
	A	Tiger 12, that is copied, standby we call the police for that.			
10.49.48	A	Are you ready to copy the co-ordinates Dutch Mil?			
	A	Tiger 12, standby.			
10.50.07	A	And Tiger 12, Dutch Mil?			
		Tiger 12, go ahead.			
	A	Tiger 12, are you able to climb to altitude 3000 feet of flight level 50 for better radio coverage, because I understand you very broken.			
10.50.32	C	Negative due to clouds confirm you have a victor frequency for me?			
	A	Tiger 12, affirm, come up frequency 132.35 or 128.35.			
	C	32.35.			
10.50.45	C	Dutch Mil the Tiger 12.			
	A	Tiger 12, loud and clear, go ahead.			
	C	Tiger 12, ah, circling at elm, about 2900 feet, VMC just below the clouds. I've got two people down in an F16 B-model.			
	A	Tiger 12, confirm the F16 crashed with two people?			
	C	Affirm, two POB on board, both good chutes.			
	A	Tiger 12, that is copied, we will inform everybody.			

10.51.25	C	Thanks.			
	A	Tiger 12, can you give me the co-ordinates.			
	C	Tiger 12, as soon I am right on top again.			
	A	Roger.			
10.51.53	C	Dutch Mil, tiger 12.			
	A	Tiger 12, go ahead.			
	C	The co-ordinates, north 52.57 decimal 284.			
	A	Roger, the co-ordinates 52.57 north 284 east confirm.			
	C	Ja, standby.			
	C	Dutch Mil stand by for it just a second.			
	A	Tiger 12 roger, can you give me the callsign of the F16 who crashed?			
10.52.34	C	Tiger 11 that is crashed.			
	A	Roger Tiger 11.			
	C	And Dutch Mil are you ready to copy new co-ordinates?			
	C	North 52.			
	C	56 decimal 753 east 7 degrees 07 decimal 431 how copy?			
	A	Roger 5256 decimal 53 north and 707 decimal 43 east confirm?			
	C	Affirm.			
10.53.20	A	Roger, everything to be arranged now.			
	C	Roger.			
	C	The , ah, wood is still burning it is a wood in the eh north east corner of that wood that's eh large fire.			
	A	Roger, we also informed the fire brigade.			
	C	At he moment I can observe that the aircraft is still in the most congested area and that the pilots are just east.. oh sorry west of a build-up area.			
	A	Tiger 12 that is copied, and confirm that the aircraft was armed with weapons?			
	C	Eh negative, eh it might be possible that there are bullets in the (strud??/drum) but it should be safe.			
	A	Tiger 12, roger that.			
		There is a lot of vehicles piling up close to the crash site so if you get close, make them get out of there.			
	A	Yeah, arranging it at this moment.			
10.54.20	C	We've got about eh fifteen minutes of anchortime.			



	A	Tiger 12, I understand you have only fifteen minutes of overhead time?			
	C	Affirm, fifteen minutes of anchor time.			
	A	Roger, are you able to land at Twenthe for refuelling if you like?			
	C	Affirm (?)			
	A	Roger, I'll arrange it for you.			
	C	Say again Dutch Mil for tiger 12.			
	A	Tiger 12, we'll arrange that you can refuel or land at Twenthe.			
	C	Roger, Tiger 12.			
	A	And Tiger 12, confirm it was only the F16 who crashed or a mid air collision.			
	C	What I saw is just that the aircraft broke up apart there was immediately a flame I have to tell that there is a lot of bursts close to the crash site but I, I didn't see any collision but that is what I expect.			
	A	Roger.			
10.56.32	A	And tiger 12 if you like you can land at Twenthe.			
	C	Eh Tiger 12, I do eh, still have some diversionfuel for Kleine Brögel, hm, but we be hm, good enough if you can hm, go and bout around to Kleine Brögel we have even more fuel to anchor.			
	A	Tiger 12, please say that again.			
	C	Tiger 12 still have diversionfuel hm, we still eh, go with the option to go to Kleine Brögel and ch, keep the option to go to Twenthe.			
	A	Tiger 12 that is copied, and we'll inform Kleine Brögel of the collisions.			
	C	Thanks.			
		<i>Diverse onverstaanbare oproepen; een andere controller geeft antwoord op de 132.35 main TX.</i>			
10.59.03	A	Tiger 12, for your information Twenthe details, Twenthe VFR runway 24, colourstate Blue, check QNH 1026. Lowest clouds reported few at 2300ft.			
	C	Roger, copied 24, 1026.			
11.00.55	C	Dutch Mil Tiger 12.			

	A	Tiger 12, go ahead.			
	C	Do you have any contact with people on the ground?			
	A	Eh Tiger 12, well our supervisor is calling everybody, so if we have more information we will call you.			
	C	Roger, because there is already people go in toward the crash-site.			
	A	Tiger 12, roger and eh well Eelde Tower has already called the firebrigade en the police so they will must be there within five minutes.			
	C	... be good.			
11.02.38	A	And Tiger 12, Dutch Mil.			
	C	Dutch Mil, Tiger 12 go ahead.			
	A	Tiger 12, a rescue helicopter from Eelde is also proceeding over to the site.			
	C	Copied hm, I can ... <i>onverstaanbaar</i> ... about 2000ft.			
	A	Tiger 12 roger, the rescue helicopter is now at 1000ft, keep you informed if he is to approaching the site.			
	C	12.. Thanks.			
		<i>Onverstaanbaar ander verkeer.</i>			
11.03.56	C	Dutch Mil, Tiger 12.			
	A	Tiger 12, go ahead.			
	C	Just speculation but just to keep everything eh open maybe there is eh some debrec of an other type of aircraft whatever, to the south of the crash-site in an open field.			
	A	Tiger 12 that is copied.			
11.04.55	A	And Tiger 12, the rescue helicopter is now at your bearing 305, distance 10 NM from your position.			
	C	305, 10 miles and about the fire it seems its dying out itself.			
	A	Tiger 12, confirm you said the fire is out.			
	C	The fire is still burning but is seems that the fire is extinguishing itself.			
	A	Tiger 12, that is copied.			
11.05.27	C	And Dutch Mil if you have eyes on the helicopter and he is happy about the crash-site, we would like to leave and set home to Kleine Brögel via medium level.			
	A	Tiger 12, that is copied we'll eh contact eh the helicopter.			
11.06.35	D	Dutch Mil, Lifeliner 4.			



	A	Lifeline 4 loud and clear, confirm you are visual on the crash-site.			
	D	Not yet, 5 miles eh out, Lifeline 4.			
	A	Lifeline 4 roger, Fox 16 is circling overhead at 2000ft.			
	D	Roger, copied and eh we have a light aircraft eh below us eh below 500, Lifeline 4.			
	A	Lifeline 4 that is copied and if you landed at the crash-site are you happy that the Fox 16 will return to Kleine Brögel, due to fuel.			
	D	Eh, affirm Lifeline 4.			
	A	Lifeline 4 is copied.			
11.07.14	A	Lifeline 4 Tiger 12 is on this frequency as well just west of the crash-site 1 mile, ...2000ft.			
		Eh, we have the fighter in site, Lifeline 4.			
	A	Roger, your <i>..overstaambaar..</i> from our position.			
11.07.45	A	And Lifeline 4, do you have the Fox 16 in sight?			
	A	And Lifeline 4 Dutch Mil.			
	C	Lifeline 4, the Tiger 12.			
	C	Lifeline 4 Tiger 12.			
	C	Dutch Mil confirm the helicopter is still on this frequency.			
	A	Affirm on this frequency and overhead the Hems site Lifeline 4.			
	C	We have the helicopter in site, but we would like to coordinate something with him.			
		Lifeline...(blocked out)			
11.10.40	C	Lifeline 4, Tiger 12.			
		<i>..overstaambaar..</i>			
11.11.08	C	Dutch Mil the Tiger 12 is gonna leave the site, my idea the helicopter is going to land and at least it seems he is eh able to take it from here.			
	A	Tiger 12, please say that again.			
	C	Tiger 12 is gonna leave the site towards the south and it seems that the helicopter is happy about the situation.			
	A	Tiger 12 that is copied and you can proceed to the south state your requested flight level.			
	C	Request FL150.			
	A	Tiger 12, roger climb FL150.			
	C	Tiger 12, I will climb FL150.			

	C	Climbing 150, heading 210.			
	A	Tiger 12 say again please.			
	A	Tiger 12, squawk 3414.			
	A	Tiger 12 squawk 3414.			
	C	Tiger 12 is squawking 3414.			
	C	Dutch Mil Tiger 12 on this.			
	A	Tiger 12 go.			
	C	Yes, any idea about the situation of the pilots how they are?			
	A	For the time being have no information about it, keep you informed if I know it.			

## **BIJLAGE C**

*Rapport NLR*

“Onderzoek naar het ongeval met de F-16 FB19 van de Belgische Defensie  
luchtcomponent en de Ikarus C-42 PH-3G8, op 24 april 2002 te Sellingen”



**BEDRIJFSVERTROUWELIJK**

NLR-CR-2002-353-A

**Onderzoek naar het ongeval met de F-16 FB-19  
van de Belgische Defensie luchtcomponent en  
de Ikarus C-42 PH-3G8, op 24 april 2002 te  
Sellingen, Oost-Groningen**

Wrakonderzoek, schadeanalyse,  
baanreconstructie en reconstructie van het  
ongeval.

H.H. Smit, M.P. Loog, R. Wever, P.J. van der Geest en M.K.H.  
Giesberts

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Raad voor de Transportveiligheid.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Raad voor de Transportveiligheid.

Opdrachtgever:	Raad voor de Transportveiligheid
Contractnummer:	1492009
Eigenaar:	Raad voor de Transportveiligheid
Hoofdafdeling:	Luchtverkeer
Verspreiding:	Beperkt
Rubricering titel:	Ongerubriceerd December 2003



## Lijst van figuren

Figuur 1-1: Aanzichten van de F-16B. ....	9
Figuur 1-2: Aanzichten van de ULV (maten in millimeter). ....	11
Figuur 2-1: Hoofdlocaties wrakstukken (locatie 1: ULV wrak; locatie 2: F-16 wrak).....	14
Figuur 2-2: Samenhang tussen de wraklocaties.....	15
Figuur 2-3: Overzicht voorste schietstoel.....	17
Figuur 2-4: ULV neuswiel en motorbevestiging. ....	19
Figuur 2-5: Stangensamenstel vleugelmiddendeel van onderen af gezien. ....	21
Figuur 2-6: Overzicht rechtervleugel ULV .....	22
Figuur 2-7: Overzicht linkervleugel ULV. ....	22
Figuur 2-8: Overzicht staartgedeelte ULV. ....	23
Figuur 2-9: F-16 cockpitbeplating (deel strake area).....	24
Figuur 3-1: Overzicht gereconstrueerde canopy.....	27
Figuur 3-2: Bovenaanzicht ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs) .....	31
Figuur 3-3: Zijaanzichten ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs) .....	32
Figuur 3-4: Rechtervleugel ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs).....	32
Figuur 3-5: Linkervleugel ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs).....	33
Figuur 3-6: Hoofdconstructie ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs) .....	33
Figuur 4-1: F-16 baan afkomstig van het Pharos II systeem, geplot op een vliegkaart.....	36
Figuur 4-2: Verloop gecorrigeerde barometrische hoogte.....	37
Figuur 4-3: Radar tracks uit verschillende radarbronnen (in rijksdriehoekscordinaten) .....	38
Figuur 4-4: Hoogteverloop FB-19 uit verschillende radarbronnen .....	39
Figuur 4-5: Snelheidsverloop FB-19 uit verschillende bronnen.....	40
Figuur 4-6: Snelheid en hoogte, geregistreerd door de SDR.....	41
Figuur 5-1: Tijdlijnen cognitieve reactie en ejection sequence gecombineerd.....	54
Figuur 5-2: Schematische weergave van het F-16 Air Data System .....	56
Figuur 5-3: Hoogteverloop volgens SDR, inclusief tolerantie .....	60
Figuur 5-4: Hoogteverloop FB-19, vergelijking SDR en Mode-C gegevens. ....	61
Figuur 5-5: Hoogteverloop FB-19, vergelijking SDR en Mode-C gegevens (laatste 90 sec). ....	62
Figuur 5-6: Plot radarbaan FB-19 (Eelde) op stafkaart Sellingen e.o.....	63
Figuur 5-7: Vergelijking snelheid op basis van SDR en ARTAS gegevens.....	64



**Lijst van tabellen**

Tabel 5-1: herkenning en reactietijd (bron: FAA en US Navy Aviation Safety). .....	49
Tabel 5-2: reactietijd (Ref. [6]).....	50
Tabel 5-3: reactietijd (Ref. [7]).....	50
Tabel 5-4: reactietijden volgens Ref. [4]. .....	50
Tabel 5-5: reactietijden volgens Ref. [5]. .....	51
Tabel 5-6: tijdslijn vanaf het ontbranden van de schietstoelraket. ....	53
Tabel 5-7: Foutenmarges in de SDR hoogteregistraties. ....	57
Tabel 5-8: Correctietabel voor standaard (QNE) naar gecorrigeerde (QNH) hoogte voor een statische druk van 1026 hPa op zeeniveau.....	59



## **Samenvatting**

Op 24 april 2002 omstreeks 12:50 uur kwam bij Sellingen, Oost-Groningen, een tweepersoons F-16 jager (F-16B) van de Belgische Defensie Luchtcomponent in botsing met een ultra-light vliegtuig (ULV) afkomstig van het nabij gelegen vliegveld Onstwedde. Het ultra-light vliegtuig werd bij de botsing volledig vernield; de bestuurder kwam om. De F-16 werd bij de botsing zeer zwaar beschadigd en stortte neer. De beide vliegers verlieten het toestel met behulp van hun schietstoelen. De vlieger die voor in het toestel zat kwam om als direct gevolg van de botsing; de vlieger die achterin zat overleefde het ongeval met lichte verwondingen.

Het onderzoek van dit ongeval valt onder de verantwoordelijkheid van de Raad voor de Transportveiligheid (Kamer Luchtvaart). Het NLR werd door de RvTV verzocht ondersteuning te verlenen bij het veldwerk en de analyse, in samenwerking met onderzoekers van de RvTV en van de Belgische Defensie, Luchtcomponent.

Dit rapport bevat de resultaten van de werkzaamheden van de onderzoekers van het NLR ten aanzien van het wrakonderzoek op de ongevalplek, het wrakonderzoek na berging, de schadeanalyse, de baanreconstructie en de algemene reconstructie van het ongeval.

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Algemeen	7
1.2	Opmerkingen	8
1.3	Gegevens F-16	9
1.4	Gegevens Ikarus	11
<b>2</b>	<b>Onderzoek op locatie</b>	<b>13</b>
2.1	Spreiding wrakdelen algemeen	13
2.2	Onderzoek en deelanalyse van de wrakdelen van de FB-19	16
2.3	Onderzoek en deelanalyse van de wrakdelen van de PH-3G8	18
2.4	Veld-schade-analyse	24
<b>3</b>	<b>Onderzoek na berging</b>	<b>26</b>
3.1	F-16: observaties en deelconclusies	26
3.2	ULV: observaties en deelconclusies	28
<b>4</b>	<b>Baangegevens</b>	<b>34</b>
4.1	Bronnen	34
4.2	Vliegbaan F-16	34
4.2.1	Waarneming van Surveillance Radar Stations	34
4.2.2	Gegevens van de Seat Data Recorder	40
4.3	Vliegbaan PH-3G8	41
4.3.1	Onderzoek vlieginstrumenten	41
4.3.1.1	Snelheidsmeter voorste cockpit F-16	42
4.3.1.2	Hoogtemeter voorste cockpit F-16	42
4.3.1.3	Hoogtemeter achterste cockpit F-16	43
4.3.1.4	Hoogtemeter van de ULV	43
<b>5</b>	<b>Analyse</b>	<b>45</b>
5.1	Analyse van technisch bewijs	45
5.2	Ejection Sequence en tijdlijnen	46
5.3	Baanreconstructie	55
5.3.1	Nauwkeurigheid hoogteregistraties F-16	55
5.3.1.1	Mode-C	55
5.3.1.2	Seat Data Recorder	55
5.3.2	Nauwkeurigheid radarsystemen	58
5.3.3	Barometrische correctie	58
5.3.4	Tijdsynchronisatie van de SDR	59
5.3.5	Reconstructie van de vlieghoogte	60





---

5.3.6	Reconstructie van de vliegbaan	62
5.3.7	Reconstructie van de vliegsnelheid	64
5.3.8	Botsingshoogte en -tijd	65
5.4	Sequence of events	66
5.5	Factoren	66
<b>6</b>	<b>Conclusies</b>	<b>66</b>
6.1	Algemeen	66
6.2	Operationeel	67
<b>Appendix A : SDR- en Radargegevens</b>		<b>68</b>

(75 pagina's totaal)



## **1 Inleiding**

### **1.1 Algemeen**

Op 24 april 2002 omstreeks 12:50 uur kwam bij Sellingen, Oost-Groningen, een tweepersoons F-16 jager (F-16B) van de Belgische Defensie Luchtcomponent in botsing met een ultra-light vliegtuig (ULV) afkomstig van het nabij gelegen vliegveld Onstwedde. Het ultra-light vliegtuig werd bij de botsing volledig vernield; de bestuurder kwam om. De F-16 werd bij de botsing zeer zwaar beschadigd en stortte neer. De beide vliegers verlieten het toestel met behulp van hun schietstoelen. De vlieger die voor in het toestel zat kwam om als direct gevolg van de botsing; de vlieger die achterin zat overleefde het ongeval met lichte verwondingen.

Het onderzoek van dit ongeval valt onder de verantwoordelijkheid van de Raad voor de Transportveiligheid (Kamer Luchtvaart). Het NLR werd door de RvTV verzocht ondersteuning te verlenen bij het veldwerk en de analyse, in samenwerking met onderzoekers van de RvTV en van de Belgische Defensie, Luchtcomponent.

Dit rapport bevat de resultaten van de werkzaamheden van de onderzoekers van het NLR, te weten:

- een overzicht van de ligging van de wrakstukken van beide vliegtuigen,
- een overzicht van de relevante schade aan beide vliegtuigen en hun omgeving,
- de bevindingen naar aanleiding van die schade,
- de observaties naar aanleiding van nader technisch onderzoek na de berging,
- een baanreconstructie van de betrokken vliegtuigen op basis van de schade, gegevens uit het geheugen op één van de schietstoelen, en luchtverkeersleidings-radargegevens,
- een analyse van de beschikbare gegevens en daaruit voortvloeiend een zo goed mogelijke reconstructie van de gebeurtenissen in het tijdsbestek vlak voor en direct na de botsing,
- algemene en operationele conclusies.



## 1.2 Opmerkingen

Het was van begin af aan duidelijk dat beide toestellen met elkaar in aanraking waren gekomen. Dit onderzoek heeft zich daarom vooral gericht op het reconstrueren van de keten van gebeurtenissen voor, tijdens en direct na de botsing. De reconstructie van de gebeurtenissen is gebaseerd op feitelijke, vooral technische informatie, en heeft tot doel de RvTV te ondersteunen bij het trekken van hun conclusies en het doen van aanbevelingen.

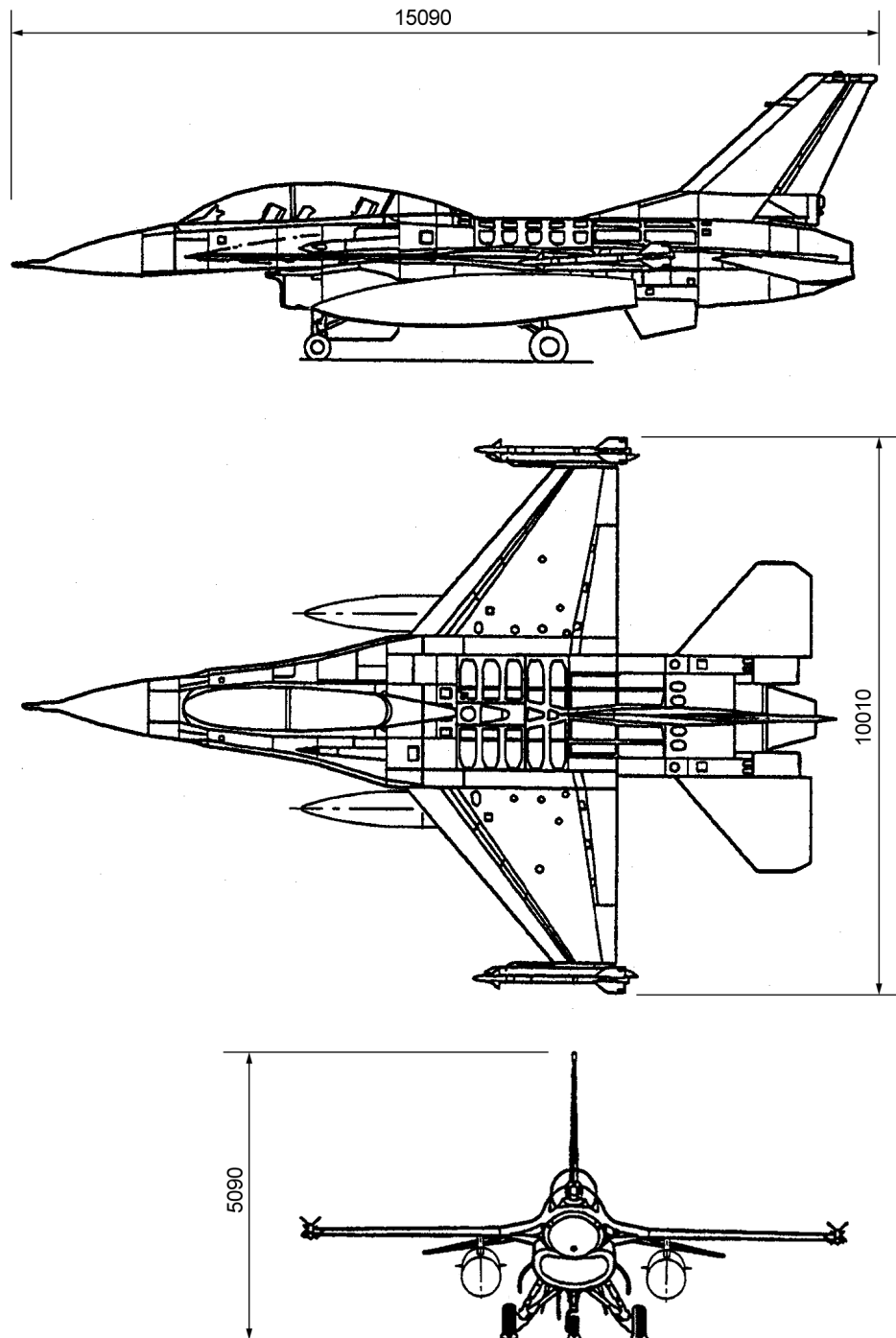
Voor het inmeten van de ongevallocatie is gebruik gemaakt van de diensten van de meetdienst van het Korps Landelijke Politiediensten (KLPD), om op de ongevallocatie zo goed mogelijk gebruik te maken van de beschikbare onderzoekers. Een aantal andere instanties heeft bijgedragen aan de gegevensverzameling ten behoeve van dit rapport:

- de bergingsdienst van de Nederlandse Koninklijke Luchtmacht, met algemene ondersteuning bij het technische onderzoek op Vliegbasis Woensdrecht,
- de Onderzoeksdienst van Luchtvaartongevallen van de Belgische Defensie met uitwisselen van informatie en volledige samenwerking,
- de Raad voor de Transportveiligheid, als intermediair tussen het NLR-team en verschillende instanties, ter verkrijging van gegevens.



### 1.3 Gegevens F-16

Figuur 1-1 laat aanzichten van een F-16 tweezitter zien.



D735-06a

Figuur 1-1: Aanzichten van de F-16B.



Soort operatie:

Type : oefen-, aanvals- en navigatievlucht  
Vluchtfase : kruisvlucht

Wanneer:

Datum : 24 april 2002  
Tijd : omstreeks 12:50 uur (lokale tijd)

Omstandigheden:

Licht : daglicht  
Weer en zicht : VMC, lichte lage bewolking, meer dan 10 kilometer zicht.  
Wind : noordwestelijk, 10 knopen.  
QNH : 1026 hPa (lokaal)

Waar:

Locatie : Sellinger, Oost-Groningen  
Lat./long. : 52° 57,13' N, 7° 7,77' E (F-16 wraklocatie)  
Vertrekpunt : Kleine Brogel AB  
Bestemming : Kleine Brogel AB

Vliegtuig:

Type : General Dynamics F-16B  
Register : Belgische Defensie, Luchtcomponent  
Registratie : FB-19

Schade en letsel:

Vliegtuigschade : vernield  
Grootte bemanning : 2  
Letsel bemanning : Eén overleden, één lichte brandwonden; beiden geslaagde  
ejection

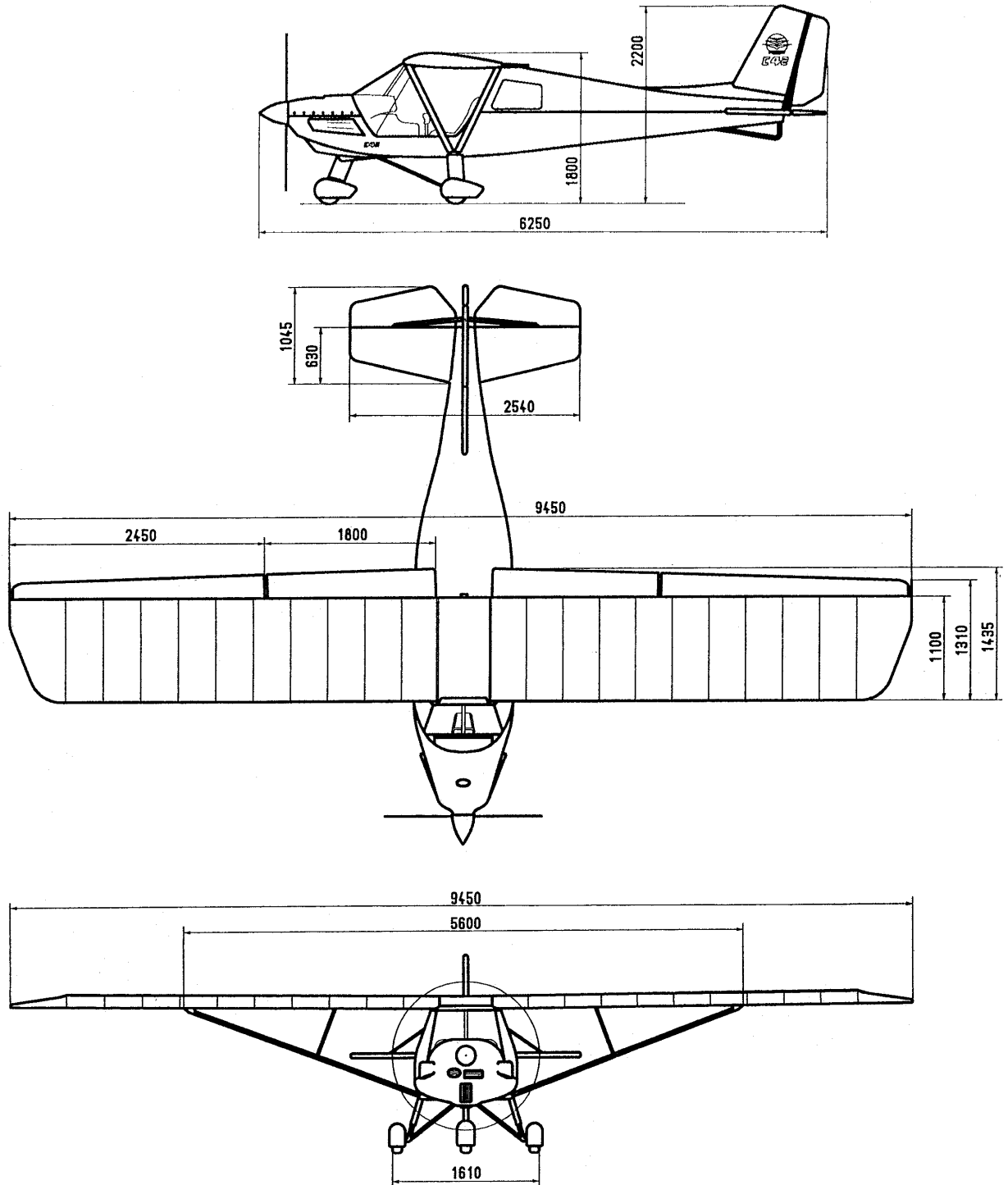
Configuratie:

Station 1 : LAU-129 met AIM9 Captive  
Station 2 : - - -  
Station 3 : Weapon pylon met MPBA-rack  
Station 4 : Fuel pylon met 370 gallon tank  
Station 5 : - - -  
Station 6 : Fuel pylon met 370 gallon tank  
Station 7 : PIDS pylon met MPBA-rack  
Station 8 : - - -  
Station 9 : LAU-129 met AMA  
Ammunitie : Oefenmunitie (ball), 100 stuks  
Configuratie index : CAT I  
Totale vliegtuiggewicht : ongeveer 25000 lbs (10000 kg, waarvan 2400 kg brandstof)



#### 1.4 Gegevens Ikarus

Figuur 1-2 geeft een overzicht van de afmetingen van de betrokken ULV en van het uiterlijk. Het toestel heeft een dragende constructie van buizen. De vleugels en de staart zijn bespannen, de niet-dragende rompbeplating is van gewapend kunststof.



Figuur 1-2: Aanzichten van de ULV (maten in millimeter).



Soort operatie:

Type : privé-vlucht  
Vluchtfase : kruisvlucht

Wanneer:

Datum : 24 april 2002  
Tijd : rond 12:50 uur (lokale tijd)

Omstandigheden:

Licht : daglicht  
Weer en zicht : VMC, lichte lage bewolking, meer dan 10 kilometer zicht.  
Wind : noordwestelijk, 10 knopen.  
QNH : 1026 hPa (lokaal)

Waar:

Locatie : Sellinger, Oost-Groningen  
Lat./long. : 52° 56,89' N, 7° 7,12' E (ULV wraklocatie)  
Vertrek punt : ULV-veld Onstwedde, bij Stadskanaal  
Bestemming : ULV-veld Onstwedde, bij Stadskanaal

Vliegtuig:

Type : Ikarus C42  
Register : Ultralight Vliegvereniging "Westerwolde"  
Registratie : PH-3G8

Schade en letsel:

Vliegtuig schade : vernield  
Grootte bemanning : 1  
Letsel bemanning : overleden

Configuratie:

Totale vliegtuiggewicht : ongeveer 350 – 400 kg op het moment van de botsing, inclusief brandstof en de vlieger



## **2 Onderzoek op locatie**

### **2.1 Spreiding wrakdelen algemeen**

De wrakdelen van de F-16 en de ULV waren globaal verspreid over twee locaties. Het grootste deel van de F-16 lag in het bos in het gebied aangeduid als Westerwolde, ten noordwesten van Sellingen (punt 2 in Figuur 2-1); het grootste deel van de resten van de ULV lagen ten zuidwesten daarvan, in een weiland ten westen van de Lageweg (punt 1 in Figuur 2-1).

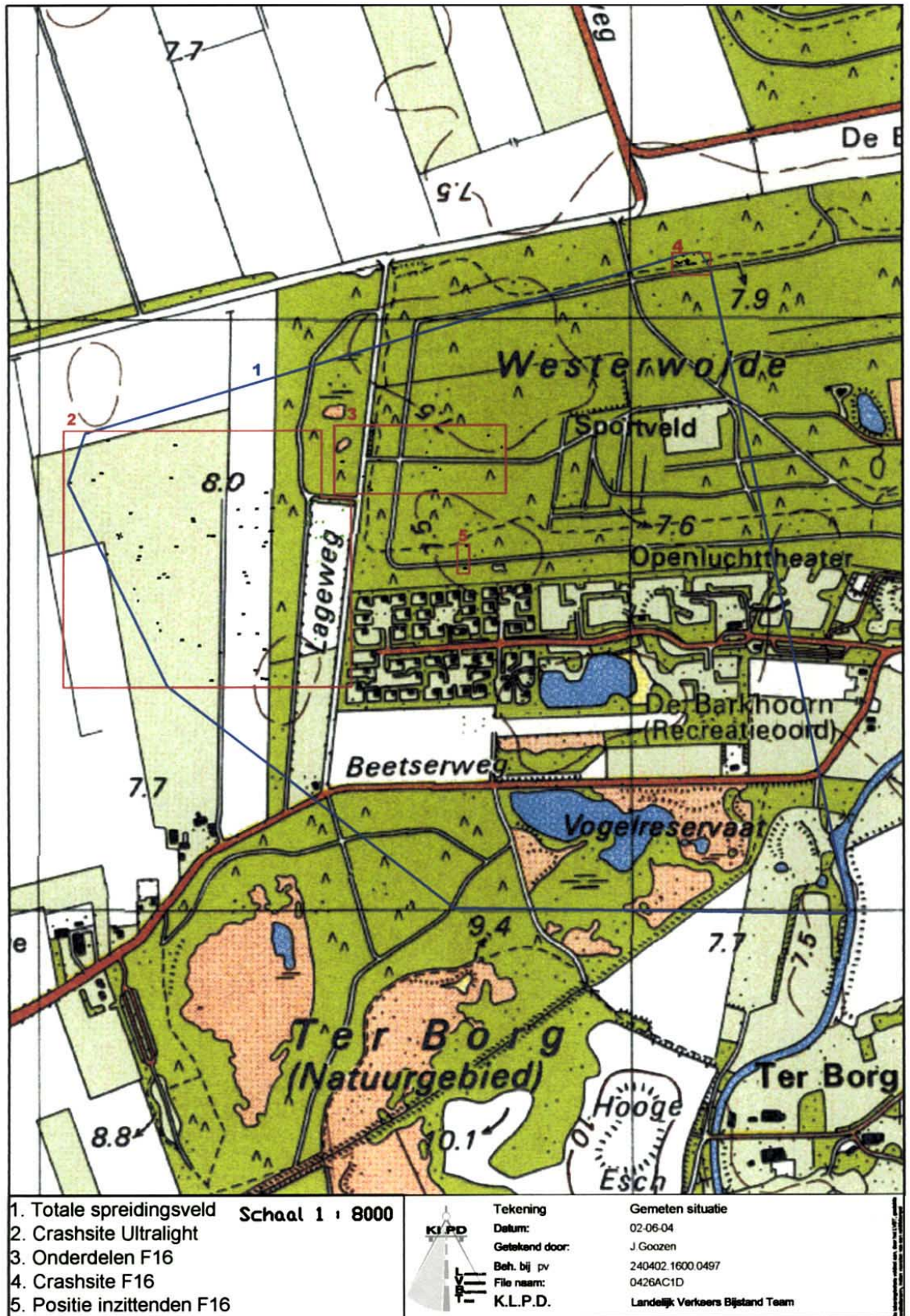
Daartussen lagen nog een aantal kleinere delen van met name de F-16. Figuur 2-1 geeft een overzicht van de twee hoofdlocaties op een stafkaart van de omgeving; in Figuur 2-2 wordt de samenhang tussen de locaties getoond. Deze figuur is samengesteld uit een topografische achtergrondkaart en de plots van de ingemeten wrakdelen. De posities van de schietstoelen en de vliegers zijn in de figuur ingetekend.





Figuur 2-1: Hoofdlocaties wrakstukken (locatie 1: ULV wrak; locatie 2: F-16 wrak).





Figuur 2-2: Samenhang tussen de wraklocaties.

## 2.2 Onderzoek en deelanalyse van de wrakdelen van de FB-19

Het inslagpunt van de F-16 lag in het bos, ongeveer 100 meter in zuidelijke richting vanaf een onverharde weg (de “Beetservijk”) en ongeveer één kilometer in oost-noordoostelijke richting ten opzichte van het gebied waar de wrakstukken van de ULV zijn teruggevonden. De wrakstukken van de F-16 (uitgezonderd de neussectie, het verticale staartvlak, enkele cockpitinstrumenten, de Flight Control Computer en beide schietstoelen) lagen verspreid in een gebied van ongeveer 50 bij 50 meter. De wrakstukken en de nabije omgeving vertoonden brandschade, wat veroorzaakt is door uitbranden op de grond.

Het volgende is waargenomen bij het F-16 wrak:

- Een deel van de cockpit en het voorste deel van de motorinlaat lagen ondersteboven aan de westkant van de inslagplek met de voorzijde in de richting van het westen. Herkenbaar waren de beide geleidingsrails van de schietstoelen. Bij en rondom de cockpitsectie werden delen van de instrumenten en het kanon aangetroffen.
- De motor met de afterburnersectie en uitlaat werd ondersteboven aangetroffen aan de oostkant van het wrak. De lengteas van de motor lag in noord-zuid richting, met de inlaat van de motor in de richting van het noorden.
- Een deel van de linker- en rechtervleugel werd ondersteboven liggend aangetroffen.
- Het hoofdonderstel, delen van de 370 gallon external fuel tanks en de twee missiles (één dummy, één balance) met launchers werden eveneens aangetroffen.
- Enkele bomen ten westen van het wrak vertoonden schade: de boomtoppen zijn afgebroken onder een hoek van ongeveer 45 graden.
- In het F-16 wrak (cockpitzone) is een drijfstang van de motor van de ULV teruggevonden.
- Het verticale staartvlak en het richtingsroer zijn teruggevonden tussen de wraklocatie van de F16 en de ULV. Het richtingsroer is op een tiental meters van het verticale staartvlak teruggevonden. Het verticale staartvlak vertoonde inslagschade aan de voorzijde. Op de rechterzijde van het richtingsroer zijn rode wrijfsporen aangetroffen.
- De twee schietstoelen zijn teruggevonden in het bos, op ongeveer 500 meter vanaf het wrak van de F16 in zuidwestelijke richting (d.w.z. ongeveer halverwege tussen het gebied met ULV wrakstukken en de crashsite van de F-16).





- De voorste schietstoel werd liggend op de rug aangetroffen. De voorkant van deze stoel en het voorste deel van de zitting vertoonden schade: het plaatmateriaal was verbogen en vertoonde breukschade, beide kniesteunen ontbraken en de plaat met beide ejection initiators (aan de voorzijde van de stoel) was gesepareerd van de zitting. De hoofdsteun was verbogen. De kabel aan de ejection handle (D-ring) was geknikt en de ejection initiators werden in “getrokken” stand teruggevonden, wat erop duidt dat aan de hendel getrokken is. De D-ring zelf vertoonde relatief weinig schade. De ring is gemaakt van rubber, waardoor de significantie van deze observatie beperkt is. De stangen van het mechanisme naar de initiators zijn in “getrokken” stand doorgeknikt in achterwaartse richting wat mogelijk duidt op contact met brokstukken na initiatie. De raket en de pitch stabilisation control assembly hebben gewerkt, wat betekent dat de stoel afgeschoten is. De drogue-chute van de voorste stoel is op zijn plek in de rugleuning van de stoel teruggevonden (niet geactiveerd). Tevens werd een stuk van de G-suit van de vlieger, een deel van de linkerpijp, bij de stoel aangetroffen.
- De achterste schietstoel werd liggend op de rug aangetroffen en vertoonde geen schade anders dan door het neerkomen op de grond. De ejection handle en de ejection initiators van deze stoel werden niet in “getrokken” stand aangetroffen. De raket en de pitch stabilisation control assembly van deze stoel hebben gewerkt, wat betekent dat de stoel afgeschoten is.



*Figuur 2-3: Overzicht voorste schietstoel.*



- De Seat Data Recorder (SDR) werd in goede staat aangetroffen aan de voorste schietstoel en is verwijderd voor nader onderzoek (zie Appendix). De Flight Control Computer (FLCC) werd in het bos teruggevonden en is onderzocht door de ODOV.

De voorste vlieger is dodelijk verwond tijdens de botsing. De achterste vlieger heeft de botsing en de ejection met lichte brandwonden doorstaan.

De volgende deelconclusies kunnen worden getrokken op basis van de bovenstaande observaties aan het wrak van de F-16:

- De spreiding van de wrakstukken duidt op een inslag in oostelijke richting. De inslaghoek is steil geweest, gelet op de schade aan de bomen ten westen van de crashsite.
- De ligging van delen van de rechter- en linkervleugel en de motor (ondersteboven) en de ligging van de cockpitsectie met de voorzijde van de motorinlaat (in de richting van het westen) duiden erop dat de het vliegtuig tijdens de inslag met de grond over de kop geslagen is.
- De locatie van het verticale staartvlak en het richtingsroer duidt erop dat deze onderdelen waarschijnlijk tijdens of vlak na de botsing van de F-16 gesepareerd zijn. De schade aan het verticale staartvlak en richtingsroer is (waarschijnlijk) veroorzaakt door de botsing en/of desintegratie van de F-16 in de lucht.
- De schade aan de voorzijde van de voorste schietstoel is het gevolg van contact met brokstukken tijdens de botsing en desintegratie van de F-16 in de lucht.
- De voorste schietstoel is geactiveerd door een trekkracht aan de ejection handle, gelet op de stand van de hendel en beide ejection initiators. Door activering van de voorste stoel is ook de achterste stoel (automatisch) geactiveerd. Uit de observaties aan de voorste schietstoel is niet met zekerheid af te leiden of er aan de ejection handle van deze stoel is getrokken door de vlieger dan wel door brokstukken.

### **2.3 Onderzoek en deelanalyse van de wrakdelen van de PH-3G8**

De grootste wrakstukken van de ULV PH-3G8 lagen in een akker evenwijdig aan de Lageweg. De belangrijkste items waren:

- de vliegtuigstaart met het stuk van de staartboom, de buitenste delen van de linker- en rechtervleugel samen met de vleugelsteunen,
- de middensectie: buizenconstructie tussen de vleugels, onderzijde polyester romp, rechterdeur,
- het motorblok in een aantal delen,
- het cockpitwindscherm,
- het neuswiel met de motorophanging op het voorste deel van de hoofdframebuis,
- de twee carburateurs.

De rest van het toestel lag in kleinere delen verspreid over de ongevalplek.

De spreiding van de wrakstukken was van noord-west naar zuid-oost, conform de heersende wind (320 graden, 10 knopen). De relatief lichte brokstukken hebben direct na de desintegratie



hun vliegsnelheid verloren, waarna alleen de wind en de zwaartekracht hun baan nog bepaalden. De zwaarste en minst aërodynamische delen liggen dan ook noordwestelijk van lichte en/of meer aërodynamische delen.

Tussen de ULV wrakstukken zijn delen van met name de radome, radar, stukken van de canopy en neushuidbeplating van de F-16 teruggevonden.

Het volgende is waargenomen:

Het neuswiel dat samen met de motorophanging verbonden is aan de hoofdframebuis was nog intact. De kap over het wiel was aan de achterzijde van links voor naar rechtsachter doorgescheurd. De schade aan de motorophanging gaf een krachtrichting van links naar rechts aan (zie Figuur 2-4).



*Figuur 2-4: ULV neuswiel en motorbevestiging.*

De motor lag in delen aan de noordwest kant van de crash-area. De cilinders waren van het carter afgebroken. De carburateurs lagen los, onderling verbonden door het kabelsamenstel (gaskabels, elektriciteitskabels en een deel van het geluids-isolatie rubber van het brandschot).

De radiator was op de leidingen afgescheurd en is intact en zonder noemenswaardige beschadigingen teruggevonden.



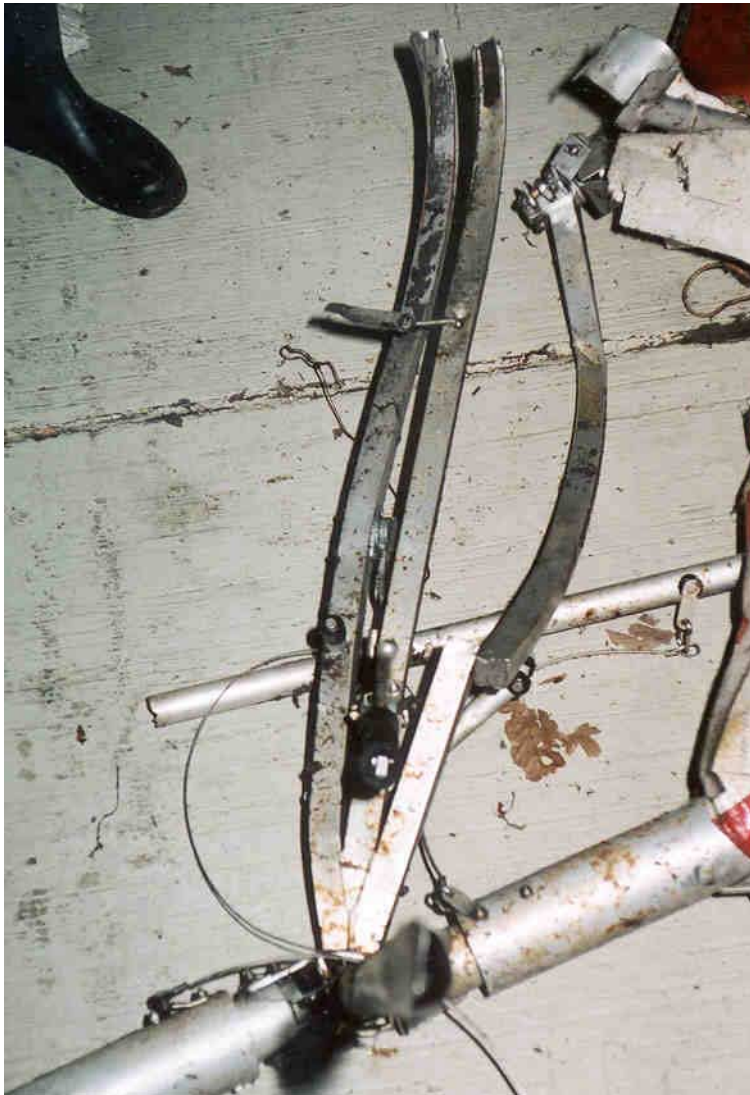
Van de motorbeplating is slechts een klein deel teruggevonden. Het grootste deel betrof de onderzijde met de luchtinlaat van de radiator, en de doorvoer van de neuspoot.

Van de beplating aan de onderzijde van de romp is alleen het achterste gedeelte teruggevonden, deze was van links voor naar rechts achter afgescheurd.

Het windscherm is separaat teruggevonden. Het was vervuild met olie en vertoonde lichte mechanische schade aan de linker onderzijde.

Van de vleugelsectie die boven de cockpit loopt is de vleugelvoorrand teruggevonden met een deel van de verbinding naar de romphoofdligger (bokkenpoot). Aan de vleugelvoorrand zaten delen van het stangenstelsel van het vleugelmiddendeel met daaraan de flaphandel. De stangen waren naar rechts verbogen, wijzend op een krachtrichting van links naar rechts (zie Figuur 2-5).





*Figuur 2-5: Stangensamenstel vleugelmiddendeel van onderen af gezien.*

De rechterdeur was vrijwel intact. Van de linkerdeur zijn slechts enkele grotere delen teruggevonden.

Het instrumentenpaneel was zwaar vervormd, en enkele instrumenten waren er uit verdwenen. De hoogtemeter lag los in het veld en gaf een hoogte aan van 800 voet en een barometerinstelling van 1029 hPa.

Van de rechtervleugel is de vleugeltip teruggevonden met daaraan een deel van de aileron en vleugelbespanning. De vleugelvoorrand bij de vleugeltip was vanaf de tip ongeveer een meter naar binnen doorsneden en afgescheurd. De vleugelachterrand was op ongeveer 50 cm van de tip naar achteren omgebogen en afgescheurd (zie Figuur 2-6).





*Figuur 2-6: Overzicht rechtervleugel ULV*

Van de linkervleugel is een groter gedeelte aangetroffen, compleet met de vleugelsteunen en de aileron. De vleugelsteunen waren naar de romp toe achterwaarts verbogen. Een groot deel van de bespanning van de vleugel was aanwezig (zie Figuur 2-7).



*Figuur 2-7: Overzicht linkervleugel ULV.*



Het staartgedeelte is vrijwel compleet teruggevonden, nog verbonden aan ongeveer twee meter staartboom/hoofdframebuis. De voorrand van het rechter horizontale staartvlak was naar achteren gedrukt en de bespanning was gescheurd (zie Figuur 2-8).



*Figuur 2-8: Overzicht staartgedeelte ULV.*

Van het gedeelte van de ULV tussen de hierboven beschreven delen is op de crashsite niets herkenbaars gevonden, afgezien van zeer kleine brokstukken zoals delen van de headset van de ULV-vlieger, delen van de polyester rompbeplating en stukken framebuis.

Delen van de F-16-radome (kunststof met glasvezelwapening) lagen verspreid over een groot gebied. Het grootste deel bevond zich in de nabijheid van de wrakstukken van de ULV. Op de overblijfselen van de radome waren oliesporen zichtbaar. Er waren geen sporen van in-flight brand op deze delen te vinden.



Aan één deel van de radome-resten zat nog de bodemhuidplaat met daarop één van de antennes. Onderdelen en brokstukken van de radar en de radarcomputer lagen verspreid aan de oostzijde van de ULV crash site.

De huidplaatpanelen van de linker en rechterzijde van de cockpit zijn teruggevonden bij het ULV-wrak. Zij bestrijken het deel van de F-16-neus tussen de radome en het begin van de vleugelaanhechting (strake area). De rand van de strake area aan de linkerkant vertoonde mechanische schade; de huidplaat vertoonde sporen van schaven en was vervuild met olie (Figuur 2-9).



*Figuur 2-9: F-16 cockpitbeplating (deel strake area).*

Een deel van de brokstukken van de canopy is teruggevonden in de buurt van de ULV, gedeeltelijk vervuild met olie.

De linkerschoen van één van de F-16 vliegers (waarschijnlijk de voorste vlieger) lag op dezelfde locatie.

## **2.4 Veld-schade-analyse**

De aanwezigheid van een grote hoeveelheid delen van neus, het schutbord met de radar en de instrumenten van de F-16 bij de verspreide wrakstukken van de ULV bevestigt samen met de





mate van desintegratie van de ULV de veronderstelling van een botsing met een groot snelheidsverschil.

Afgaande op de delen van de F-16 die in de buurt van de ULV zijn aangetroffen, moet de schade aan dit toestel direct na de botsing groot zijn geweest en minstens de radome, het schutbord met de radar en het verticale deel van het instrumentenpaneel omvat hebben. Gezien de mate van schade is vermoedelijk het relatief zware middendeel van de ULV (motor en cockpit) in contact gekomen met de radome van de F-16. De structurele integriteit van het voorste deel van de F-16 cockpit is daarmee verloren gegaan, en het is aannemelijk dat een deel van de desintegratie (tot het vlak ter hoogte van de voorste schietstoel) onder invloed van luchtkrachten is gebeurd.

Het ontsnappingsmechanisme is geïnitieerd vanaf de voorste schietstoel, hoogstwaarschijnlijk door een kracht aan de D-ring. Het blijft vanwege het ontbreken van éénduidige schade onzeker of initiatie door de vlieger is gebeurd of door brokstukken. De schade aan de initiatorstangetjes (mogelijk contact met brokstukken na initiatie) maakt activering door de vlieger waarschijnlijker.



### 3 Onderzoek na berging

Na het afronden van het veldonderzoek zijn beide toestellen geborgen en vervoerd naar het complex van de bergingsdienst van de Nederlandse Koninklijke Luchtmacht op vliegbasis Woensdrecht. Daar zijn de wrakstukken gescheiden uitgelegd en is nader technisch onderzoek uitgevoerd. De delen van de F-16 zijn (voornamelijk) onderzocht door het team van de Belgische Luchtmacht. Het NLR-team heeft samen met onderzoekers van de RvTV de ULV en die delen van de F-16 die relevant waren in verband met de interactie tussen de twee toestellen onderzocht.

#### 3.1 F-16: observaties en deelconclusies

De volgende observaties zijn gedaan naar aanleiding van het onderzoek aan de resten van de F-16. In verband met de gewenste nadruk op het hoe en waarom van de interactie tussen de twee vliegtuigen en om geen dubbel werk te leveren zijn alleen relevante delen nader onderzocht.

De canopy is door het Belgische onderzoeksteam zo goed mogelijk gereconstrueerd (zie Figuur 3-1). Het volgende is zichtbaar:

- De canopy is gedesintegreerd; het voorste deel in kleinere stukken dan het achterste. De stukken uit het achterste deel zien eruit alsof dat deel zonder mechanische invloeden uiteengesprongen is (geen mechanische schade).
- Het voorste deel van de canopy is vervormd, met een knikpunt net voor de HUD. Dit kan het gevolg zijn van een kracht van buitenaf op het glas van de canopy, of door het opduwen van de canopyneus door de vliegtuigconstructie. De eerste optie wordt tegengesproken door de beperkte schade aan de buitenkant van het glas.
- De canopyranden zijn in delen teruggevonden. In ieder geval één van de rockets die dienen voor separatie heeft gewerkt.
- De bevestiging van het HUD-combiner glass is als indruk zichtbaar in de binnenzijde van de canopy. Het canopyglas is er dus op gedrukt, of de bevestiging is omhoog bewogen tegen het canopyglas aan. Het ontbreken van schade aan de buitenkant van het glas wijst op het laatste. Omdat de indrukkingen kloppen met de originele locatie van de HUD-bevestiging ten opzichte van de canopy, kan ook geconcludeerd worden dat de canopy nog niet losgekomen was van het vliegtuig, of op zijn hoogst iets openstond.
- De canopy is met bouten bevestigd aan de metalen canopyrand. Het voorste deel (canopyneus) van deze constructie vertoont sporen van zware mechanische vervorming.
- In het voorste deel van de bovenzijde van de canopy, globaal boven de voorste vlieger, zit een gat. Van dit deel is niets herkenbaars teruggevonden. De coating op het canopyglas aan de randen van het gat is vervormd van binnen naar buiten, duidend op contact met brokstukken in die richting.



*Figuur 3-1: Overzicht gereconstrueerde canopy.*

Overige opmerkingen:

- De zijkanten van de cockpitconstructie (de delen met de throttle en de stick) zijn gesepareerd teruggevonden in de buurt van de ULV. Beide delen zijn relatief onbeschadigd en zijn vermoedelijk onder invloed van aërodynamische krachten afgebroken na de botsing.
- Het harnas van de voorste vlieger is compleet teruggevonden. Beide Koch-fittings zijn mechanisch beschadigd, de rechter meer dan de linker. De zuurstofslang is doorgesneden en de zuurstofautomaat is mechanisch beschadigd door brokstukken.
- De voorste schietstoel is nader onderzocht. De conclusies uit het veldonderzoek werden bevestigd:
  - De stoel is geactiveerd met behulp van de D-ring,
  - De voorzijde van de stoel is zwaar beschadigd door brokstukken,
  - De schade aan de initiatorstangen (doorbuigen) en een inkeping veroorzaakt door de behuizing duidt er op dat er na activeren contact is geweest met brokstukken.

De geconstateerde schade aan de canopy, de voorste schietstoel en de vliegeruitrusting leidt samen met het feit dat een groot deel van de radome, het brandschot en het instrumentenpaneel in de buurt van de ULV teruggevonden is tot de volgende sequence of events:

- Het contact met de zware delen van de ULV heeft plaatsgevonden op de radome, ongeveer in het midden.



- Bij de botsing is de radome en het brandschot gedesintegreerd, en de cockpitconstructie in achterwaartse richting en naar boven vervormd. Bij die vervorming is de HUD-combiner glass bevestiging omhoog gedrukt in het canopyglas.
- Delen van de ULV zijn de cockpit binnengedrongen, hebben de voor-onderzijde van de schietstoel beschadigd en hebben waarschijnlijk de vlieger (dodelijk) verwond.
- De ULV-delen zijn afgebogen en zijn uitgetreden door de bovenzijde van de canopy.
- De zijkanten van de cockpitconstructie (de delen met de throttle en de stick) zijn vermoedelijk onder invloed van luchtkrachten afgebroken na de botsing.
- Bij het separeren van de canopy is deze door het ontbreken van structurele integriteit (uittrede-gat) onder invloed van luchtkrachten gedesintegreerd.

### 3.2 ULV: observaties en deelconclusies

Hieronder worden de observaties en deelconclusies beschreven naar aanleiding van het wrakonderzoek aan de ULV na de berging. De beschrijving van de schade en deelconclusies is opgedeeld in een vijftal onderdelen, te weten: het motorblok, de neuswielpoot, de rechter- en linkervleugel en “bokkenpoot”, de staart, en overige rompdelen.

Van het motorblok van de ULV zijn de volgende onderdelen teruggevonden:

- Het achterste deel van het carter met dynamo.
- De linker, achterste cilinder.
- De rechter, achterste cilinder met kop, zuiger en drijfstang.
- De linker, voorste cilinder met kop en deel van het inlaattraject, slangen en expansietank van de koeling. De zuiger ontbreekt, maar er is wel een deel van de boven-/voorzijde van het carter teruggevonden.
- De kop van de rechter, voorste cilinder.
- Het rechter inlaattraject. De buis naar de voorste cilinder is aanwezig, maar de buis van de achterste cilinder is uitgebroken.
- De radiator (vrijwel onbeschadigd en deels afgeplakt met tape).
- De uitlaat, samengedrukt tijdens de botsing.
- Het bovenste deel van de olietank.
- De oliepomp met oliefilter.
- Een deel van de propeller (de onderkant van het blad).
- De waterpomp met een deel van het carter.
- Een deel van het ontstekingsstelsel.
- Het voorste deel van het carter met propeller lagering.
- Een aanzuigbuis (rechtsvoor op basis van eliminatie).
- Vier losse bobines.
- Het remvloeistofreservoir.

De motor is gedesintegreerd onder invloed van geweld. De botsingsrichting is op basis van bovenstaande observaties niet aan te geven.



Bij het onderzoek van de neuswielpoot van de ULV zijn de volgende waarnemingen gedaan:

- De neuswielpoot, compleet met wiel en wielkap, was nog steeds bevestigd aan de hoofdframebuis en het motorblok (drie van de vier aanhechtingspunten).
- Het onderste stuk van de buis naar de vleugelconstructie (verticaal), de “bokkenpoot”, is ook aanwezig (gebroken).
- Het neuswielpoot-samenstel en de motorbevestiging zijn onderhevig geweest aan een kracht van boven en van links.
- Het framedeel achter de motor vertoont geen oliesporen wat zou kunnen betekenen dat de motor dwars uitgeslagen is.
- De “bokkenpoot” heeft een versterkingsbus voor een boutbevestiging aan de hoofdpijp. Deze bus vertoont schade conform een krachtrichting van links en van boven.
- Het neuswielpoot-samenstel lijkt naar rechts en omhoog weggebroken te zijn.

Observaties aan de rechtervleugel:

- De bekleding van de rechtervleugel is gescheurd en deels afgescheurd door contact in de lucht.
- De voorligger van de rechtervleugel is gebroken (contactschade).
- De achterligger van de rechtervleugel is weggebroken (naar achteren), vertoont wrijfsporen en is platgedrukt.

Observaties aan de linkervleugel:

- De bekleding van de linkervleugel is relatief onbeschadigd.
- De voorligger van de linkervleugel is weggebroken naar achteren.
- De voorste vleugelsteun van de linkervleugel is verbogen en op knik belast (mogelijk door desintegratie). Er is geen contactschade zichtbaar.

Overige observaties:

- De “bokkenpoot” en voorste vleugelligger vertoont inslagschade van links (indeuking).
- Het buissamenstel met de flaphandel aan de bovenzijde van de cockpit is naar links belast.

Bij het onderzoek naar het staartstuk van de ULV zijn de volgende zaken waargenomen:

- De laatste twee meter van het staartstuk is teruggevonden, met beide horizontale staartvlakken en het verticale staartvlak.
- Het hoogte- en richtingsroer zijn relatief onbeschadigd.
- Het voorste deel van de bekleding van het verticale staartvlak is weggescheurd.
- Het voorste deel van de bekleding van het rechter horizontale staartvlak is losgescheurd en het buizenframe is beschadigd.
- Een deel van de hoofdframe-buis is zwaar vervormd door impact schade en vertoont aan beide zijden geweldsbreuken.





Het volgende is waargenomen bij onderzoek van de overige rompdelen:

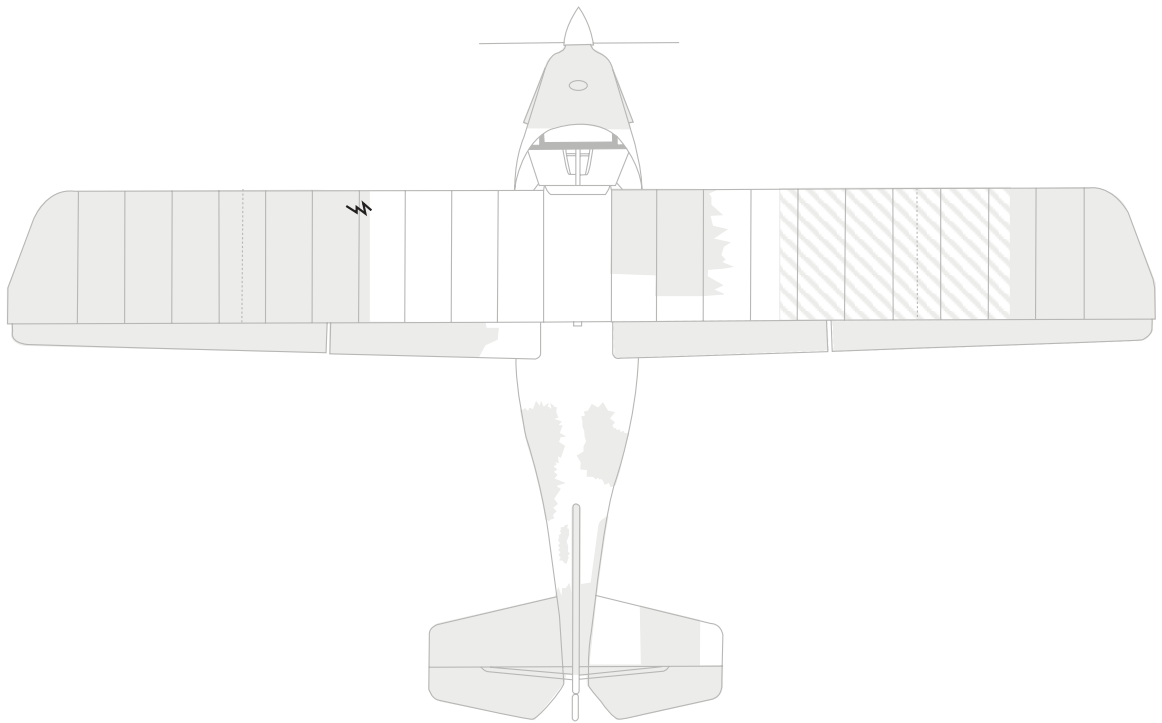
- De ULV is gebouwd op een buizenframe. Alle buizen vertonen een grote hoeveelheid breuken door overbelasting.
- De onderzijde van de romp en het staartstuk vertoont geen botsingschade.
- Het windshield van de ULV is vervuild met olie en aarde aan de buitenkant. Verder vertoont het windshield inslagschade aan de linkerzijde (scheuren, materiaal deels weg en ingedeukt).
- De binnenkant van de rechterdeur is intact. De linker deur is gedesintegreerd.

Rond de crash-site van de ULV is veel los materiaal teruggevonden en verzameld in vuilniszakken. Het volgende is teruggevonden:

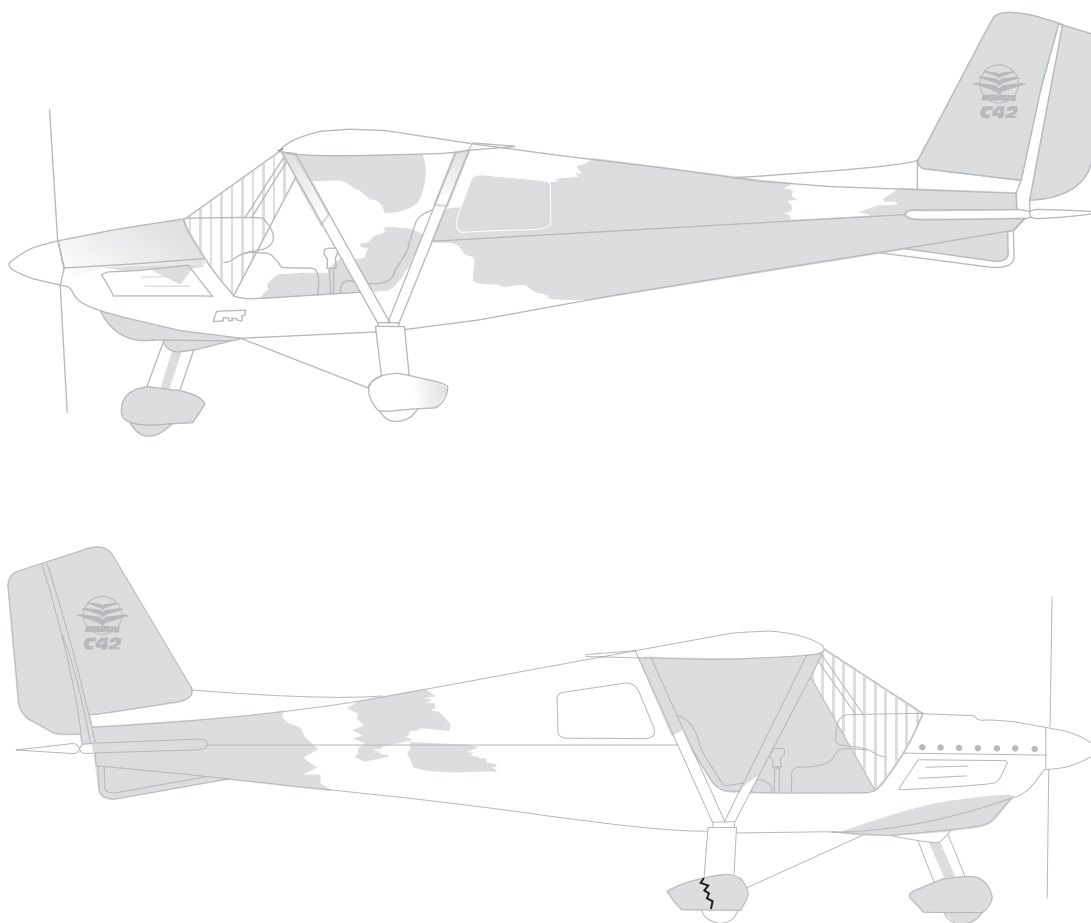
- Veel huidbeplating van de ULV in relatief kleine stukjes (10x10 cm), voornamelijk van de rechter onder- en bovenzijde.
- Veel losse stukken van de brandstoftank van de ULV.
- Veel losse delen van het buizenframe van de ULV in stukken van 20 – 40 cm.



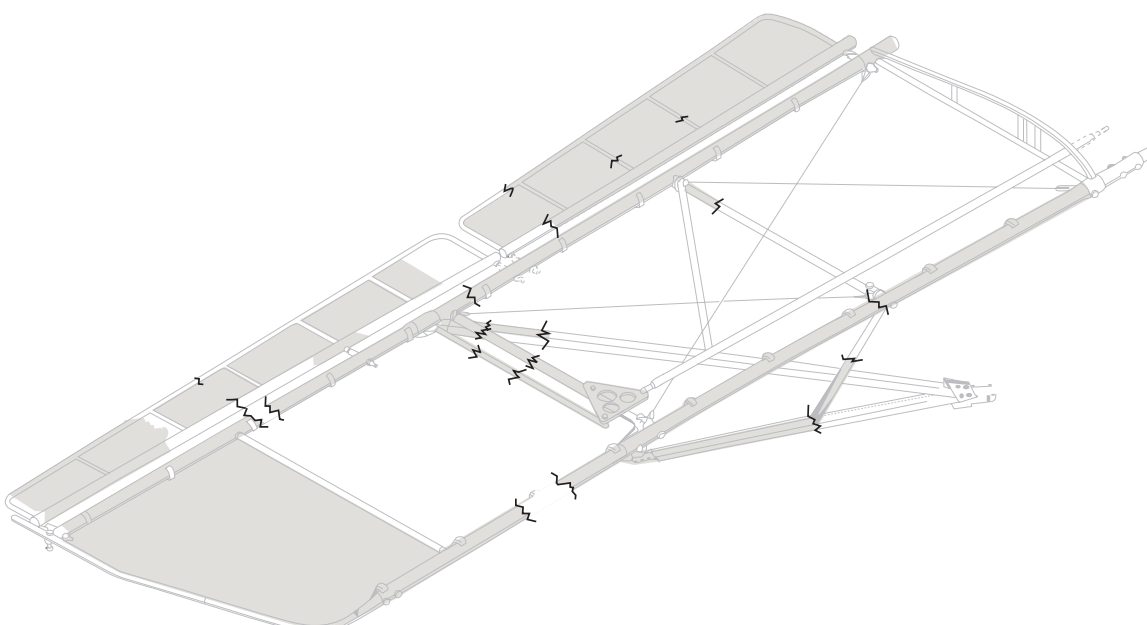
De figuren (Figuur 3-2 t/m Figuur 3-6) geven een overzicht van de direct herkenbare delen van de ULV die teruggevonden zijn (gearceerd). Alleen de vleugels, de staart, en de neusboot met motorblok zijn redelijk intact teruggevonden; het middelste deel van de ULV is grotendeels gedesintegreerd. Samen met de krachtrichtingen die op diverse onderdelen aantoonbaar waren, maakt dat een botsingsrichting van linksvoor naar rechtsachter aannemelijk.



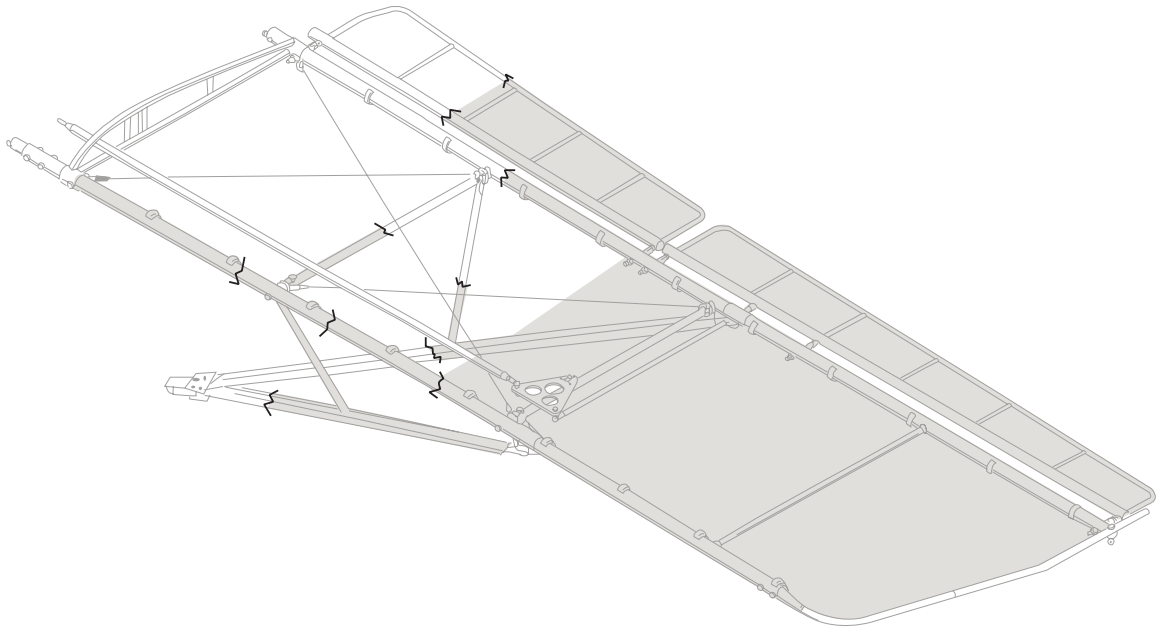
*Figuur 3-2: Bovenaanzicht ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs)*



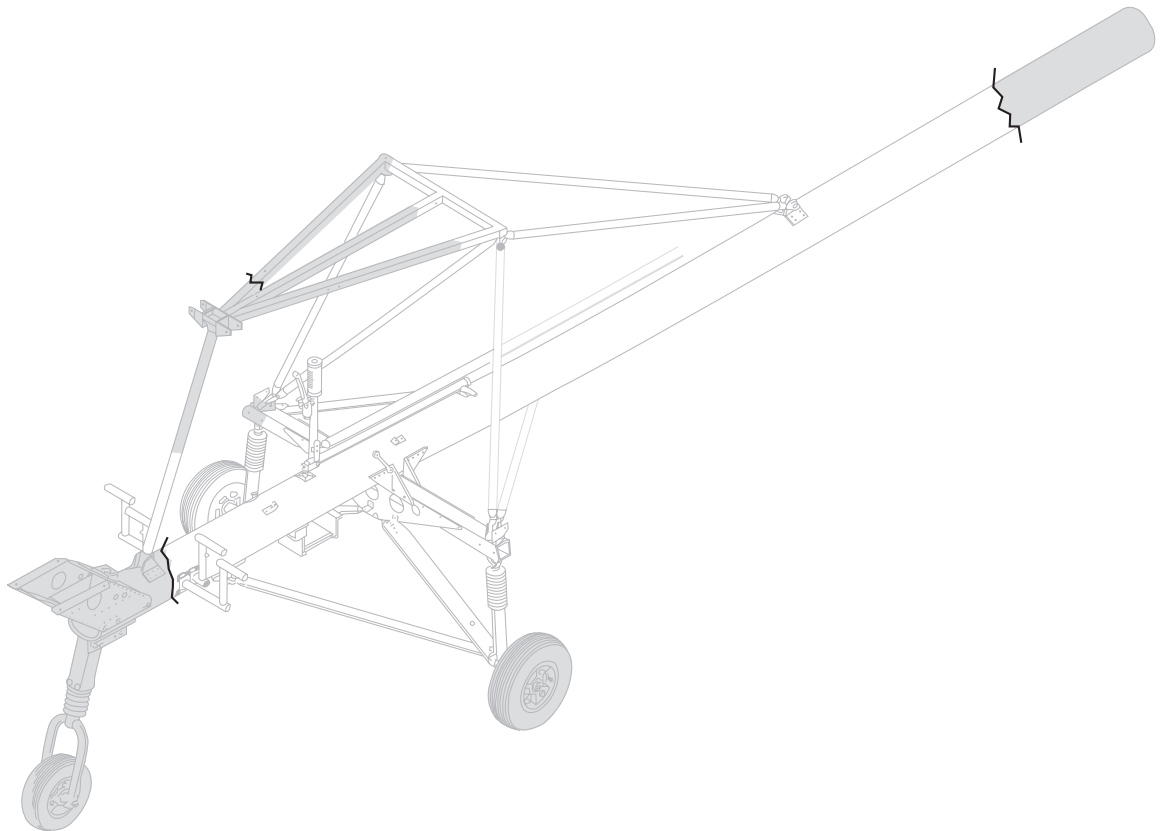
*Figuur 3-3: Zijaanzichten ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs)*



*Figuur 3-4: Rechtervleugel ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs)*



*Figuur 3-5: Linkervleugel ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs)*



*Figuur 3-6: Hoofdconstructie ULV; teruggevonden herkenbare delen (grijs)*



## **4 Baangegevens**

### **4.1 Bronnen**

Naast het botsingspunt en botsingsgeometrie zoals beschreven in de voorgaande twee hoofdstukken zijn er gegevens met betrekking tot de baan die de F-16 (FB-19) heeft gevolgd beschikbaar uit de volgende bronnen:

- De gegevens van Surveillance Radar stations,
- De gegevens afkomstig van de Seat Data Recorder (SDR),
- Schadeonderzoek aan vlieginstrumenten.

Met betrekking tot de ULV (PH-3G8) is uitsluitend de laatst genoemde bron beschikbaar, als gevolg van het ontbreken van een transponder en eventuele andere dataregistratie-apparatuur. Met deze bron kan geen uitsluitsel gegeven worden over de baan die het toestel heeft gevlogen. In het beste geval kan in combinatie met de botsingsgeometrie een indicatie gegeven worden van de hoogte en vliegrichting ten tijde van de botsing.

### **4.2 Vliegbaan F-16**

#### **4.2.1 Waarneming van Surveillance Radar Stations**

De F-16 is in de tijdsperiode voor de botsing door een tweetal radarstations waargenomen, te weten Den Helder en Eelde. De waarnemingen van Den Helder vonden plaats gedurende een periode van circa 1 minuut, ongeveer 5 minuten voor de botsing.

De registraties van waarnemingen van de radar van Eelde zijn beschikbaar voor de laatste zeven minuten voor de botsing.

De radar gegevens zoals geregistreerd door beide radarstations zijn weergegeven in, respectievelijk, Tabel A- 1 en Tabel A- 2 van Appendix A.

Volgens de standaard procedure worden de gegevens van tracks die waargenomen zijn door diverse radarstations verstuurd naar het verkeersleidingscentrum van Eurocontrol in Maastricht. Daar worden deze gegevens verwerkt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde ARTAS tracker systeem, dat gegevens uit verschillende radarbronnen verzameld en daaruit een geoptimaliseerde schatting maakt van de vliegtuigpositie, vliegsnelheid en -richting. De vlieghoogte wordt daarbij overgenomen vanuit de respons van de zogenaamde Mode-C transponder, waarmee de aan boord van het vliegtuig gemeten hoogte wordt meegezonden naar ondervragende radarstations. Deze hoogte betreft altijd de standaard barometrische hoogte, dat wil zeggen uitgaande van een standaard druk van 1013.2 hPa op zeeniveau. Deze hoogte wordt uitgedrukt in zogenaamde “flight levels”, die in eenheden van 100 voet wordt weergegeven. Los van de eventuele instrumentfout geeft (ter illustratie) “flight level 10” aan dat het vliegtuig tussen 950 en 1050 voet barometrische hoogte vliegt.

De baangegevens van de F-16, na verwerking door het ARTAS systeem zijn gegeven in Tabel A- 3 in Appendix A.



Na verwerking door het ARTAS systeem worden de resulterende baangegevens on-line doorgestuurd naar de verkeersleidingscentra, die gebruik maken van deze gegevens voor lokale verkeersleiding.

De gegevens die in het onderhavige geval naar de gebruikers verstuurd zijn, zijn weergegeven in

Tabel A- 4 in Appendix A.

Deze gegevens worden ook door het militaire vuurleidingscentrum in Nieuw Milligen (“Dutch Mil”) ontvangen, waar zij gebruikt worden in het Pharos II verkeersleidingssysteem.

Hierbij wordt de hoogte gecorrigeerd voor de werkelijke druk op zeeniveau in het betreffende gebied, indien het vliegtuig zich beneden het transition level bevindt. Het transition level ten tijde van het ongeval lag op 4000 voet. De werkelijke luchtdruk ten tijde van het ongeval in het gebied waarin de F-16 zich bevond en waarvoor Nieuw Milligen de militaire verkeersleiding verzorgde was 1027 hPa.

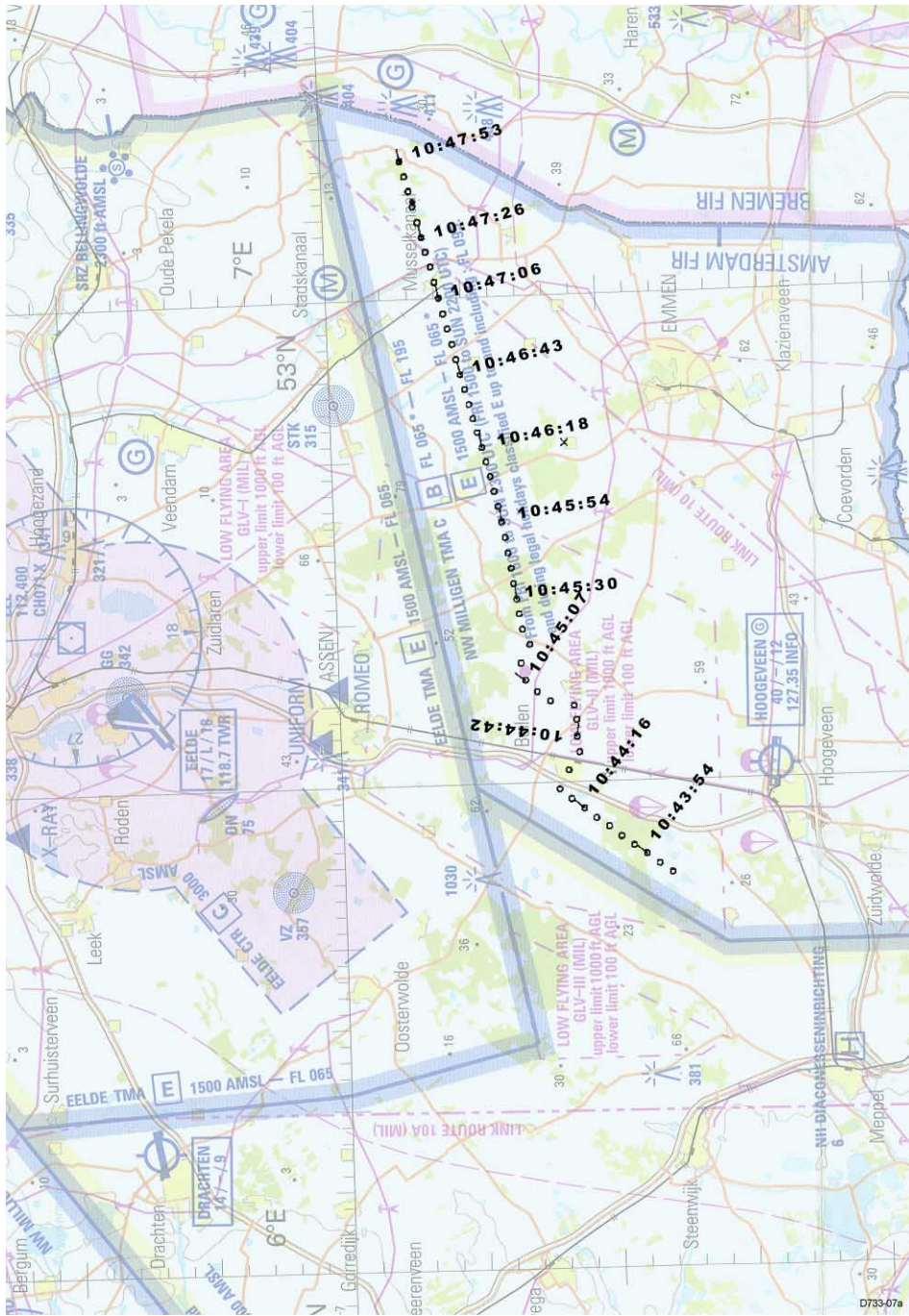
De gegevens zoals geregistreerd door het Pharos II systeem, betreffende de laatste minuut van het traject van de F-16, zijn weergegeven in Tabel A- 5 in Appendix A. De hierin weergegeven hoogte is de gecorrigeerde drukhoogte, op basis van een heersende luchtdruk van 1027 hPa.

In Figuur 4-1 is de afgelegde route van de F-16 zoals geregistreerd door het Pharos II systeem weergegeven op een vliegkaart als achtergrond.

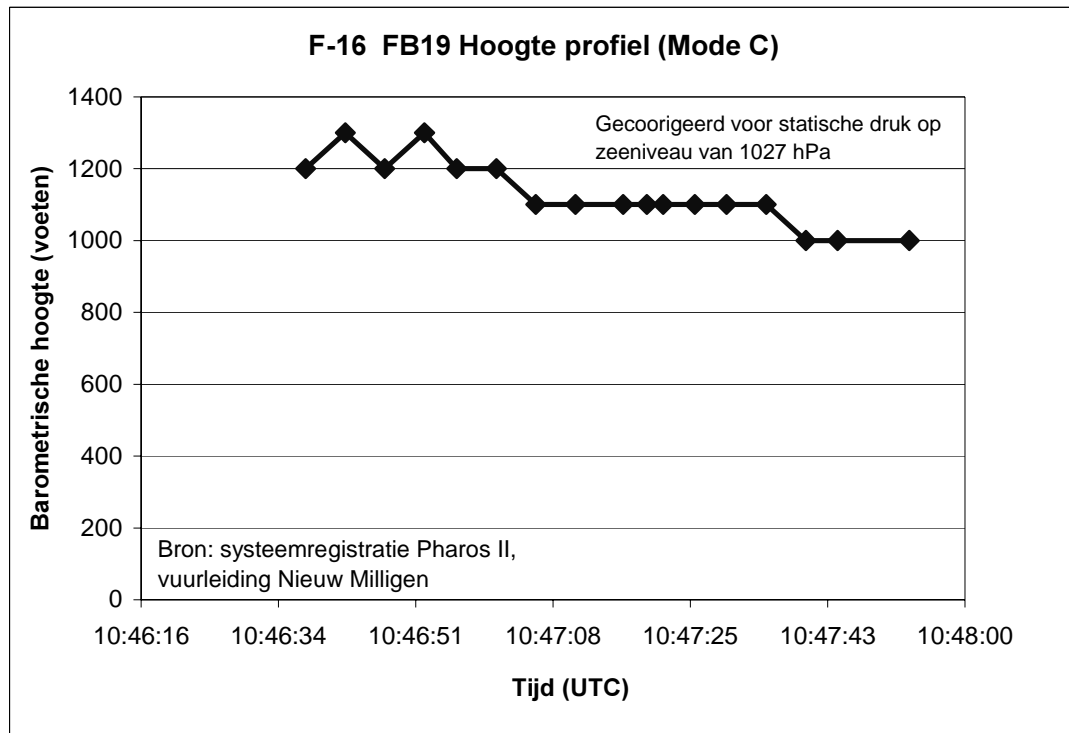
In Figuur 4-2 is het verloop van de gecorrigeerde hoogte weergegeven, eveneens afkomstig van het Pharos II systeem.

Figuur 4-3 toont een vergelijking van de route van de F-16, op basis van verschillende bronnen van radargegevens. Hierbij valt op dat de gegevens die door het verkeersleidingscentrum in Maastricht aan de gebruikers verstrekt worden vrijwel identiek zijn aan de gegevens van de ARTAS tracker. Opvallend is ook dat de positiebepaling van het ARTAS systeem afwijkt van de gegevens van Eelde en Den Helder op het moment dat de F-16 scherpe bochten maakt.

Daarnaast moet vermeld worden dat door de radar van Eelde en Den Helder (nominaal) iedere vier seconden een registratie gemaakt wordt. De ARTAS tracker heeft een iets lagere frequentie, namelijk 1 keer per 4.8 seconden.



Figuur 4-1: F-16 baan afkomstig van het Pharos II systeem, geplot op een vliegkaart



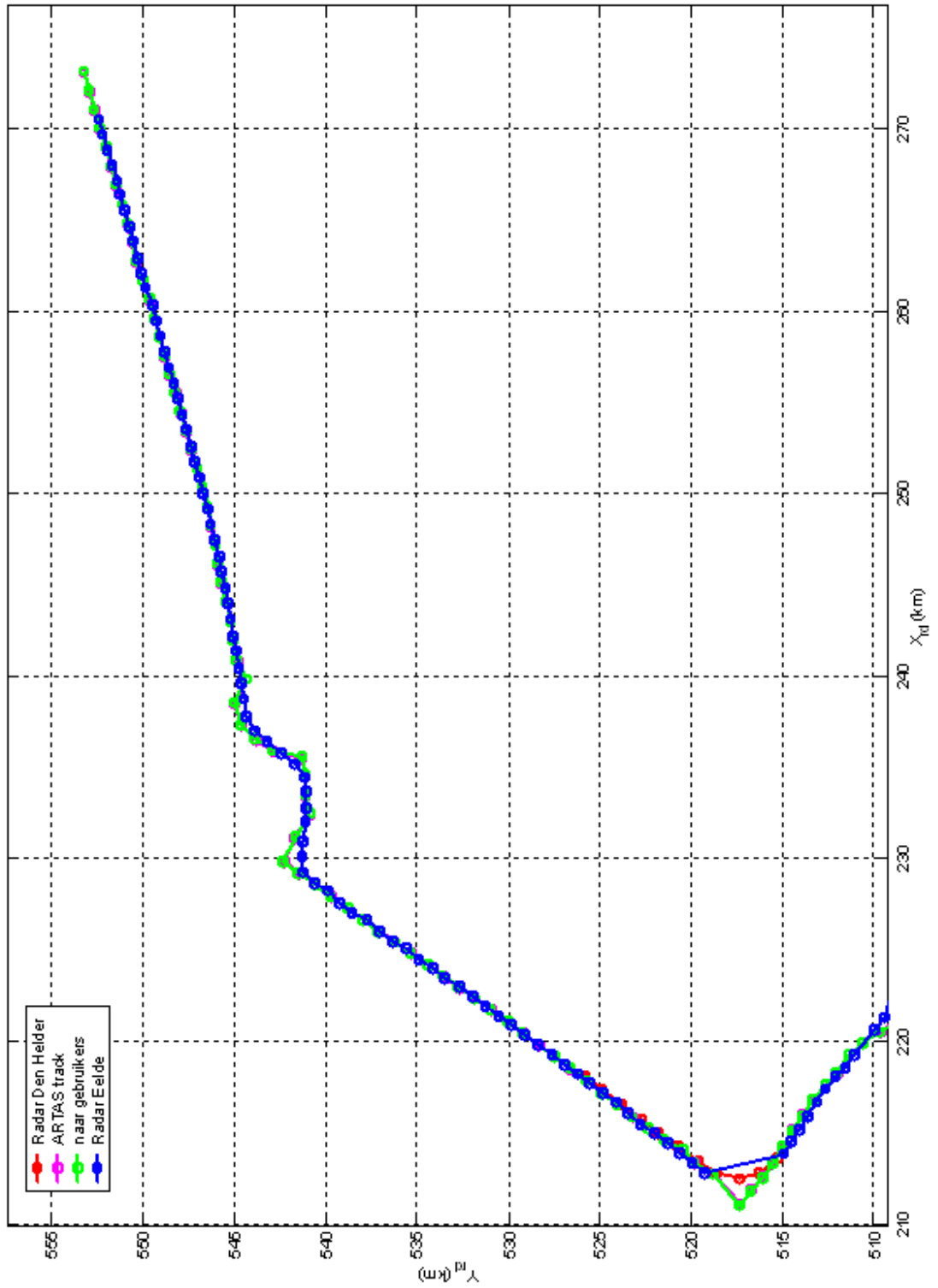
Figuur 4-2: Verloop gecorrigeerde barometrische hoogte

Tenslotte moet vermeld worden dat na de laatste waarneming van de Eelde radar de ARTAS tracker nog enkele posities geregistreerd heeft op basis van predictie. Uit Tabel A- 5 blijkt echter dat deze predicties de laagst mogelijke kwaliteitsindicatie hebben.

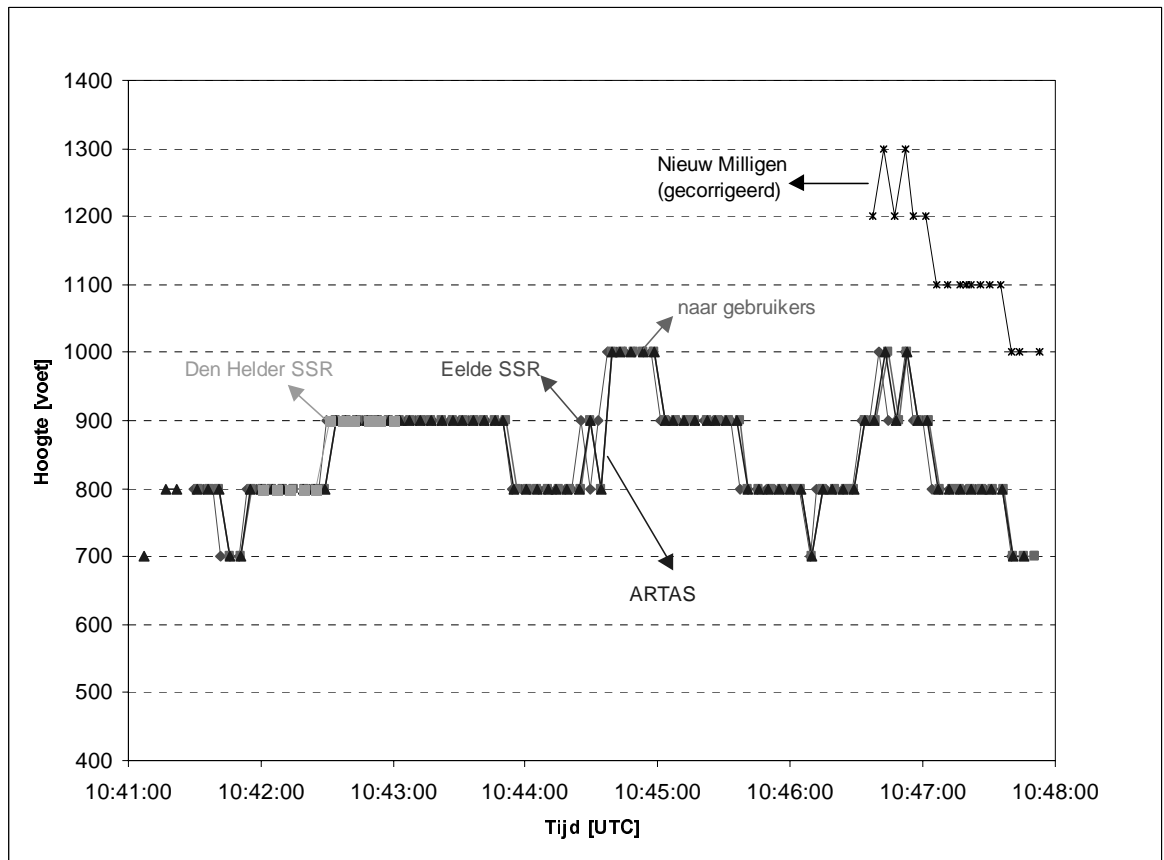
In Figuur 4-4 is het hoogteverloop van de F-16 weergegeven zoals geregistreerd door de verschillende radarbronnen. Met uitzondering van de hoogte geregistreerd door de militaire verkeersleiding in Nieuw Milligen betreft dit standaard barometrische hoogte.

Uit Figuur 4-4 blijkt dat het hoogteverloop dat door de verschillende systemen is geregistreerd consistent is. Dit mag ook verwacht worden, aangezien al deze systemen dezelfde bron gebruiken, namelijk de responsies van de Mode-C transponder van de F-16. Uit Figuur 4-4 blijkt tevens dat door het verwerken van de hoogtegegevens door het ARTAS tracker systeem een tijdvertraging wordt geïntroduceerd. Deze tijdvertraging bedraagt 1 à 2 seconden, en varieert enigszins als gevolg van het feit dat de update frequentie van de radargegevens van de radar verschilt van de update frequentie van het ARTAS systeem (4 en 4.8 seconden, respectievelijk). Ook in het hoogteverloop is zichtbaar dat het ARTAS systeem nog enkele hoogtepredicties doet na de laatste waarneming door de Eelde radar.



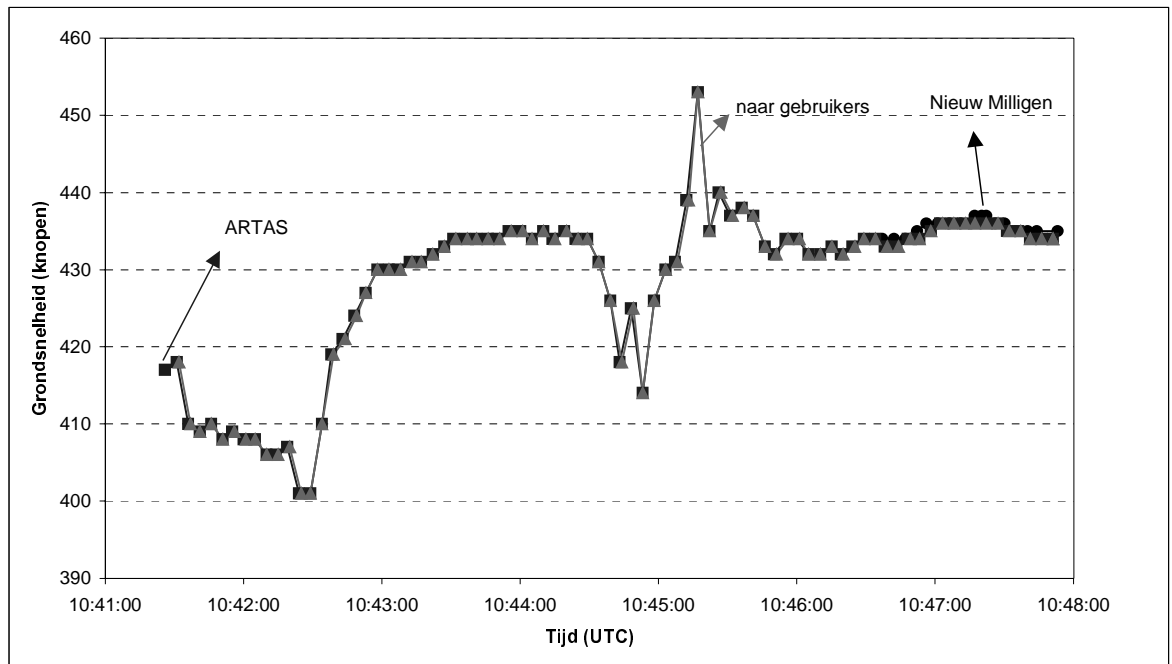


Figuur 4-3: Radar tracks uit verschillende radarbronnen (in rijksdriehoekscordinaten)



Figuur 4-4: Hoogteverloop FB-19 uit verschillende radarbronnen

In Figuur 4-5 is het snelheidsverloop van de F-16 weergegeven, zoals dat door het ARTAS systeem afgeleid is uit de radargegevens. Tevens is het snelheidsprofiel aangegeven dat door de verkeersleiding in Maastricht is geleverd naar de gebruikers, en zoals het door het vuurleidingscentrum in Nieuw Milligen is geregistreerd. Zoals te verwachten, vertonen deze gegevens grote overeenkomst.



Figuur 4-5: Snelheidsverloop FB-19 uit verschillende bronnen

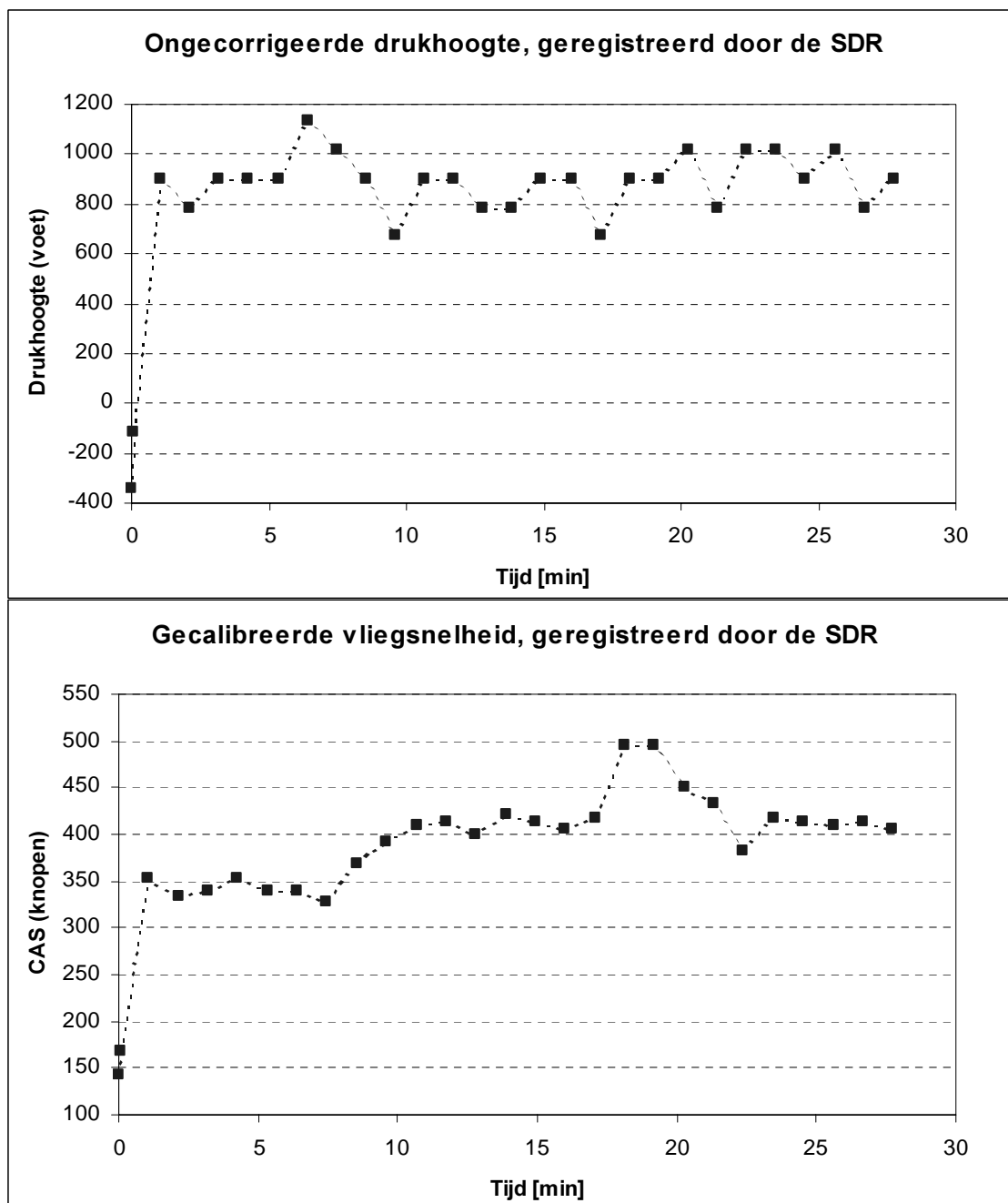
#### 4.2.2 Gegevens van de Seat Data Recorder

De F-16 is voorzien van een zogenaamde Seat Data Recorder (SDR), die het functioneren van een aantal vliegtuigsystemen (zoals de Flight Control Computer, Air Data Computer, druksensoren, etc.) registreert, alsmede een drietal toestandsgrootheden, te weten (gecalibreerde) vliegsnelheid, (ongecorrigeerde) barometrische hoogte en de invalshoek.

Bij goed functionerende systemen worden de gegevens één maal per 64 seconden weggeschreven naar het geheugen van de SDR. Het geheugen van de SDR van de FB-19 is in uitleesbare staat teruggevonden. Het resultaat van het uitlezen van deze SDR is weergegeven in Appendix A.

Uit deze gegevens blijkt dat er zich tijdens de vlucht geen systeemstoringen hebben voorgedaan. Daarnaast kan uit de gegevens van de SDR een beeld verkregen worden van het verloop van hoogte en snelheid tijdens de vlucht van de FB-19, vanaf het moment van opstijgen van vliegbasis Kleine Brogel. De tijdbasis die voor de registraties op de SDR wordt gebruikt wordt geïnitieerd op het moment dat de “weight on wheels switches” naar de “airborne mode” gaan (in de recording is dit tijdstip T=0).

In Figuur 4-6 is het verloop van snelheid en hoogte zoals geregistreerd door de SDR weergegeven.



Figuur 4-6: Snelheid en hoogte, geregistreerd door de SDR

### 4.3 Vliegbaan PH-3G8

De baan van de ULV PH-3G8 is niet door enigerlei radarsysteem (civiel of militair) geregistreerd.

#### 4.3.1 Onderzoek vlieginstrumenten

Een aantal voor het onderzoek mogelijk relevante instrumenten is nader onderzocht, in eerste instantie door de Onderzoeksdienst van Luchtvaartongevallen van de Belgische Defensie. Op verzoek van de Onderzoeksdienst zijn de instrumenten nog eens onderzocht door het NLR. De bij het NLR gebruikelijke onderzoekstechniek waarbij het instrument in kleine stapjes onderzocht en gedemonteerd wordt met een onbeschadigd exemplaar als vergelijkingsbasis kon



niet toegepast worden omdat demontage al had plaatsgevonden. Wel zijn alle relevante onderdelen visueel, met behulp van vergroting, en met behulp van ultraviolet licht onderzocht. Bij de conclusies naar aanleiding van de waarnemingen wordt ook een indicatie gegeven van de betrouwbaarheid van de conclusie. De mogelijke indicaties en hun betekenis zijn:

- “Goed”: deze conclusie is op zichzelf staand te gebruiken in een analyse.
- “Redelijk”: deze conclusie is in combinatie met een andere bron te gebruiken in een analyse.
- “Matig”: deze conclusie is in combinatie met een aantal andere bronnen te gebruiken in een analyse.
- “Slecht”: deze conclusie kan alleen gebruikt worden ter bevestiging van een zelfstandig uit andere bronnen getrokken conclusie.

#### **4.3.1.1 Snelheidsmeter voorste cockpit F-16**

Waarnemingen:

- De Mach indicatorschaal vertoont een kras, mogelijk van de achterkant van de Indicated Airspeed wijzer, rond Mach 0.75. De schade is niet eenduidig, de snelheidsindicatie is dubieus.
- Op de Indicated airspeed schaal is een concentratie van kleine krassen zichtbaar rond 370 knopen, en in mindere mate rond 415 knopen.
- De IAS/ Mach indicator schaal vertoont een gat, vermoedelijk van de hoofdas van het instrument. Waarschijnlijk is de as tijdens het desintegreren van het vliegtuig losgeraakt, en vervolgens bij een secundaire impact doorboord.

Conclusie:

- Op basis van de concentratie van krassen op de IAS-schaal kan de indicatie op het instrument rond de 400 knopen zijn geweest. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “slecht”.

#### **4.3.1.2 Hoogtemeter voorste cockpit F-16**

Waarnemingen:

- De de insteldrum vertoont schade (indeuking door de rand van de opening in de wijzerplaat) die een instelling van 1026 hPa plausibel maakt.
- De tandwielletjes van de insteldrum vertonen geen zichtbare indicatieve schade (visueel en microscoop), wel is een zwaar punt te voelen rond de instelling 1022-1023 hPa.
- De wijzerplaat vertoont veel kleine beschadigingen, mogelijk afkomstig van contact met gebroken glas. Er is een concentratie van wrijfsporen en krasjes zichtbaar (ultraviolet) mogelijk afkomstig van de wijzer, corresponderend met de indicatie ?100-?120 voet, waarbij het vraagteken staat voor het duizendtal voeten.
- De hoogtedrum vertoont op de 100 voet cilinder een indeuking op 8-9, op de 1000 voet cilinder een indeuking op 2-3, en op de 10000 voet cilinder op het gearceerde gedeelte (0 x 10000 voet). De gecombineerde indicatie zou 2900 voet zijn.



Conclusies:

- De hoogtemeterinstelling was 1026 hPa. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “redelijk”.
- De hoogte indicatie was ?100 tot ?120 voet, wat op basis van bijvoorbeeld de geregistreerde baan van de F-16 zou betekenen 1100 tot 1120 voet. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “matig”.
- De hoogte indicatie was 2900 voet op basis van de schade aan de hoogtedrum. Deze indicatie is in het licht van de baangegevens niet realistisch.

#### **4.3.1.3 Hoogtemeter achterste cockpit F-16**

Waarnemingen:

- De insteldrum vertoont brandschade en is gefixeerd op 1026 hPa. De tandwieltjes zitten vast ten opzichte van elkaar en vertonen geen zichtbare schade.
- De wijzerplaat vertoont een wrijfspoor, mogelijk afkomstig van de wijzer, tussen de 220 en 300 voet. Er zijn veel krassen zichtbaar in de range 300 tot 800. De wijzerplaat vertoont geen indicaties van brand; mogelijk is deze apart van het instrument teruggevonden.

Conclusies:

- De hoogtemeterinstelling was 1026 hPa. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “redelijk”.
- De hoogte indicatie was ?220 tot ?300 voet, wat op basis van bijvoorbeeld de geregistreerde baan van de F-16 zou betekenen 1220 tot 1300 voet. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “matig”.

#### **4.3.1.4 Hoogtemeter van de ULV**

Waarnemingen:

- Het instrument was compleet en niet gedemonteerd.
- De insteldrum stond op 1029 hPa, iets hoger dan de geldende QNH (1026).
- Op de wijzerplaat zijn lichte wrijfsporen zichtbaar tussen 020 en 100, mogelijk afkomstig van de lange wijzer.

Conclusies:

- De instelling van de insteldrum was 1029 hPa. De betrouwbaarheid van deze conclusie is “matig”.
- De hoogte indicatie zou op basis van een ordegrootte hoogte van 1000 voet duiden op een hoogte van 1020 tot 1100 voet. Met het instellingsverschil van 3 hPa zou dit neerkomen op 920 tot 1000 voet werkelijke hoogte. Aangezien de wrijfsporen mogelijkerwijs ook veroorzaakt kunnen zijn door impact met de grond, zou dit ook kunnen duiden op een hoogte van 20 tot 100 voet, uitgaande van een ordegrootte van nul voet. Met het instellingsverschil van 3 hPa zou dit neerkomen op -80 tot 0 voet werkelijke hoogte. De betrouwbaarheid van deze conclusie moet derhalve als “slecht“ aangemerkt worden.



Noot:

Dit instrument is ook onderzocht door de Duitse Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU).

Hun bevindingen bevestigen de aanwezigheid van sporen tussen de indicaties 020 en 100, en wel in de vorm van een rechte lijn op de 080-positie. De richting van deze lijn loopt volgens hen echter méér dan een halve naaldbreedte buiten de as van het instrument, met als conclusie dat dit geen afdruk van de lange naald in gemonteerde toestand kan zijn.

Naast deze sporen vonden zij bij inspectie met gepolariseerd licht een duidelijke afdruk van de lange wijzer op de positie 740 voet (niet zichtbaar onder UV- en normaal kunstlicht).

Gezien de op basis van andere gegevensbronnen (SDR, radarhoogtes) onlogische indicatie is deze afdruk hoogstwaarschijnlijk niet ontstaan als gevolg van de botsingskrachten.



## 5 Analyse

### 5.1 Analyse van technisch bewijs

Deze paragraaf geeft de analyse weer van het technische bewijs omschreven in hoofdstuk 2 en 3.

De algemene sequence of events is uit het technische onderzoek met redelijke zekerheid duidelijk geworden:

- Het contact van de F-16 met de zware delen van de ULV heeft plaatsgevonden op de radome, ongeveer in het midden.
- Bij de botsing is de radome en het brandschot gedesintegreerd, en de cockpitconstructie in achterwaartse richting en naar boven vervormd. Bij die vervorming is de HUD-combiner glass bevestiging omhoog gedrukt in het canopy-plexiglas.
- Delen van de ULV zijn de cockpit binnengedrongen, hebben de voor-onderzijde van de voorste schietstoel beschadigd en hebben de vlieger (dodelijk) verwond.
- De ULV-delen zijn verder afgebogen en zijn uitgetreden door de bovenzijde van de canopy.
- De zijkanten van de cockpitconstructie (de delen met de throttle en de stick) zijn vermoedelijk onder invloed van luchtkrachten afgebroken na de botsing.
- Bij het separeren van de canopy is deze door het ontbreken van structurele integriteit (uittrede-gat) onder invloed van luchtkrachten gedesintegreerd.
- De ejection sequence is zeer kort vóór (door de voorste vlieger), of op zijn laatst tijdens de botsing (door brokstukken) geïnitieerd. Een belangrijk feit hierbij is dat de canopy nog niet gesepareerd was van het vliegtuig.

Er bestaat dus op basis van het technische bewijs nog onduidelijkheid over het moment van initiatie van de ejection sequence, gerelateerd aan de manier van initiatie. De volgende paragraaf gaat dieper in op dat onderwerp.



## 5.2 Ejection Sequence en tijdlijnen

Naar aanleiding van het technische bewijs bestaat de behoefte de ejection sequence en de daarbij behorende tijdlijnen nader te analyseren.

Allereerst wordt de werking van het ontsnappingssysteem van de F-16B beschreven.

Het afschieten van de stoel kan in principe alleen geïnitieerd worden door middel van de ejection control handle tussen de benen van de vlieger. Als de vlieger aan deze hendel trekt, worden twee initiators op de voorzijde van de stoel afgevuurd. Van beide initiators stroomt heet gas naar sequence valves en een aantal hot-gas initiators. Hierdoor worden Detonation Transfer Assemblies (DTA) geactiveerd, die vervolgens de Emergency Canopy Release Lines (ECRL) activeren. Deze ECRL's zorgen ervoor dat de canopy losbreekt van zijn bevestigingspunten aan de romp. Tegelijkertijd activeren de DTA's de Canopy Actuator Release Bolt (CARB) en de canopy remover rocket motors. Door de werking van de CARB breekt de canopy los van de canopy actuator. Tenslotte zorgen de rockets ervoor dat de canopy achterover roteert (uit zijn scharnieren) en weggeschoten wordt van het vliegtuig.

Als de canopy los komt van het vliegtuig, worden hierdoor twee hot-gas initiators (M99) geactiveerd, waardoor gas via een aantal sequence valves, initiators en een vertraging-initiator naar de ejection seat rocket catapult stroomt. Er is een tijdvertraging van 0,33 seconde tussen de afvuren van de M99-initiators en het afvuren van de (achterste) schietstoelraket. Deze tijdvertraging voorkomt een botsing tussen de canopy en de achterste schietstoel.<sup>1</sup> Tevens heeft de F16B een seat-to-seat sequencing systeem waarmee één van de volgende drie manieren van ejection kunnen worden geselecteerd:

- **NORM:** De voorste vlieger lanceert door het trekken aan de ejection control handle beide vliegers. De achterste vlieger kan door aan de ejection control handle te trekken alleen zichzelf wegschieten. Indien deze optie is geselecteerd, wordt de achterste vlieger 0,40 seconden voor de voorste vlieger gelanceerd.<sup>2</sup>
- **AFT:** Beide vliegers kunnen ieder afzonderlijk de ejection starten, waarbij de achterste vlieger 0,40 seconden voor de voorste vlieger gelanceerd wordt.
- **SOLO** (de achterste stoel is onbemand): De voorste vlieger lanceert zichzelf zonder vertraging.

Terwijl de stoel langs de geleidingsrails omhoog glijdt, wordt met behulp van twee pitotbuizen en een statische port de totale en de statische druk gemeten, waarmee de hoogte en de snelheid van het vliegtuig bepaald wordt. Op basis van deze data wordt één van de volgende drie recovery sequence modes geselecteerd, welke start op het moment dat de stoel het einde van de geleidingsrails bereikt:

---

<sup>1</sup> Deze tijdvertraging van 0,33 seconde ontbreekt logischerwijs bij het schietstoelsysteem van de F16A.

<sup>2</sup> In de F16A is er geen tijdvertraging van 0,40 seconde.



- Mode 1 (low altitude, low speed operation): snelheid lager dan 250 KEAS en hoogte tussen 0 en 15.000 feet.
- Mode 2 (low altitude, high speed operation): snelheid hoger dan 250 KEAS en hoogte tussen 0 en 15.000 feet.
- Mode 3 (high altitude, high speed operation): bij hoogte boven de 15.000 feet.

Elke stoel heeft een kleine raketmotor die wordt geactiveerd zodra de stoel de geleidingsrails verlaat. Deze motor zorgt dat de stoel zijdelings beweegt ten opzichte van een richting omhoog van de cockpit: de voorste stoel enigszins naar rechts en de achterste stoel enigszins naar links, zodat beide vliegers elkaar niet raken.

De canopy kan, onafhankelijk van schietstoel activering, ook afgeworpen worden door aan de interne of externe canopy jettison handles te trekken. In dat geval worden de schietstoel-raketten niet geactiveerd. De schietstoelen kunnen vervolgens worden afgevuurd door aan de ejection hendel te trekken.

In de beschrijving van het schietstoelsysteem staat niet vermeld wat er gebeurt als de canopy beschadigd raakt. In de Dash 1 staat wel welke actie de vlieger moet nemen in dat geval, maar er staat niets beschreven van eventuele spontane ejection. Het lijkt erop dat, ook al worden de M99 initiators gestart door bijvoorbeeld canopy schade, dan nog niet de stoel geactiveerd wordt. Als de inertia reel van de voorste stoel gewerkt heeft, kan dat volgens het schema in de Dash 1 alleen met behulp van het gas van de initiators op de voorzijde van de stoel. De vraag is of impact deze twee initiators afgevuurd kan hebben of dat er handmatig getrokken is of door brokstukken. Stel dat de stoel wordt afgeschoten via activering door canopy schade (jettison), dan is dat in strijd met wat beschreven staat bij de gevolgen van het activeren van de canopy jettison handle. In dat geval zal de inertia reel niet werken. De ejection sequence moet dus door initiatie vanaf de voorste stoel gestart zijn.

De tijdlijn van de gebeurtenissen vlak voor en tijdens de ejection kan worden beschreven. Bij het vastleggen van de tijdlijn is het moment dat aan de ejection handle getrokken wordt (dus de start van de ejection sequence) als oorsprong gekozen.

#### Periode vóór activering schietstoel

Er vanuitgaande dat de schietstoel niet door impact (de botsing) maar door het trekken aan de hendel door de vlieger is geactiveerd, is er sprake van een waarneem- en besluitperiode vóór de activering van de schietstoel.

In principe kunnen twee stappen onderscheiden worden in het proces van botsingsvermijding op basis van visuele waarneming. De eerste stap betreft de detectie van het andere vliegtuig en het inzien dat de vliegtuigen op een botsingskoers vliegen, gevolgd door een besluit tot uitwijken en de daadwerkelijk manoeuvre. Met betrekking tot deze laatste stap zijn er drie mogelijkheden:



- Het andere vliegtuig wordt zo laat gedetecteerd dat het niet meer mogelijk is een botsing te voorkomen;
- Het andere vliegtuig wordt zo laat gedetecteerd dat alleen een spontane uitwijkmanoeuvre nog mogelijk is;
- Het andere vliegtuig kan voldoende op tijd worden waargenomen zodat de vlieger een weloverwogen uitwijkmanoeuvre kan uitvoeren.

#### Detectie van een ander vliegtuig

Het menselijk oog heeft bepaalde minimum zichtscherpte (visual acuity), wat betekent dat de projectie van het object op het netvlies een minimale grootte moet hebben voordat het waargenomen kan worden. Dit betekent in de praktijk dat een ander vliegtuig minstens op een bepaalde afstand van de vlieger moet zijn wil hij het kunnen waarnemen. De zichtscherpte is onder andere afhankelijk van de vermoedheid van de vlieger en atmosferische omstandigheden. Tevens neemt de zichtscherpte af in dwarsrichting van het netvlies, hetgeen betekent dat een object met grootste kans gedetecteerd kan worden in de directe lijn van zicht (Ref. [1] en [2]). In diverse studies is getracht te bepalen hoe groot het beeld van een vliegtuig op het netvlies moet zijn voordat het herkenbaar is als vliegtuig. Men gaat er van uit dat het beeld van een object minstens een hoek van 0.2 graden moet hebben. In niet ideale omstandigheden is deze waarde een factor 2 of 3 hoger (Ref. [2], [3]). Volgens de theorie van de Minimum Visual Detection Angle, zou een vlieger een grote kans hebben om een ander vliegtuig te herkennen zodra het een visuele hoek van 0.2 graden heeft gekregen. Hierbij wordt aangenomen dat een vliegtuig gezien wordt als een rechte lijn zonder diepte of hoogte. Dit betekent dat in een head-on botsingskoers een ULV met een spanwijdte van 9,45 meter niet eerder dan op een afstand van ongeveer 2710 meter 'groot' genoeg zou zijn kunnen zijn om te kunnen waarnemen. Een tekortkoming bij bovenstaande theorie is dat de vleugeltips bij zo'n head-on scenario zo dun zijn dat ze moeilijk zijn waar te nemen, waardoor de minimaal te detecteren afstand dus minder zal zijn dan de afstand van tip tot tip. (De Minimum Visual Detection Angle zou bijvoorbeeld betekenen dat elektriciteitskabels van zeer grote afstand waar te nemen zijn als men de lengte van de kabels gebruikt in de berekening, terwijl in de praktijk ze moeilijk waar te nemen zullen zijn. Beter is de diameter te gebruiken in plaats van de lengte van de kabel). Daarom gaat een andere toepassing van de minimale visuele hoek uit van the Minimum Visual Detection Area, waarbij men aanneemt dat in een head-on conflict scenario de vlieger het andere vliegtuig pas kan zien op het moment dat de romp van het vliegtuig 0.2 graden groot is. Uitgaande van een breedte van de ULV van 2,5 meter (een vierkant omvattende de romp, propeller en horizontaal staarvlak), zou dit betekenen dat het vliegtuigje pas op ongeveer 720 meter afstand waargenomen zou kunnen worden in een head-on conflict. Dit voorbeeld geeft aan dat een vliegtuig al relatief dicht bij kan zijn, voordat het met grote kans ontdekt kan worden. Zou men bovenstaande theorie toepassen op een scenario waarbij beide vliegtuigen een relatieve botsingskoers van 90 graden hebben, en de berekening uitvoeren met het romplengte van de ULV, dan zou het vliegtuigje op zijn vroegst op een afstand van ongeveer 1790 meter waar te nemen zijn. (Ref. [3]). Hoewel theoretisch dus het de ULV ergens tussen de 720 en 1790 meter



afstand groot genoeg zou kunnen zijn om zichtbaar te zijn, kunnen een aantal factoren de kans op detectie verminderen. Uit diverse studies blijkt dat in werkelijkheid de kans op visuele detectie een stuk lager is dan op basis van laboratoriumdata zou kunnen worden verondersteld. Het waarnemingsproces wordt namelijk beïnvloed door onder andere atmosferische omstandigheden, de achtergrond en het contrast, beperkingen van het menselijke oog en scantechnieken, obstructie van het zicht door het cockpitframe of door HUD symbolen, en door de werkdruk van de vlieger.

Uitgaande van een relatieve naderingssnelheid van de F-16 ten opzichte van de ULV van ongeveer 420 knopen (circa 215 m/s) zou de resterende tijd tot botsing ongeveer tussen de 3,5 en 8 seconden kunnen zijn geweest vanaf het moment dat de ULV groot genoeg zou zijn om te kunnen detecteren. Hierbij is aangenomen dat de hierboven beschreven theorie de vroegst mogelijke detectiemogelijkheid weergeeft voor dit ongeval.

#### Vlieger reactietijd

Middels een literatuurstudie zijn vier bronnen gevonden die een tijdschaal aangeven voor de reactietijd van een vlieger nadat hij een object heeft waargenomen. Een studie uitgevoerd onder militaire vliegers geeft aan hoeveel tijd nodig is om een naderend vliegtuig te herkennen, te beseffen dat beide vliegtuigen op botsingskoers zitten, een besluit te nemen over een uitwijkmanoeuvre en tot actie over te gaan. Tabel 5-1 geeft een overzicht van de tijdsduur van elk van de deelprocessen tijdens de reactie op een botsingsgevaar. Deze berekeningen gaan ervan uit dat de vlieger het object al heeft waargenomen. Zoektijd is dus niet inbegrepen (Ref. [1]).

Actie	Tijdsduur (sec)
Object zien	0,1
Herken vliegtuig	1,0
Bewustwording van botsingskoers	5,0
Besluit tot actie (linker- of rechterbocht)	4,0
Spieractie	0,4
Vliegtuig responsie tijd	2,0
<b>Totaal</b>	<b>12,5</b>

*Tabel 5-1: herkenning en reactietijd (bron: FAA en US Navy Aviation Safety).*

Een tweede bron is het rapport van de U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) over een botsing tussen een DC-9 en een general aviation vliegtuigje in 1967. In haar eindrapport concludeert de NTSB dat de bemanning van de DC-9 vijf seconden nodig zouden hebben gehad om te reageren en een uitwijkmanoeuvre te maken nadat ze het naderende vliegtuigje zouden



hebben gezien<sup>3</sup>. Tabel 5-2 presenteert de benodigde reactietijd van de bemanning in het bovenstaande ongeval volgens de NTSB (na detectie).

Actie	Tijdsduur (sec)
Besluttijd van vlieger	0,5
Spieractie	0,33
Verandering van koers vliegtuig	4,17
<b>Totaal</b>	<b>5,0</b>

Tabel 5-2: reactietijd (Ref. [6]).

Een ander rapport van de NTSB over een botsing tussen een DC-9 en F-4 straaljager geeft de volgende tabel voor de reactietijd van een vlieger (Ref. [7]).

Actie	Tijdsduur (sec)
Aanpassing ogen na eerste detectie	0,24
Beeldverwerking	0,3
Herkenning en analyse van de dreiging	3,0
Besluit over uitwijkmanoeuvre	2,0
Menselijke motorresponsie	0,5
Verandering van koers vliegtuig	3,0
<b>Totaal</b>	<b>9,04</b>

Tabel 5-3: reactietijd (Ref. [7]).

Ref. [4] presenteert een totale reactietijd van detectie tot en met verandering van de vliegbaan, van ongeveer zes seconden (zie Tabel 5-4).

Actie	Tijdsduur (sec)
Detectie ander vliegtuig	0,4
Herkenning vliegtuig	1,0
Besluitvorming	2,0
Spieren aansturen, spieractie, beweging stuurorganen en verandering vliegbaan	2,5
<b>Totaal</b>	<b>5,9</b>

Tabel 5-4: reactietijden volgens Ref. [4].

<sup>3</sup> De bemanning van de DC-9 werd door Air Traffic Control gewaarschuwd voor verkeer 14 seconden voor botsing, maar vermoedelijk hebben de vliegers het andere vliegtuigje niet gezien.



Het kost ongeveer 0,4 seconde om een object dat gedetecteerd is in het perifere zichtveld te zien met het centrale zicht. Er is tussen de 0,65 en 1,50 seconde nodig om een object te herkennen als een vliegtuig en te bepalen dat er sprake is van een botsingskoers; als gemiddelde tijdsduur wordt 1,0 seconde verondersteld. Wat betreft de tijd nodig voor het nemen van een besluit over een reactie, schat deze referentie de benodigde tijd in de orde grootte van een paar seconden. Tot slot, is er nog zo'n 2,5 seconde nodig om de signalen van de hersenen naar de spieren te sturen, voor spieractie en beweging van stuurorganen, en de uiteindelijke verandering van de vliegbaan.

Tot slot beschrijft een bron van recentere datum de tijd die nodig is om te reageren nadat het andere vliegtuig is gedetecteerd (Ref. [5]). Hierin wordt beschreven dat het tussen de 0,3 en 0,5 seconde duurt om te reageren, waarbij de tijd die nodig is om het andere vliegtuig visueel te detecteren en de tijd die nodig is voor de reactie van het vliegtuig op de stuurinput, niet inbegrepen is (zie Tabel 5-5).

Actie	Tijdsduur (sec)
Waarneming ander vliegtuig	0,02 – 0,05
Verwerking signalen in hersenen, besluit manoeuvre	0,10
Besluit doorgegeven aan spiercontrole centrum	0,05 – 0,15
Spieren worden aangestuurd	0,1 – 0,2
<b>Totaal</b>	<b>0,3 – 0,5</b>

*Tabel 5-5: reactietijden volgens Ref. [5].*

Op basis van het bovenstaande worden ten aanzien van een tijdlijn de volgende conclusies getrokken:

1. Het is noodzakelijk voorzichtigheid te betrachten bij het gebruik van theoretische waarden met betrekking tot de mogelijkheid een object op afstand te kunnen zien, gelet op de vele factoren die deze detectie kunnen beïnvloeden. Het is mogelijk dat de ULV pas waarneembaar was tussen 3 en 8 seconden voor de botsing.
2. Er bestaat een grote diversiteit aan data met betrekking tot reactietijden van vliegers na detectie. Het is belangrijk te beseffen dat er een groot verschil bestaat tussen reactietijden gemeten onder laboratorium condities en in de werkelijke vliegcondities. De resultaten uit Tabel 5-5 zijn waarden die typisch gevonden worden bij testen onder laboratorium condities. In dat geval kunnen ze niet zonder meer toegepast worden op situaties in werkelijke vluchtuitvoering.
3. Op basis van de gevonden literatuur kan men er vanuit gaan dat voor een bewuste (weloverwogen) botsingsvermijding manoeuvre minstens 12 à 13 seconden nodig is. Spontane uitwijkreacties kunnen mogelijk binnen 2 – 6 seconden uitgevoerd worden



(ongeveer 1,1 - 3,5 sec voor verwerking en herkennen vliegtuig, 0,5 - 2,0 sec voor besluit, 0,5 sec spieractie).

4. Indien een vlieger in een reactie op een gedetecteerd object als het ware “in een reflex” zou besluiten tot ejection, gaat daar minimaal 0,3 - 0,5 seconde aan vooraf voor reactie volgens Ref. [5]. Echter, op basis van een weging van de data in hierboven weergegeven tabellen door het onderzoeksteam, lijkt het redelijk om aan te nemen dat de benodigde reactietijd minimaal in de orde van een paar seconden ligt om tot actie over te gaan (d.w.z. schietstoel activeren) na detectie van een object (ongeveer 1,1 sec voor verwerking en herkennen object, 0,5 sec voor besluit, 0,5 sec spieractie).

### **Referenties**

1. Limitations of the See-and-Avoid Principle, Bureau of Air Safety Investigation Research Report.
2. Another look at the See-and Avoid Concept, H. F. Marthinsen, ALPA.
3. Avoiding Mid-air Collisions, S.S. Krause.
4. Mid-air collisions: Aeromedical considerations. USAF School of Aerospace Medicine, September 1976.
5. Mid-air Collision Avoidance and the No-Reaction Envelope, Capt. Todd Dart, Flying Safety, August 1998.
6. Aircraft Accident Report, TWA, Inc., Douglas DC-9, Tann Company Beechcraft B-55 In-Flight Collision Near Urbana, Ohio, March 9, 1967. National Transportation Safety Board, Washington DC, June 1968.
7. Aircraft Accident Report, Hughes Air West DC-9 and US Marine Corps F-4B, Near Duarte, California, June 6, 1971. National Transportation Safety Board, Washington DC, August, 1972.

### Canopy Jettison Time

Het is bekend dat bij een snelheid van 0 KIAS het afwerpen van de canopy 0.75 seconde duurt, en bij een snelheid van 600 KIAS 0.13 seconde. Uitgaande van een kwadratisch verband tussen snelheid en afwerpduur, zal bij een snelheid van 425 KIAS de canopy ongeveer 0,4 seconde na initiatie van ejection sequence afgeworpen zijn.

### Seat ejection

Nadat de canopy van het vliegtuig is losgekomen, wordt na 0,33 seconde eerst de achterste vlieger gelanceerd en daarna wordt na een vertraging van 0,40 seconde de voorste vlieger weggeschoten. Tabel 5-6 geeft de tijdslijn weer voor de gebeurtenissen die plaatsvinden nadat de schietstoelraket geactiveerd is, afhankelijk van de recovery mode (1 of 2) waarin de stoel gelanceerd is.



Gebeurtenis	Mode 1 Tijd (sec)	Mode2 Tijd (sec)
Stoelraket activeert	0.0	0.0
Drogue Gun afgevuurd	Nvt	0.16
Drogue chute ontplooit	Nvt	0.38
Parachute afgevuurd	0.20	1.17
Seat/Drogue separatie	Nvt	1.32
Vlieger/stoel separatie	0.45	1.42
Recovery parachute ontplooit	1.80	2.90
Survival Kit los	5.90	6.90

Tabel 5-6: tijdslijn vanaf het ontbranden van de schietstoelraket.

In Figuur 5-1 worden de tijdslijnen van de cognitieve reactie en de ejection sequence gecombineerd. Hierbij is belangrijk dat de canopy op het moment van de botsing nog niet gesepareerd was van het vliegtuig.

Op basis van het bovenstaande is het van belang de tijdslijn (sequence of events) van de botsing te combineren met de (theoretische) tijdslijn van de ejection sequence. Bij het vastleggen van de tijdslijn is het moment dat aan de ejection handle getrokken wordt (dus de start van de ejection sequence) als oorsprong gekozen.

Het is duidelijk dat er nauwelijks sprake geweest kan zijn van een volledige bewuste reactie (waarnemen tot en met handelen) van de voorste vlieger (PIC) omdat dan met een zeer geringe sturbeweging de ULV te ontwijken was geweest. Ook speelt hierin mee dat het activeren van de schietstoel geen logische, bewuste reactie is op het waarnemen van een obstakel in de lucht; de verwachting is dat er geprobeerd wordt te ontwijken. Daarentegen is het wel denkbaar dat activeren van de schietstoel gedaan wordt als schrikreactie op een situatie die als hopeloos wordt ervaren.

De opties voor het activeren van de ejection sequence staan dus nog allebei open:

Activeren door brokstukken tijdens de botsing:

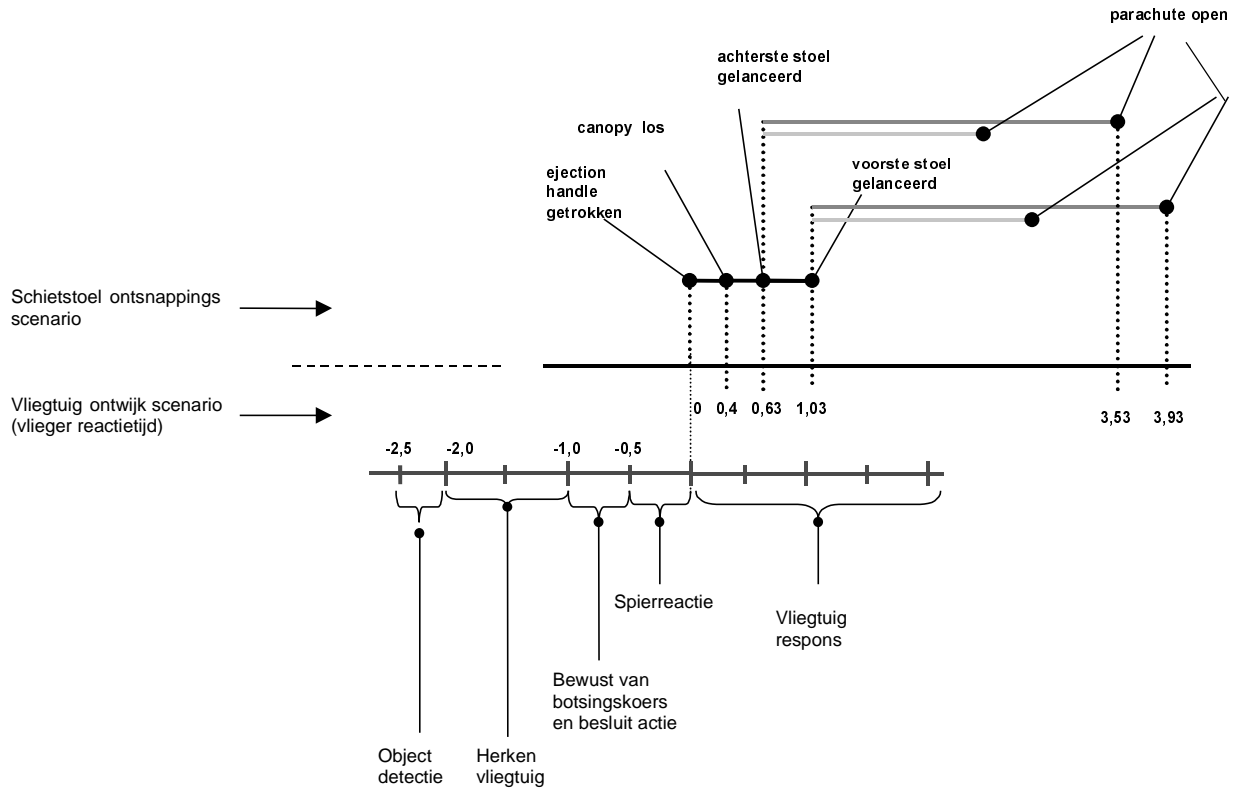
- Voor: logischer dan “trekken” als vliegerreactie,
- Tegen: wordt niet ondersteund door schade aan de D-ring, die met grote waarschijnlijkheid het middel van initiatie is geweest.

Activeren door de vlieger als schrikreactie:

- Voor: ondersteund door de schade aan het activatiemechanisme (contact met brokstukken in “getrokken” toestand),
- Tegen: niet erg logisch, wel mogelijk.

Op basis van het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat geen van beide opties weggeredeneerd kan worden, maar dat activering door de vlieger beter ondersteund wordt. Het laatst mogelijke moment van geactiveerd zijn van de ejection sequence ligt dan net voor “begin canopy release” omdat op het moment van de botsing de canopy nog bij het vliegtuig was en de vlieger na de botsing niet meer in staat was tot activeren.





Figuur 5-1: Tijdlijnen cognitieve reactie en ejection sequence gecombineerd

### **5.3 Baanreconstructie**

In deze paragraaf worden de in hoofdstuk 4 weergegeven gegevens in samenhang geanalyseerd.

#### **5.3.1 Nauwkeurigheid hoogteregistraties F-16**

Zoals in Hoofdstuk 4 is aangegeven is het hoogteverloop van de F-16 (FB-19) door een tweetal systemen geregistreerd, te weten door de Mode-C hoogteresponsies naar radarstations en door de Seat Data Recorder van de F-16. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op nauwkeurigheid van deze registraties.

##### **5.3.1.1 Mode-C**

De hoogte die door de Mode-C transponder van de F-16 wordt uitgezonden naar SSR stations is identiek aan de zogenaamde ‘Identification Friend or Foe (IFF)’ hoogte. Deze hoogte is direct afkomstig uit de Central Air Data Computer (CADC) van de F-16. Deze computer ontvangt informatie rechtstreeks van het pitot statische druk systeem (de zgn. “nose mounted air data probe”). Deze statische druk wordt omgezet in een digitaal signaal, waarna het intern wordt gecorrigeerd voor instrumentfouten van het pitot statische druksysteem. Volgens de ontwerpspecificatie bepaalt de CADC de drukhoogte met een nauwkeurigheid van +/- 20 voet. Door de Mode-C transponder wordt de hoogte afkomstig van de CADC afgerond naar het dichtst bij zijnde “Flight Level”, alvorens te worden verzonden naar een ondervragend SSR station. Volgens internationale conventies worden Flight Levels (FL) weergegeven in eenheden van 100 voet.

Door deze afronding wordt een extra onnauwkeurigheid van +/- 50 voet geïntroduceerd. Beide onnauwkeurigheden dienen te worden gesommeerd teneinde de tolerantie van het Mode-C hoogte signaal te bepalen. De totale onnauwkeurigheid is derhalve +/- 70 voet.

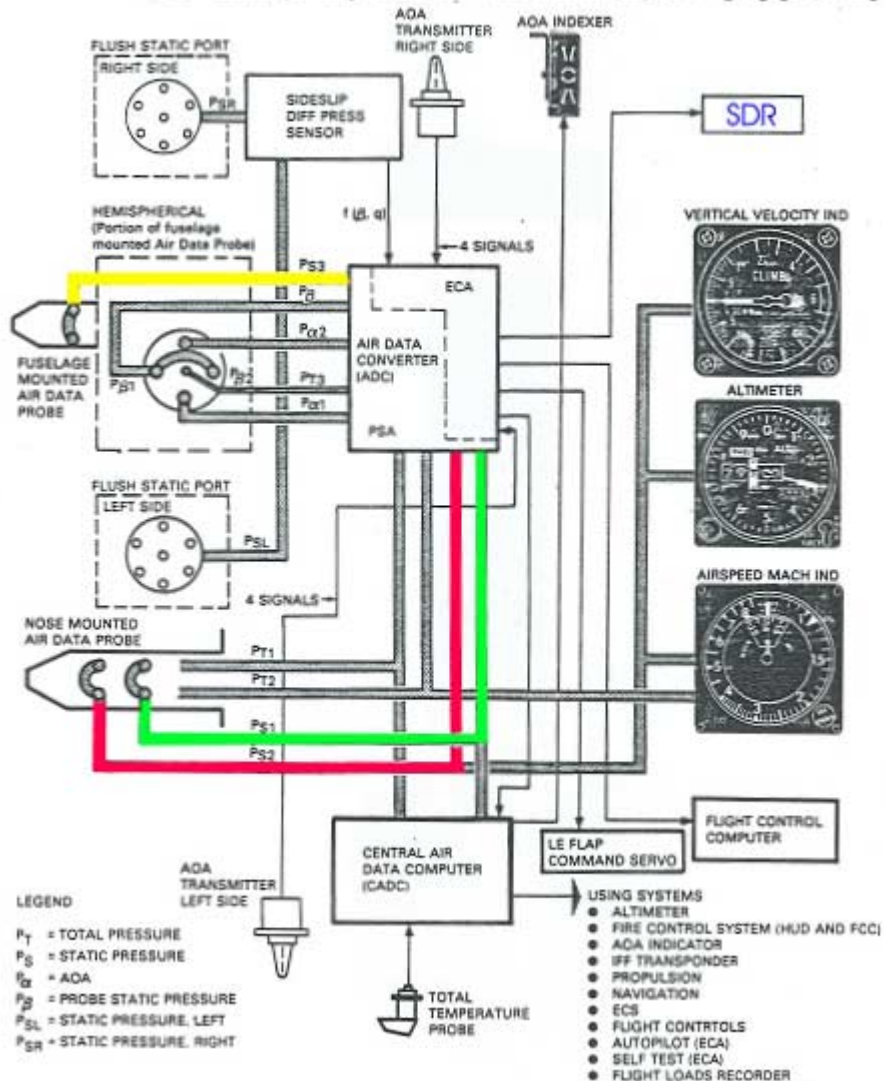
Ter illustratie: een Mode-C hoogte op FL10 geeft in werkelijkheid aan dat de hoogte tussen 930 en 1070 voet ligt.

Deze hoogte is ongecorrigeerde hoogte (de zgn. QNE). Dat wil zeggen dat de hoogtebepaling uitgaat van 1013.2 hPa op zeeniveau, onafhankelijk van de werkelijk heersende luchtdruk op zeeniveau.

##### **5.3.1.2 Seat Data Recorder**

De Seat Data Recorder in de F-16 is met name bedoeld voor onderhoudsdoeleinden. Hiervoor is een zeer nauwkeurige registratie van de hoogte niet vereist. De SDR is derhalve, met name waar het de registratie van de hoogte betreft, een grof instrument.

### Air Data System Schematic (Typical)



Figuur 5-2: Schematische weergave van het F-16 Air Data System

De nauwkeurigheid van hoogte die door de SDR wordt geregistreerd wijkt af van de nauwkeurigheid van de Mode-C hoogte als gevolg van het feit dat deze hoogte een ander verwerkingstraject volgt. Ter illustratie is in Figuur 5-2 een schematische weergave van het Air Data System gegeven. Hieruit blijkt dat de hoogte die de SDR registreert rechtstreeks afkomstig is uit de Pneumatic System Assembly, en na de analoog/digitaal conversie in de Electronic Component Assembly (ECA) digitaal wordt opgeslagen in de SDR.

In dit proces vindt geen calibratie van de drukmeting plaats (zoals wel plaatsvindt in CADC). Hierdoor is de hoogtenauwkeurigheid direct afhankelijk van de kwaliteit van de drukmeters in de PSA. Volgens de ontwerpspecificatie hebben de ongecorrigeerde drukhoogtemeters een nauwkeurigheid van +/- 109 voet op lage hoogte. Deze nauwkeurigheid is equivalent aan 3,9 hPa nauwkeurigheid van de gemeten statische druk.



Een tweede bron van onnauwkeurigheid betreft de conversie van het analoge druksignaal naar digitale hoogte. De hoogte wordt hierbij opgeslagen in een 8-bits datawoord. Aangezien de hoogte over een groot bereik opgeslagen moet kunnen worden komt de waarde van het minst significante bit (LSB) in het datawoord overeen met een relatief grote stap in hoogte. Op lage hoogte komt een verandering van het LSB overeen met een stap in de hoogte van 115 voet. Ter illustratie, een gemeten statische druk tussen 976.52 en 980.62 hPa levert nominaal een registratie van 1017 voet op, terwijl deze drukken equivalent zijn aan een standaard barometrische hoogte tussen 902 en 1017 voet.

Een aanvullende bron van onnauwkeurigheid betreft de kwaliteit van de gebruikte analoog/digitaal (A/D) converter. Hoewel er bij Lockheed-Martin geen ontwerpspecificatie bestaat ten aanzien van de vereiste nauwkeurigheid van het A/D conversie proces dat plaatsvindt in de ECA, is er wel een vendor-specificatie van de gebruikte A/D converter beschikbaar. Uit deze specificatie blijkt (bron: LM) dat deze A/D converter een onnauwkeurigheid kan introduceren van +/- 2 LSB. Dit is met name het geval wanneer de analoge spanningsmeter werkt aan het eind van zijn bereik (10 V). In het onderhavige geval (lage hoogte, en dus hoge druk) heeft de voltmeter bijna de maximale spanning. Hierdoor is het aannemelijk dat de A/D conversie een onnauwkeurigheid van +/- 2 LSB introduceert.

Op basis van de hierboven beschreven foutenbronnen in de hoogteregistratie in de SDR kan bepaald worden welke marges van toepassing zijn op de werkelijk geregistreerde waarde in de SDR.

Dit berekeningsproces wordt geïllustreerd aan de hand van Tabel 5-7, door uitgaande van de nominale drukken die horen bij een bepaalde hoogteregistratie rekening te houden met de fouten die kunnen optreden. Hiermee kan de totale hoogtemarge bepaald worden die hoort bij een specifieke SDR hoogteregistratie. Voor het hier relevante hoogtebereik zijn deze marges tevens weergegeven in Tabel 5-7.

Tabel 5-7: Foutenmarges in de SDR hoogteregistraties.

SDR geprinte hoogte (voet)	Nominale Statische druk. (Pa)		A/D conversie fout +/- 2 LSB		PSA tolerantie (+/- 390 Pa)		Equivalenten Standaard Baro Hoogte (voet)	
	hoogste	laagste	hoogste	laagste	hoogste	laagste	hoogste	laagste
1249	96831.5	97241.8	96010.9	98062.4	95620.9	98452.4	1595	794
1133	97241.8	97652.1	96421.2	98472.7	96031.2	98862.7	1477	679
1017	97652.1	98062.4	96831.5	98883.0	96441.5	99273.0	1361	565
902	98062.4	98472.7	97241.8	99293.3	96851.8	99683.3	1244	451
787	98472.7	98883.0	97652.1	99703.6	97262.1	100093.6	1128	338
672	98883.0	99293.3	98062.4	100113.9	97672.4	100503.9	1012	225
559	99293.3	99703.6	98472.7	100524.2	98082.7	100914.2	897	112
445	99703.6	100113.9	98883.0	100934.5	98493.0	101324.5	782	0
332	100113.9	100524.2	99293.3	101344.8	98903.3	101734.8	668	-112
219	100524.2	100934.5	99703.6	101755.1	99313.6	102145.1	554	-223
106	100934.5	101344.8	100113.9	102165.4	99723.9	102555.4	440	-334
-6	101344.8	101755.1	100524.2	102575.7	100134.2	102965.7	327	-445
-118	101755.1	102165.4	100934.5	102986.0	100544.5	103376.0	214	-556
-229	102165.4	102575.7	101344.8	103396.3	100954.8	103786.3	101	-666
-341	102575.7	102986.0	101755.1	103806.6	101365.1	104196.6	-11	-775



### 5.3.2 Nauwkeurigheid radarsystemen

In Hoofdstuk 4 is beschreven welke systemen het verloop van positie en hoogte van de F-16 (FB-19) hebben geregistreerd. Hieruit blijkt dat deze systemen in het algemeen consistente waarnemingen hebben gedaan.

Op enkele punten verschillen de waarnemingen echter, te weten:

- De hoogteregeertraties van het ARTAS tracker systeem van het Eurocontrol verkeersleidingscentrum in Maastricht, en de gegevens die vanuit dit centrum naar gebruikers (incl. "Dutch Mil" in Nieuw Milligen) verzonden worden vertonen een variërende tijdvertraging van 1 à 2 seconden ten opzichte van de registraties van de registraties van de Eelde radar;
- De baanpredicties die het ARTAS tracker systeem uitvoert leiden tot een significante afwijking in de vliegtuigpositie tijdens scherpe bochten;
- Het baanpredictie-algoritme van het ARTAS tracker systeem geeft een aantal positie- en hoogte-registraties na de laatste waarneming van de Eelde radar.

Op basis van het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de gegevens van de Eelde radar de meest nauwkeurige bron vormen voor de reconstructie van de vliegbaan van de FB-19. De nauwkeurigheid van de geregistreerde hoogte is direct gekoppeld aan de nauwkeurigheid van het meetsysteem van de F-16 (zie par. 5.3.1.1). De waarnemingen van de radarstations voegen verder geen significante onnauwkeurigheid toe.

### 5.3.3 Barometrische correctie

De hoogte die via Mode-C en de SDR wordt geregistreerd betreft de standaard barometrische hoogte (de zgn. QNE). Dat wil zeggen dat bij de omrekening van druk naar hoogte wordt uitgegaan van de ICAO standaardatmosfeer, met een standaard statische druk op zeeniveau van 1013.25 hPa.

Indien de werkelijke atmosfeer afwijkt van de standaard atmosfeer geeft dit aanleiding tot een fout in de weergegeven hoogte.

De standaard druk was lokaal (in de buurt van Sellingen) ten tijde van het ongeval 1026 hPa (zie par. 1.3). In werkelijkheid betekent dit dat de druk tussen 1025.5 en 1026.5 hPa is geweest. Met behulp van dit gegeven kan een correctie worden uitgevoerd op de geregistreerde (standaard) barometrische hoogte. In onderstaande tabel is voor een hoogtebereik van 0 tot 1000 voet aangegeven welke correcties van toepassing zijn voor een gegeven druk op zeeniveau van 1026 hPa. Tevens is hierbij aangegeven tot welke marges deze correctie aanleiding geeft als gevolg van het feit dat de gegeven druk in hele eenheden hPa bekend is, en dus een onzekerheid heeft van +/- 0.5 hPa.



Tabel 5-8: Correctietabel voor standaard (QNE) naar gecorrigeerde (QNH) hoogte voor een statische druk van 1026 hPa op zeeniveau.

QNE (voet)	QNH (voet) bij gegeven druk op SL			
	(1013.25 hPa)	(1025.5 hPa)	(1026 hPa)	(1026.5 hPa)
0	332	346	359	
100	432	445	459	
200	532	545	559	
300	631	645	658	
400	731	745	758	
500	831	844	858	
600	931	944	958	
700	1031	1044	1057	
800	1130	1144	1157	
900	1230	1243	1257	
1000	1330	1343	1357	

Met behulp van Tabel 5-8 kan de geregistreerde hoogte, afkomstig van zowel de SSR stations als de SDR, gecorrigeerd worden naar werkelijke drukhoogte boven zeeniveau.

#### 5.3.4 Tijdsynchronisatie van de SDR

In paragraaf 4.2.2 is aangegeven dat de SDR wordt gestart op het moment dat de “Weight-on-Wheels switch” van de F-16 wordt afgeschakeld, d.w.z. op het moment van loskomen.

Om de tijdbasis van de SDR te kunnen synchroniseren met UTC tijd, is het nodig om het moment van lift-off van de FB-19 vanaf Kleine Brogel vast te stellen.

De Belgische Luchtmacht heeft op basis van gegevens van het HUD video recording systeem van het tweede vliegtuig in de formatie (de FB-17) een zo goed mogelijke schatting gemaakt van het moment van lift-off. Deze schatting is gebaseerd op het feit dat het video recording systeem aangaat 00:10:08 na de start, op tijdstip 10:29:36, op basis van de Data Entry Display (DED) weergave in de HUD. Deze tijd is gebaseerd op de GPS tijd, maar wel gecorrigeerd voor het verschil van 13 seconden (“leap seconds”) dat bestaat tussen GPS tijd en UTC tijd. Hierdoor is dit tijdstip een goede weergave van de momentane UTC tijd.

Uitgaande van een gemiddelde tijdsduur van stilstand van tot lift-off van 18 seconden, kan het moment van lift-off geschat worden.

Dit resulteert in de volgende schatting van het tijdstip van aanschakelen van de SDR:

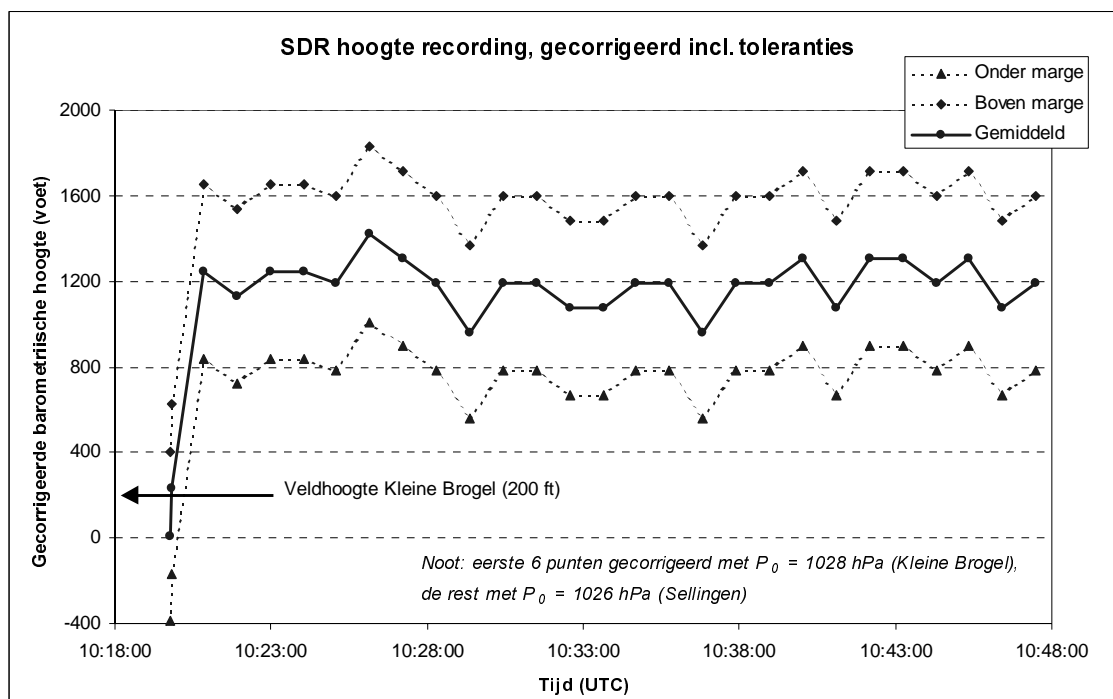
$$T_{0\_SDR} = 10:29:36 - 00:10:08 + 00:00:18 = 10:19:46 \text{ (UTC)}$$



### 5.3.5 Reconstructie van de vlieghoogte

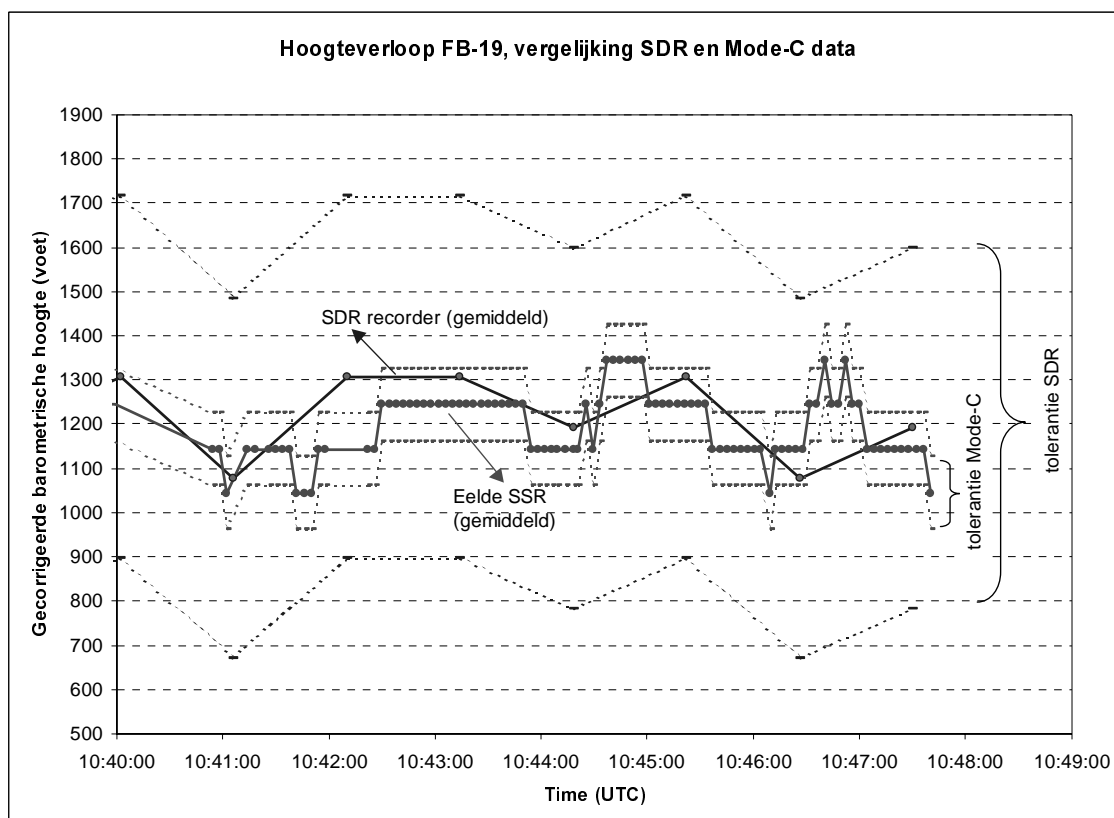
Op basis van de gegevens gepresenteerd in paragraaf 4.2 kan een reconstructie gemaakt worden van het hoogteprofiel van de FB-19 vanaf vertrek van Kleine Brogel tot kort voor het moment van de botsing boven Sellingen. Door gebruik te maken van de analyse van de nauwkeurigheid van het hoogtemeetsysteem van de F-16 (zie par. 5.3.1) en de barometrische correcties (zie par. 5.3.3) kan het hoogteprofiel gereconstrueerd worden, inclusief een onder- en bovengrens waarbinnen met grote mate van waarschijnlijkheid de werkelijke hoogte zich heeft bevonden. Door de tijdsynchronisatie van de SDR (zie par. 5.3.4) kan het hoogteverloop van de SDR en dat van de radarstations met elkaar in de tijd vergeleken worden.

Op basis van de analyse in par. 5.3.2 is gekozen om het hoogteprofiel afkomstig van het radarstation Eelde hierbij als uitgangspunt te nemen.



Figuur 5-3: Hoogteverloop volgens SDR, inclusief tolerantie

In Figuur 5-3 is het werkelijke hoogteverloop weergegeven vanaf het moment van take-off van Kleine Brogel, zoals afgeleid uit de SDR registraties, inclusief de tolerantieband die daarbij van toepassing is.

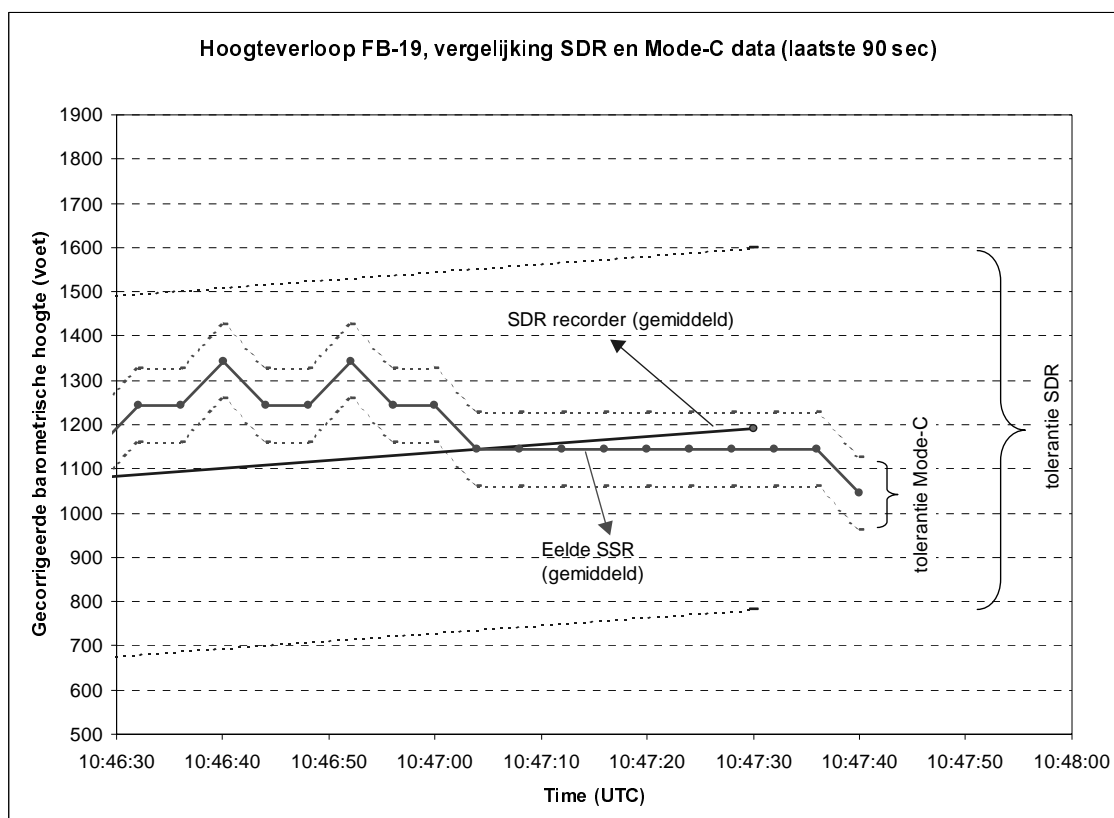


Figuur 5-4: Hoogteverloop FB-19, vergelijking SDR en Mode-C gegevens.

In Figuur 5-4 wordt een vergelijking gemaakt met de hoogte zoals geregistreerd door het Eelde radarstation en de SDR gegevens over de tijdsperiode waarin beide gegevens beschikbaar zijn. Hieruit blijkt dat beide bronnen een consistent hoogteverloop geven. Uit Figuur 5-4 blijkt tevens dat met een grote mate van waarschijnlijkheid de FB-19 in de tijdsperiode van circa 7 minuten voor de botsing enkele malen gedurende korte perioden (< 10 seconden) beneden 1200 voet hoogte heeft gevlogen. Ook de laatst waargenomen hoogte is beneden 1200 voet. De hoogtevariaties lijken periodiek plaats te vinden, waarbij de gemiddelde hoogte rond 1200 voet is. Er is niet duidelijk sprake van een dalende of stijgende trend in het hoogteverloop.

In Figuur 5-5 wordt ingezoomd op de laatste anderhalve minuut van de vlucht. De getrokken lijnen in Figuur 5-5 verbinden de datapunten van de gemiddelde waarden.





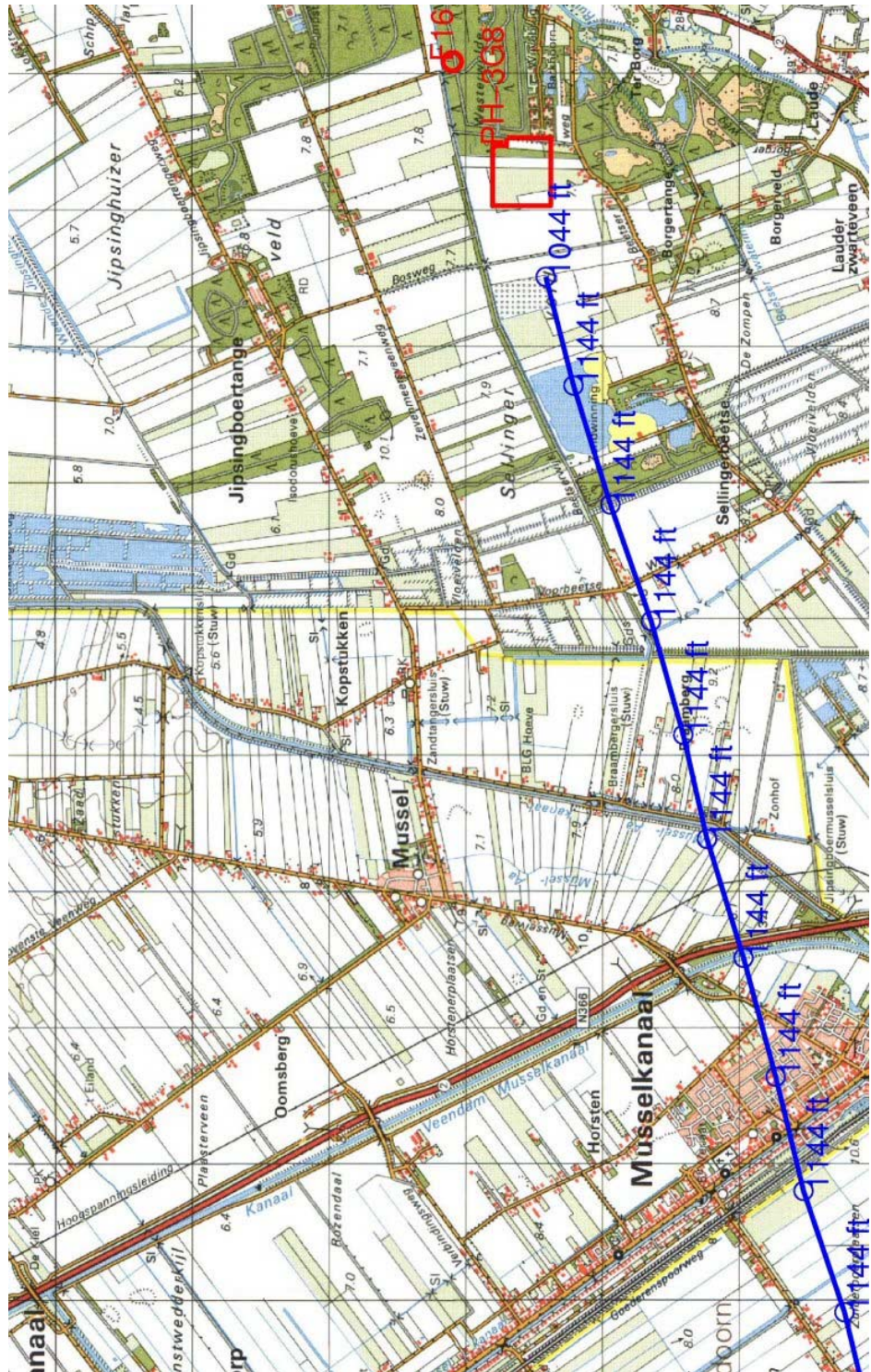
Figuur 5-5: Hoogteverloop FB-19, vergelijking SDR en Mode-C gegevens (laatste 90 sec).

De getrokken lijn die van toepassing is voor de SDR kan, vanwege de lage update frequentie en grote onzekerheid, niet geïnterpreteerd worden als een stijgende trend. Uit Figuur 5-5 wordt zichtbaar dat de FB-19 kort voor de botsing iets lijkt te zijn gaan dalen. De laatst waargenomen hoogte is 1044 voet met een onzekerheidsmarge van +/- 83 voet. Deze onzekerheidsmarge is opgebouwd uit de som van de onzekerheid in de Mode-C responsie van de F-16 (+/- 50 voet van de transponder en +/- 20 voet van de CADC, zie par. 5.3.1.1) en de onzekerheid in de barometrische hoogtecorrectie (+/- 13 voet, zie tabel 5-8).

### 5.3.6 Reconstructie van de vliegbaan

De positie gegevens van het Eelde radarstation omtrent het door de FB-19 gevlogen traject zijn weergegeven in het zgn. WGS84 coördinatensysteem. Deze coördinaten zijn omgezet naar het zgn. Rijksdriehoek coördinaten-systeem, waarmee de gevlogen baan nauwkeurig op een stafkaart weergegeven kan worden. In Figuur 5-6 is de radarbaan van de FB-19, afkomstig van het Eelde radarstation, op deze wijze op een stafkaart van Sellingen en omgeving geplote. Hierbij zijn de positie-datapunten gelabeld met de overeenkomstige (gemiddelde) gecorrigeerde Mode-C hoogte. Het grid in de plot is gegeven in vierkanten van 1 km<sup>2</sup>.

Uit deze figuur kan worden afgeleid dat het laatste datapunt zich bevindt op circa 500 meter van de dichtstbijzijnde rand van het crashgebied van de ULV. De verste rand van het crashgebied ligt op circa 1 km. Dit betekent dat de FB-19 zich 2 tot 4 seconden na de laatste radarpositie-weergave boven het crashgebied heeft bevonden.



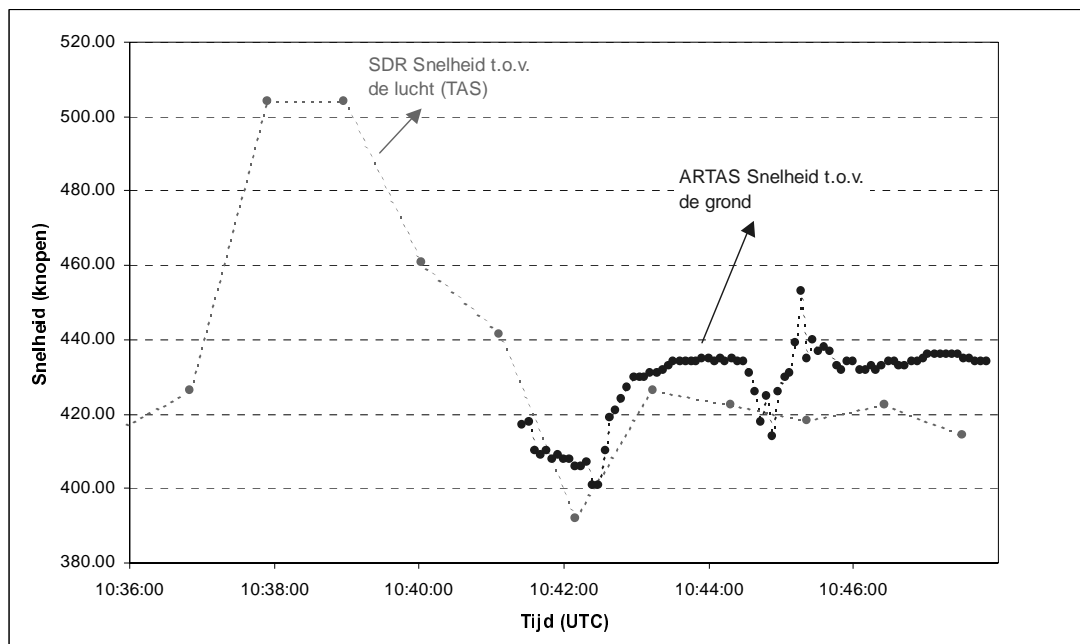
Figuur 5-6: Plot radarbaan FB-19 (Eelde) op stafkaart Sellingen e.o.



### 5.3.7 Reconstructie van de vliegsnelheid

Op basis van gegevens uit de SDR (par. 4.2.2) en het ARTAS tracker systeem (par. 4.2.1) kan een vergelijking gemaakt worden van het verloop van de snelheid van de FB-19.

Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat de snelheid die door de SDR wordt geregistreerd, de zogenaamde Calibrated Airspeed (CAS) is. Radarsystemen kunnen uitsluitend de snelheid ten opzichte van de grond schatten, op basis van de waargenomen positiegegevens. Om beide grootheden vergelijkbaar te maken dient de CAS allereerst omgerekend te worden naar werkelijke snelheid ten opzichte van de lucht (de zgn. True Airspeed, TAS). Een verschil tussen TAS en grondsnelheid kan nog veroorzaakt worden door de wind. Aangezien alleen de globale windsituatie bekend is, is geen verdere correctie uitgevoerd op de TAS. In Figuur 5-7 worden de TAS (vanuit de SDR) en de grondsnelheid (van ARTAS) met elkaar vergeleken. Hieruit blijkt een consistent snelheidsverloop. De snelheid uit de SDR is, gemiddeld genomen, circa 10 knopen lager dan de grondsnelheid van ARTAS. Aangezien een noordwestelijke wind van ongeveer 10 knopen heerste, en de koers van de FB-19 overwegend oostelijk was (m.n. tijdens het laatste gedeelte) kan hieruit gedeeltelijk dit (relatief kleine) verschil verklaard worden.



Figuur 5-7: Vergelijking snelheid op basis van SDR en ARTAS gegevens



### 5.3.8 Botsingshoogte en -tijd

Teneinde een zo nauwkeurig mogelijke schatting te maken van de tijd van de botsing dient tijd-informatie uit verschillende bronnen gecombineerd te worden.

Allereerst is bekend dat de botsing heeft plaats gevonden tussen de check out timing 10:47:10 bij de Nederlandse militaire verkeersleiding in Nieuw Milligen en de terug check in timing 10:48:17 bij de Duitse militaire verkeersleiding in Bremen. Volgens de radiotranscriptie van de verkeersleiding in Bremen, heeft melding van het ongeval plaatsgevonden om 10:47:47 (bron: Belgische Luchtmacht). De laatste werkelijke radarwaarneming van het radarstation Eelde was om 10:47:40. Zoals blijkt uit par. 5.3.7 was dit op een afstand van .5 to 1 km van het crash gebied. Met de momentane snelheid van de FB-19 wordt deze afstand in 2 tot 4 seconden afgelegd.

Hiermee wordt de best mogelijke schatting voor het tijdstip van de botsing tussen 10:47:42 en 10:47:44. Dit is consistent met het iets latere tijdstip van de crash melding aan Bremen.

De botsingshoogte is niet bekend omdat daarover geen gegevens bewaard zijn gebleven, en onderzoek aan de vlieginstrumenten daarover geen uitsluitel biedt. Wel kan een schatting worden gemaakt van de vlieghoogte enkele seconden voor de botsing, op basis van de beschikbare Mode-C gegevens. In paragraaf 5.3.5 is aangegeven dat de laatste geregistreerde hoogte 1044 voet bedraagt, met een onzekerheidsmarge van +/- 83 voet. Deze onzekerheidsmarge is conservatief (pessimistisch) geschat. De kans dat het vliegtuig zich daadwerkelijk nabij de genoemde 1044 voet bevond is groter dan de kans dat het vliegtuig zich nabij de grenzen van de onzekerheidsmarge bevond.

De botsing vond plaats 2 à 4 seconden na het punt waarvoor de bovengenoemde hoogtegegevens bekend zijn. Aangezien het vliegtuig na dit punt nog 2 à 4 seconden heeft gevlogen, is het mogelijk dat het in deze tijd nog is gestegen of gedaald. Of dat ook daadwerkelijk het geval is, en in welke mate, is niet bekend. Op basis van het vluchtverloop in de minuten voorafgaand aan de botsing blijkt dat het vliegtuig ongeveer horizontaal vloog, met kleine hoogtewisselingen naar boven en naar beneden. Van de 21 kleine hoogtewisselingen in de laatste 8 minuten voor de botsing was nimmer sprake van een wisseling met meer dan 1 flightlevel (100 voet) per 4 seconden (1 radarsweep). Deze fluctuaties introduceren een extra onzekerheid t.a.v. de botsingshoogte.



#### **5.4 Sequence of events**

De F-16, met de voorste vlieger als Pilot In Command, vliegt met een constante snelheid van iets boven de 400 knopen, een constante koers van ongeveer 77 graden, en een hoogte van rond de 1100 voet. De ULV vliegt in de buurt van Westerwolde op dezelfde hoogte, met onbekende snelheid (50 tot 80 knopen), mogelijk ongeveer in noordwestelijke richting. De F-16-vlieger neemt de ULV niet waar tot het te laat is, en de toestellen komen met elkaar in botsing. De ULV desintegreert bij de botsing en stort in kleine delen neer nabij het botsingspunt. De vlieger komt om. De F-16 heeft bij de botsing grote delen van de neussectie verloren en is niet meer bestuurbaar; de voorste vlieger is dodelijk verwond door brokstukken. Tijdens of juist voor de botsing is de ejection sequence gestart en beurtelings worden de achterste en de voorste vlieger uit het toestel geschoten. Ongeveer een kilometer verder in noordoostelijke richting stort de F-16 neer en vliegt in brand. De vliegers komen aan hun parachutes neer in de buurt van het wrak. De achterste vlieger overleeft het ongeval met relatief lichte verwondingen.

#### **5.5 Factoren**

Een aantal factoren heeft bijgedragen aan dit ongeval.

- Visuele waarneming vanuit de F-16. De snelheid van de FB-19 was ongeveer 430 knopen (GS). Dit komt overeen met plm. 215 meter per seconde. De ULV had een snelheid van 50 tot 80 knopen, ongeveer 25 tot 40 meter per seconde. De ULV zal dus, ook als hij niet op een botsingskoers lag, relatief stil gestaan hebben in het blikveld van de F-16 vlieger.
- Visuele waarneming vanuit de ULV. Door de interceptiekoers van de F-16 (van linksvoor) bevond het toestel zich niet in het directe blikveld van de ULV-vlieger. Daardoor, door gebrek aan waarnemingstijd als gevolg van de hoge naderingssnelheid, en doordat de F-16 geen relatieve beweging vertoonde in zijn blikveld heeft hij het toestel hoogstwaarschijnlijk niet waargenomen.
- Apparatuur. Geen van beide toestellen had apparatuur aan boord specifiek bedoeld voor collision avoidance. Ook de wel aanwezige transponder en de F-16 gevechtsradar had voor dit doel geen nut. Effectief werd er dus door beide bestuurders op zicht gevlogen.
- Zichtbaarheid van de ULV. Door de minimale afmetingen en de lichte kleurstelling (wit met rode accenten) in combinatie met het ontbreken van direct opvallend zonlicht was het toestel ondanks het redelijk goede zicht moeilijk waarneembaar.

### **6 Conclusies**

#### **6.1 Algemeen**

1. De wrakstukken van de FB-19 zijn teruggevonden op de positie: 52° 57,13' N, 7° 7,77' E.
2. De wrakstukken van de PH-3G8 zijn teruggevonden op de positie: 52° 56,89' N, 7° 7,12' E.
3. De voor de baanreconstructie van de F-16 gebruikte dataset is als consistent en vertrouwenwekkend aan te merken. De reconstructie kan beschouwd worden als een betrouwbare weergave van de werkelijke gebeurtenissen.



4. De botsing is geschat tussen 10:47:42 en 10:47:44 UTC te hebben plaatsgevonden.
5. Enkele seconden ( 2 à 4) vóór de botsing bevond de F-16 zich op een hoogte van 1044 voet +/- 83 voet. Het onbekende vluchtverloop in de laatste seconden tot de botsing introduceert een extra, niet nader te bepalen, onzekerheid ten aanzien van de botsingshoogte.
6. De F-16 kwam ten opzichte van de ULV uit de richting links-voor. Er zijn geen indicaties van pogingen tot ontwijken.

## **6.2 Operationeel**

1. De separatie van beide toestellen kon effectief alleen op zicht gebeuren. Er was geen apparatuur aan boord om botsingen te voorkomen.
2. Het opmerken van de F-16 door de ULV-vlieger is bemoeilijkt door de hoge naderingssnelheid en het stilstaan in zijn blikveld.
3. Het ontwijken door de F-16-vlieger is moeilijker gemaakt door het grote snelheidsverschil (korte beschikbare tijd vanaf moment mogelijke eerste detectie).
4. Het opmerken van de ULV door de F-16-vlieger is moeilijker gemaakt door de afmetingen van de ULV en de kleurstelling in combinatie met de zeer lage hoeksnelheid in het blikveld en de zichtomstandigheden.
5. De ejection sequence van de F-16 is geactiveerd door het trekken van de D-ring op de voorste schietstoel, mogelijk als schrikreactie van de voorste vlieger. Activering door brokstukken is een minder plausibel maar toch aanwezig alternatief.



## **Appendix A : SDR- en Radargegevens**

Figuur A-1 en Figuur A-2 geven een overzicht van de relevante punten op de uitdraai van de Seat Data Recorder. Er zijn op basis van de bit settings geen aanwijzingen voor technische mankementen aan het vliegtuig.

Tabel A-1 tot en met A-5 geeft een overzicht van geregistreeerde radargegevens.







```
*****
**                               FLIGHT DATA RECORDER                               **
**                               TEST PROGRAM                                         **
*****
```

```
LRU NAME:                               FLIGHT DATA RECORDER
LRU PART NUMBER:                         16C0200-809
LRU SERIAL NUMBER:                       81755C1415
TEST PROGRAM NUMBER:                     1614-4066P1B
TEST STATION:                            COMPUTER INERTIAL
TEST STATION SERIAL NO:                  35
TEST STATION MOD:                        0
```

BELOW ARE THE BIT ASSIGNMENTS FOR THE MANCHESTER DATA WORD:

1	PS - A	17	AOA - R / AOA - SM
2	PS - B	18	CADC
3	PS - C	19	LEF CMD 1/2
4	PS - D	20	LEF CMD 2/3
5	QC - A	21	LEF CMD 3/1
6	QC - B	22	LEF SERVO 1
7	QC - C	23	LEF SERVO 2
8	QC - D	24	DUAL PS
9	Q/P - A	25	DUAL QC
10	Q/P - B	26	DUAL Q/P
11	Q/P - C	27	DUAL AOA
12	Q/P - D	28	SPARE
13	AOA - L - ELEM	29	ADC LIGHT
14	AOA - R - ELEM	30	LEF LIGHT
15	AOA - L/AOA - R	31	SELF TEST
16	AOA - L/AOA - SM	32	BATTERY
EOF	END OF FLIGHT		

LOGIC 1 IS THE NORMAL <RESET> STATE AND  
LOGIC 0 IS THE FAILED <SET> STATE.  
A \* AHEAD OF THE TIME DENOTES A 64 SEC UPDATE RECORDING.

TIME	32 DATA BITS	AOA	AIR SPEED	ALTITUDE	EOF
	333222222222221111111111				
	21098765432109876543210987654321	<DEG>	<KNOTS>	<FEET>	
0:00:00	01111111111111111111111111111111	5.68	142	-341	0
0:00:02	01111111111111111111111111111111	10.36	168	-118	0
*0:01:04	01111111111111111111111111111111	2.86	359	902	0
0:02:08	01111111111111111111111111111111	7.08	339	787	0
0:03:12	01111111111111111111111111111111	2.86	344	902	0
0:04:16	01111111111111111111111111111111	2.86	359	902	0
0:05:20	01111111111111111111111111111111	2.86	344	902	0
0:06:24	01111111111111111111111111111111	2.86	344	1133	0
0:07:28	01111111111111111111111111111111	3.33	333	1017	0
0:08:32	01111111111111111111111111111111	1.92	373	902	0
0:09:36	01111111111111111111111111111111	2.63	396	673	0
0:10:40	01111111111111111111111111111111	1.92	413	902	0
0:11:44	01111111111111111111111111111111	1.92	417	902	0
0:12:48	01111111111111111111111111111111	2.16	405	787	0
0:13:52	01111111111111111111111111111111	1.69	425	787	0
0:14:56	01111111111111111111111111111111	1.69	417	902	0
0:16:00	01111111111111111111111111111111	2.16	409	902	0
0:17:04	01111111111111111111111111111111	2.16	421	673	0
0:18:08	01111111111111111111111111111111	1.22	498	902	0
0:19:12	01111111111111111111111111111111	1.22	498	902	0
0:20:16	01111111111111111111111111111111	4.50	455	1017	0
0:21:20	01111111111111111111111111111111	2.16	436	787	0
0:22:24	01111111111111111111111111111111	4.50	387	1017	0
0:23:28	01111111111111111111111111111111	1.92	421	1017	0
0:24:32	01111111111111111111111111111111	1.92	417	902	0
0:25:36	01111111111111111111111111111111	1.46	413	1017	0
0:26:40	01111111111111111111111111111111	1.92	417	787	0
0:27:44	01111111111111111111111111111111	1.69	409	902	0
0:28:48	01111111111111111111111111111111	4.50	258	29801	0

Figuur A-2: Uitraai Seat Data Recorder, Flight Control Computer deel.



<b>FB-19 Baangegevens van Eelde radar</b>							
UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>	UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>
[uu:mm:ss]	[graden]	[graden]	[voet]	[uu:mm:ss]	[graden]	[graden]	[voet]
10:41:30	52.588	6.326	800	10:44:49	52.852	6.567	1000
10:41:34	52.593	6.319	800	10:44:53	52.856	6.579	1000
10:41:38	52.598	6.308	800	10:44:57	52.863	6.588	1000
10:41:42	52.603	6.298	700	10:45:01	52.869	6.596	900
10:41:46	52.606	6.288	700	10:45:05	52.876	6.606	900
10:41:50	52.611	6.277	700	10:45:09	52.880	6.618	900
10:41:54	52.615	6.267	800	10:45:13	52.881	6.632	900
10:41:58	52.619	6.256	800	10:45:17	52.882	6.644	900
10:42:22	52.658	6.243	800	10:45:21	52.883	6.657	900
10:42:26	52.664	6.251	800	10:45:25	52.884	6.671	900
10:42:30	52.670	6.258	900	10:45:29	52.885	6.683	900
10:42:34	52.676	6.267	900	10:45:33	52.886	6.697	900
10:42:38	52.682	6.275	900	10:45:37	52.888	6.710	800
10:42:42	52.689	6.282	900	10:45:41	52.889	6.722	800
10:42:46	52.695	6.291	900	10:45:45	52.890	6.736	800
10:42:50	52.701	6.300	900	10:45:49	52.892	6.748	800
10:42:54	52.707	6.308	900	10:45:53	52.894	6.762	800
10:42:58	52.713	6.316	900	10:45:57	52.895	6.774	800
10:43:02	52.720	6.324	900	10:46:01	52.897	6.787	800
10:43:06	52.726	6.331	900	10:46:04	52.899	6.799	800
10:43:10	52.732	6.340	900	10:46:09	52.901	6.813	700
10:43:14	52.739	6.347	900	10:46:12	52.903	6.826	800
10:43:18	52.745	6.356	900	10:46:16	52.904	6.838	800
10:43:22	52.752	6.363	900	10:46:20	52.907	6.851	800
10:43:26	52.758	6.371	900	10:46:24	52.908	6.864	800
10:43:30	52.764	6.379	900	10:46:28	52.911	6.877	800
10:43:34	52.771	6.387	900	10:46:32	52.912	6.889	900
10:43:38	52.777	6.395	900	10:46:36	52.914	6.902	900
10:43:42	52.784	6.403	900	10:46:40	52.916	6.915	1000
10:43:46	52.790	6.411	900	10:46:44	52.918	6.928	900
10:43:50	52.797	6.418	900	10:46:48	52.920	6.941	900
10:43:54	52.803	6.427	800	10:46:52	52.922	6.954	1000
10:43:58	52.809	6.433	800	10:46:56	52.925	6.967	900
10:44:02	52.816	6.441	800	10:47:00	52.927	6.980	900
10:44:06	52.822	6.451	800	10:47:04	52.928	6.992	800
10:44:09	52.829	6.457	800	10:47:08	52.931	7.006	800
10:44:14	52.835	6.465	800	10:47:12	52.933	7.018	800
10:44:18	52.841	6.474	800	10:47:16	52.934	7.031	800
10:44:21	52.848	6.481	800	10:47:20	52.937	7.044	800
10:44:25	52.853	6.491	900	10:47:24	52.938	7.056	800
10:44:29	52.854	6.503	800	10:47:28	52.940	7.068	800
10:44:33	52.853	6.515	900	10:47:32	52.943	7.081	800
10:44:37	52.851	6.531	1000	10:47:36	52.945	7.094	800
10:44:41	52.851	6.542	1000	10:47:40	52.946	7.106	700
10:44:45	52.851	6.556	1000				

<sup>1</sup>Ongecorrigeerde drukhoogte (Mode-C), uitgaande van 1013.2 hPa op zeeniveau

Tabel A- 1: FB-19 baangegevens van Eelde Radar



---

***FB-19 Baangegevens van de Den Helder radar***

<b>UTC tijd</b>	<b>Lat</b>	<b>Lon</b>	<b>Hoogte<sup>1</sup></b>
<b>[uu:mm:ss]</b>	<b>[graden]</b>	<b>[graden]</b>	<b>[voet]</b>
10:42:01	52.622	6.254	800
10:42:07	52.631	6.241	800
10:42:13	52.641	6.237	800
10:42:19	52.653	6.241	800
10:42:25	52.661	6.251	800
10:42:31	52.671	6.263	900
10:42:37	52.680	6.275	900
10:42:42	52.688	6.286	900
10:42:49	52.698	6.298	900
10:42:54	52.708	6.310	900
10:43:00	52.716	6.322	900

---

*Tabel A- 2: FB-19 baangegevens van Den Helder Radar*


**FB-19 Baangegevens van de ARTAS tracker**

UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	HDG <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>	UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	HDG <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>		
[uu:mm:ss] [0.sss]	[graden]	[graden]	[voet]	[knopen]	[graden]	[0-7]	[uu:mm:ss] [0.sss]	[graden]	[graden]	[voet]	[knopen]	[graden]	[0-7]		
10:41:32	0.344	52.592	6.322	800	418	313	6	10:44:49	0.141	52.851	6.568	1000	425	94	4
10:41:37	0.141	52.598	6.312	800	410	313	5	10:44:53	0.945	52.853	6.583	1000	414	90	2
10:41:41	0.945	52.604	6.301	800	409	313	3	10:44:58	0.742	52.866	6.589	1000	426	22	7
10:41:46	0.742	52.609	6.288	700	410	311	3	10:45:03	0.539	52.875	6.599	900	430	24	6
10:41:51	0.539	52.614	6.276	700	408	309	3	10:45:08	0.344	52.882	6.610	900	431	33	3
10:41:56	0.344	52.619	6.263	800	409	307	7	10:45:13	0.141	52.885	6.628	900	439	65	5
10:42:01	0.141	52.624	6.251	800	408	307	6	10:45:17	0.945	52.879	6.648	900	453	115	4
10:42:05	0.945	52.629	6.238	800	408	307	5	10:45:22	0.742	52.884	6.663	900	435	89	6
10:42:10	0.742	52.635	6.228	800	406	309	3	10:45:27	0.539	52.886	6.679	900	440	85	6
10:42:15	0.539	52.640	6.216	800	406	309	0	10:45:32	0.344	52.887	6.695	900	437	83	3
10:42:20	0.344	52.653	6.241	800	407	42	1	10:45:37	0.141	52.889	6.711	900	438	83	7
10:42:25	0.141	52.663	6.250	800	401	48	6	10:45:41	0.945	52.890	6.727	800	437	82	3
10:42:29	0.945	52.669	6.261	800	401	58	3	10:45:46	0.742	52.892	6.742	800	433	82	7
10:42:34	0.742	52.677	6.269	900	410	41	4	10:45:51	0.539	52.893	6.757	800	432	82	6
10:42:39	0.539	52.685	6.279	900	419	39	7	10:45:56	0.344	52.895	6.773	800	434	81	4
10:42:44	0.344	52.693	6.288	900	421	38	7	10:46:01	0.141	52.897	6.789	800	434	81	4
10:42:49	0.141	52.700	6.298	900	424	39	4	10:46:05	0.945	52.899	6.804	800	432	80	7
10:42:53	0.945	52.708	6.308	900	427	39	3	10:46:10	0.742	52.902	6.819	700	432	79	7
10:42:58	0.742	52.715	6.318	900	430	39	1	10:46:15	0.539	52.904	6.834	800	433	78	7
10:43:03	0.539	52.723	6.328	900	430	39	7	10:46:20	0.344	52.906	6.850	800	432	78	1
10:43:08	0.344	52.731	6.337	900	430	39	6	10:46:25	0.141	52.909	6.865	800	433	78	4
10:43:13	0.141	52.738	6.347	900	431	39	5	10:46:29	0.945	52.911	6.881	800	434	77	7
10:43:17	0.945	52.746	6.356	900	431	39	3	10:46:34	0.742	52.914	6.896	900	434	76	6
10:43:22	0.742	52.754	6.366	900	432	39	0	10:46:39	0.539	52.916	6.912	900	433	76	4
10:43:27	0.539	52.761	6.376	900	433	38	7	10:46:44	0.344	52.919	6.927	1000	433	76	2
10:43:32	0.344	52.769	6.385	900	434	38	6	10:46:49	0.141	52.921	6.943	900	434	76	3
10:43:37	0.141	52.777	6.394	900	434	38	6	10:46:53	0.945	52.924	6.958	1000	434	76	7
10:43:41	0.945	52.785	6.404	900	434	38	6	10:46:58	0.742	52.926	6.974	900	435	76	5
10:43:46	0.742	52.793	6.413	900	434	37	1	10:47:03	0.539	52.929	6.989	900	436	76	7
10:43:51	0.539	52.801	6.423	900	434	37	7	10:47:08	0.344	52.931	7.005	800	436	76	3
10:43:56	0.344	52.808	6.432	800	435	37	6	10:47:13	0.141	52.934	7.021	800	436	76	6
10:44:01	0.141	52.816	6.441	800	435	37	7	10:47:17	0.945	52.936	7.036	800	436	76	4
10:44:05	0.945	52.824	6.451	800	434	37	4	10:47:22	0.742	52.939	7.051	800	436	76	7
10:44:10	0.742	52.831	6.461	800	435	37	0	10:47:27	0.539	52.941	7.067	800	436	76	5
10:44:15	0.539	52.839	6.470	800	434	37	6	10:47:32	0.344	52.943	7.082	800	435	76	4
10:44:20	0.344	52.847	6.479	800	435	37	5	10:47:37	0.141	52.946	7.098	800	435	76	7
10:44:25	0.141	52.855	6.489	800	434	37	4	10:47:41	0.945	52.948	7.113	700	434	76	3
10:44:29	0.945	52.862	6.499	900	434	38	5	10:47:46	0.742	52.950	7.128	700	434	76	0
10:44:34	0.742	52.857	6.518	800	431	106	0	10:47:51	0.539	52.953	7.144	700	434	76	0
10:44:39	0.539	52.850	6.537	1000	426	118	7	10:47:51	0.586	52.953	7.144	700	434	76	0
10:44:44	0.344	52.851	6.552	1000	418	97	1								

<sup>1</sup>Ongecorrigeerde drukhoogte (Mode-C), uitgaande van 1013.2 hPa op zeeniveau

<sup>2</sup>Grondsnelheid

<sup>3</sup>Vliegrichting

<sup>4</sup>Kwaliteitsindicatie: 7 is best, 0 is slechtst

**Tabel A- 3: FB-19 baangegevens van de ARTAS-tracker**


**FB-19 Baangegevens van Maastricht naar gebruikers**

UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	HDG <sup>3</sup>	UTC tijd	Lat	Lon	Hoogte <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	HDG <sup>3</sup>		
[uu:mm:ss] [0:sss] [graden]	[graden]	[graden]	[voet]	[knopen]	[graden]	[uu:mm:ss] [0:sss] [graden]	[graden]	[graden]	[voet]	[knopen]	[graden]		
10:41:07	0.680	52.562	6.382	700	457	266	10:44:34	0.219	52.857	6.519	800	431	106
10:41:12	0.500	52.561	6.365		457	266	10:44:39	0.031	52.849	6.538	1000	426	118
10:41:17	0.320	52.571	6.354	800	422	291	10:44:43	0.844	52.851	6.553	1000	418	97
10:41:22	0.133	52.580	6.345	800	417	316	10:44:48	0.664	52.851	6.570	1000	425	94
10:41:26	0.953	52.586	6.336		417	325	10:44:53	0.477	52.853	6.584	1000	414	90
10:41:31	0.766	52.592	6.321	800	418	313	10:44:58	0.297	52.867	6.589	1000	426	22
10:41:36	0.586	52.598	6.311	800	410	313	10:45:03	0.109	52.876	6.599	900	430	24
10:41:41	0.398	52.604	6.300	800	409	313	10:45:07	0.641	52.883	6.611	900	431	33
10:41:46	0.219	52.610	6.288	700	410	311	10:45:12	0.461	52.885	6.629	900	439	65
10:41:51	0.039	52.614	6.275	700	408	309	10:45:17	0.273	52.879	6.648	900	453	115
10:41:55	0.852	52.619	6.262	800	409	307	10:45:22	0.086	52.884	6.664	900	435	89
10:42:00	0.672	52.624	6.250	800	408	307	10:45:26	0.898	52.886	6.680	900	440	85
10:42:05	0.484	52.629	6.238	800	408	307	10:45:31	0.742	52.887	6.695	900	437	83
10:42:10	0.305	52.635	6.227	800	406	309	10:45:36	0.531	52.889	6.711	900	438	83
10:42:14	0.828	52.641	6.215		406	309	10:45:41	0.352	52.890	6.727	800	437	82
10:42:19	0.648	52.653	6.241	800	407	42	10:45:46	0.172	52.892	6.742	800	433	82
10:42:24	0.461	52.663	6.250	800	401	48	10:45:50	0.984	52.893	6.758	800	432	82
10:42:29	0.273	52.669	6.262	800	401	58	10:45:55	0.805	52.895	6.774	800	434	81
10:42:34	0.094	52.678	6.269	900	410	41	10:46:00	0.625	52.897	6.790	800	434	81
10:42:38	0.906	52.686	6.279	900	419	39	10:46:05	0.438	52.899	6.805	800	432	80
10:42:43	0.734	52.693	6.288	900	421	38	10:46:10	0.258	52.902	6.820	700	432	79
10:42:48	0.555	52.701	6.298	900	424	39	10:46:15	0.078	52.904	6.835	800	433	78
10:42:53	0.359	52.708	6.308	900	427	39	10:46:19	0.891	52.906	6.851	800	432	78
10:42:58	0.188	52.716	6.318	900	430	39	10:46:24	0.711	52.909	6.867	800	433	78
10:43:03	0.000	52.723	6.328	900	430	39	10:46:29	0.523	52.912	6.882	800	434	77
10:43:07	0.813	52.731	6.338	900	430	39	10:46:34	0.031	52.914	6.897	900	434	76
10:43:12	0.633	52.739	6.348	900	431	39	10:46:38	0.844	52.916	6.912	900	433	76
10:43:17	0.445	52.746	6.357	900	431	39	10:46:43	0.664	52.919	6.928	1000	433	76
10:43:22	0.266	52.754	6.367	900	432	39	10:46:48	0.484	52.921	6.943	900	434	76
10:43:27	0.078	52.762	6.376	900	433	38	10:46:53	0.297	52.924	6.958	1000	434	76
10:43:31	0.898	52.770	6.386	900	434	38	10:46:58	0.117	52.926	6.974	900	435	76
10:43:36	0.711	52.778	6.395	900	434	38	10:47:02	0.930	52.929	6.990	900	436	76
10:43:41	0.531	52.785	6.405	900	434	38	10:47:07	0.750	52.931	7.006	800	436	76
10:43:46	0.039	52.793	6.414	900	434	37	10:47:12	0.570	52.934	7.021	800	436	76
10:43:50	0.852	52.801	6.423	900	434	37	10:47:17	0.383	52.936	7.037	800	436	76
10:43:55	0.672	52.808	6.433	800	435	37	10:47:22	0.195	52.939	7.052	800	436	76
10:44:00	0.484	52.816	6.442	800	435	37	10:47:27	0.016	52.941	7.068	800	436	76
10:44:05	0.305	52.824	6.451	800	434	37	10:47:31	0.836	52.943	7.083	800	435	76
10:44:10	0.117	52.832	6.461	800	435	37	10:47:36	0.648	52.946	7.099	800	435	76
10:44:14	0.938	52.840	6.470	800	434	37	10:47:41	0.469	52.948	7.114	700	434	76
10:44:19	0.758	52.847	6.480	800	435	37	10:47:46	0.281	52.951	7.129	700	434	76
10:44:24	0.570	52.855	6.489	800	434	37	10:47:51	0.102	52.953	7.145		434	76
10:44:29	0.391	52.863	6.499	900	434	38							

<sup>1</sup>Ongecorrigeerde drukhoogte (Mode-C), uitgaande van 1013.2 hPa op zeeniveau

<sup>2</sup>Grondsnelheid

<sup>3</sup>Vliegrichting

**Tabel A- 4: FB-19 baangegevens van Maastricht naar de gebruikers**



**System Track data van Nieuw Milligen verkeersleiding**

Trackno	Call sign	Time (UTC)	Mode C (ft)	X (nm)	Y (nm)	Speed (kt)	Heading (deg)
886	TIGER11	10:46:37	1200	66.2	35.77	434	77
886	TIGER11	10:46:42	1300	66.57	35.93	434	77
886	TIGER11	10:46:47	1200	67.13	36.1	434	77
886	TIGER11	10:46:52	1300	67.69	36.25	435	77
886	TIGER11	10:46:56	1200	68.26	36.42	436	76
886	TIGER11	10:47:01	1200	68.82	36.58	436	76
886	TIGER11	10:47:06	1100	69.39	36.75	436	76
886	TIGER11	10:47:11	1100	69.96	36.91	436	76
886	TIGER11	10:47:17	1100	70.52	37.06	437	76
886	TIGER11	10:47:20	1100	71.07	37.24	437	76
886	TIGER11	10:47:22	1100	71.07	37.24	437	76
886	TIGER11	10:47:26	1100	71.63	37.39	436	76
886	TIGER11	10:47:30	1100	72.18	37.53	436	77
886	TIGER11	10:47:35	1100	72.75	37.71	435	76
886	TIGER11	10:47:40	1000	73.30	37.87	435	76
886	TIGER11	10:47:44	1000	73.85	38.03	435	76
886	TIGER11	10:47:53	1000	74.41	38.20	435	76

*Tabel A- 5: FB-19 System track data van Nieuw Milligen verkeersleiding*

## **BIJLAGE D**

*Rapport ODOV*

“Expertise van het gedeelte escape system”

## EXPERTISE VAN HET GEDEELTE ESCAPE SYSTEM

### 1. Vaststellingen ter plaatse

#### a. CANOPY

De CANOPY werd volledig vernield teruggevonden. De PLEXI, die in talrijke stukken was gebroken, was verspreid over een afstand van ongeveer 350m. Stukken PLEXI (Foto 1) werden teruggevonden in de omgeving van het wrak van de MLA.

FOTO 1



Het CANOPY FRAME was eveneens volledig in stukken gebroken. De stukken werden verspreid teruggevonden in de bossen en in een waterpoel (Foto 2).

FOTO 2





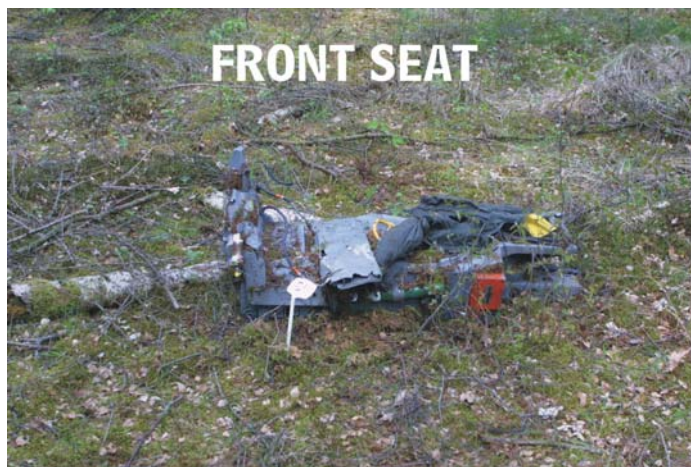
b. EJECTION SEAT

De schietstoelen werden teruggevonden in het bos op +/- 300m van de plaats van de botsing. Beide stoelen lagen op +/- 30m van elkaar verwijderd.

(1) FRONT SEAT

Het gedeelte "caisson" dat het SURVIVAL PACK bevat is volledig gebroken (Foto 3)

FOTO 3



De D-RING van de FRONT SEAT werd teruggevonden in getrokken positie (Foto 4) en de ontstekingssystemen van de INITIATORS JAU-8 werden geactiveerd.

FOTO 4



(2) BACK SEAT

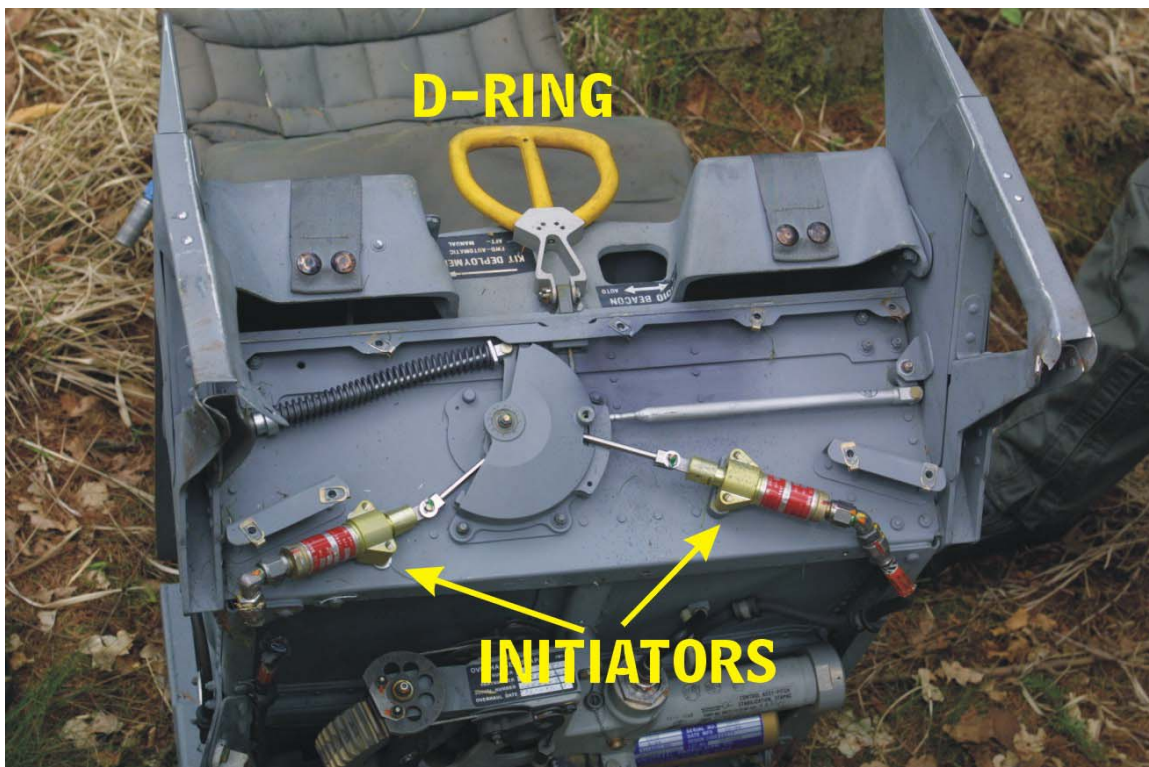
De BACK SEAT werd nagenoeg intact teruggevonden (Foto 5)

FOTO 5



De D-RING van de BACK SEAT werd niet getrokken (Foto 6) en de JAU-8 werden niet geactiveerd.

FOTO 6



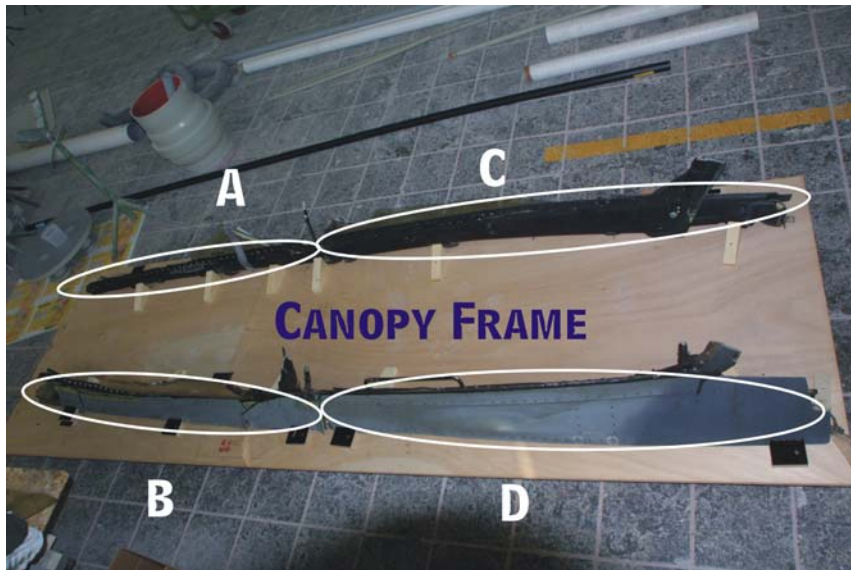


## 2. Vaststellingen in de werkplaats

### a. CANOPY

De CANOPY was volledig uit elkaar gespat en zijn FRAME (Foto 1) werd teruggevonden in vier grote stukken (Foto 1, Rep A, B, C en D).

FOTO 1



Nadat een zo groot mogelijk aantal stukken van de PLEXI van de CANOPY waren teruggevonden werd hiermee de CANOPY gereconstrueerd. Hieruit werd het volgende vastgesteld:

(1) Een belangrijk deel van de PLEXI ontbreekt ter hoogte van de FRONT SEAT (Foto 2)

FOTO 2



(2) Het voorste gedeelte van de CANOPY werd plastisch vervormd.

(3) De PLEXI was verkleurd ten gevolge van een sterke verhitting (Foto 3, Rep A).

FOTO 3



(4) CANOPY REMOVAL ROCKET

Eén enkele CANOPY REMOVAL ROCKET werd teruggevonden (Foto 4).

Op de GAS EXHAUST van de ROCKET is een donker spoor te zien (Foto 4 – trace noirâtre))

FOTO 4



(5) CANOPY ACTUATOR RELEASE BOLT

Deze explosieve bout werd afgevuurd. Zwarte sporen van verbrand poeder zijn zichtbaar op het overblijvende deel van de bout (Foto 5).

FOTO 5



(6) CANOPY HOOKS

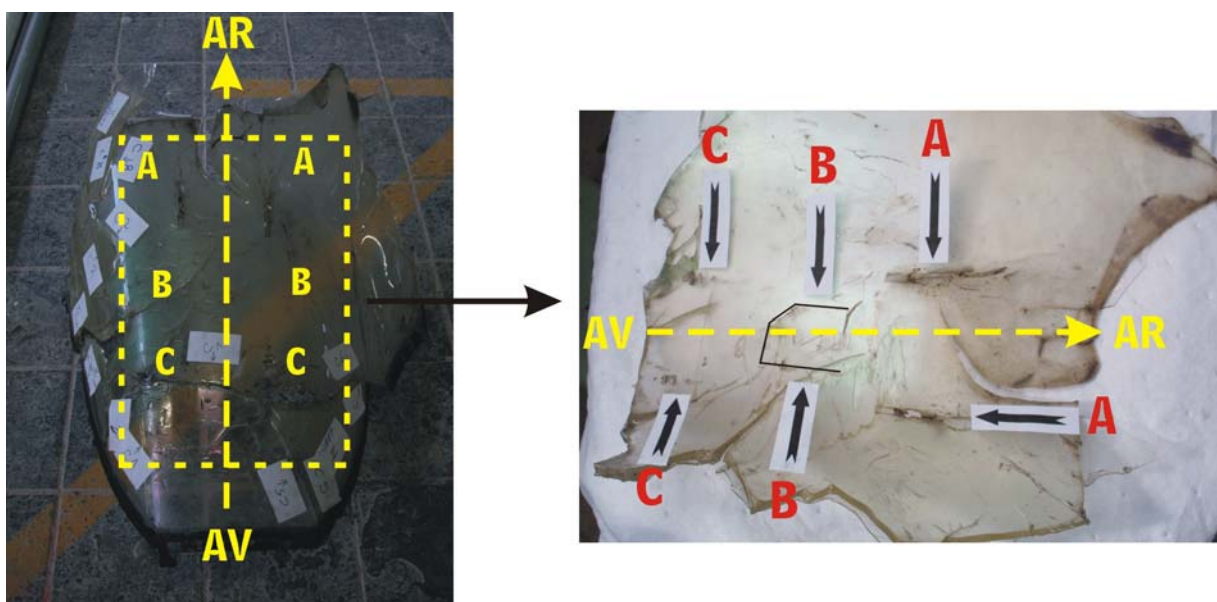
Alle CANOPY HOOKS (Foto 6) zijn intact teruggevonden. Dit wijst erop dat de EMERGENCY CANOPY RELEASE LINE werd geactiveerd en dat de FRANGIBLE BOLTS werden afgevuurd.

FOTO 6



Bijzonder diepe impactsporen werden aan de voorzijde langs de binnenkant van de CANOPY teruggevonden (Foto 7). Sommige van deze impacten zijn bijzonder diep. Uit de aard van de impacten is af te leiden dat een onderdeel de PLEXI van de CANOPY heeft ingeslagen (Foto 6, Rep A). Op deze plaats is de transparant niet minder dan 20mm dik. In het hieronder afgebeelde stuk PLEXI werd tussen de lagen een stukje menselijk weefsel teruggevonden.

FOTO 7



Uit de verdere reconstructie is gebleken dat deze impactsporen afkomstig zijn van de HUD. Dit vrij zware onderdeel werd teruggevonden in twee stukken, niet ver van de plaats van de botsing. Uit DNA onderzoek van het stukje weefsel is gebleken dat dit afkomstig was van de piloot van de F-16.



b. Deelbesluiten

- (1) Het gat in de CANOPY werd veroorzaakt door de passage van een vrij zwaar voorwerp uit de COCKPIT.
- (2) Het teruggevonden stukje menselijk weefsel duidt dat ditzelfde voorwerp zware verwondingen aan de piloot heeft toegebracht, alvorens door de CANOPY te zijn gegaan.
- (3) De uitschietingssequentie van de CANOPY werd geïnitieerd.

c. EJECTION SEATS

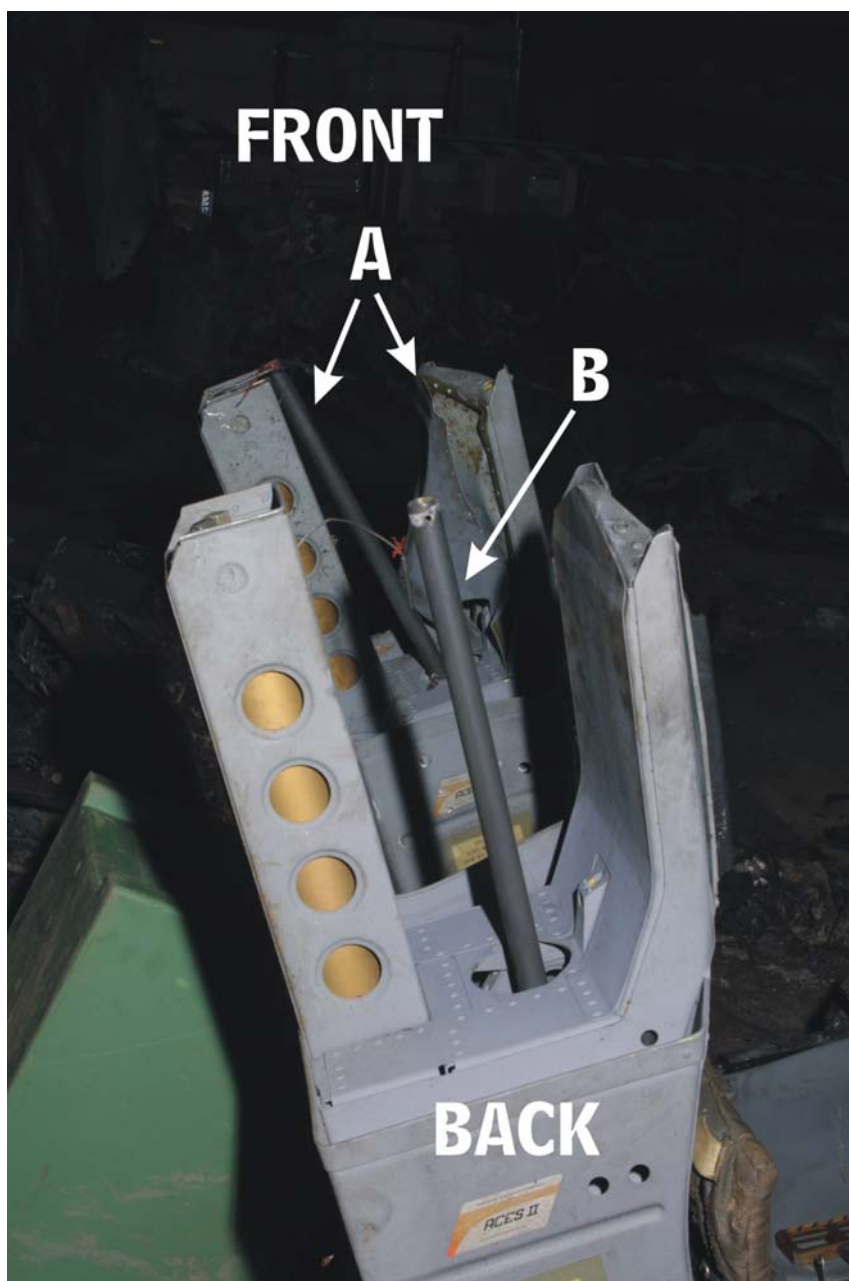
Hoewel beide schietstoelen dezelfde uitschietingssequentie hebben doorlopen, vertonen zij een totaal verschillende staat van beschadiging (Foto 8).

FOTO 8



Men zal opmerken dat de FRONT SEAT veel ernstiger beschadigingen heeft ondergaan dan de BACK SEAT. Buiten enkele vervormingen van het plaatwerk, niet zichtbaar op de foto is deze intact. Ook dient opgemerkt te worden dat de FRONT SEAT een permanente vervorming heeft ondergaan (rode onderbroken lijn op de foto) t.o.v. de verticale as (doorlopende witte lijn op de foto). Ter hoogte van de plaatsing van de CANISTER zijn ook duidelijke verschillen merkbaar (Foto 9).

FOTO 9



De geleidingsas van de CANISTER van de FRONT SEAT (Foto 9, Rep A) en de plaats voorzien voor de CANISTER zijn vervormd t.o.v. dezelfde elementen bij de BACK SEAT (Foto 9, Rep B).



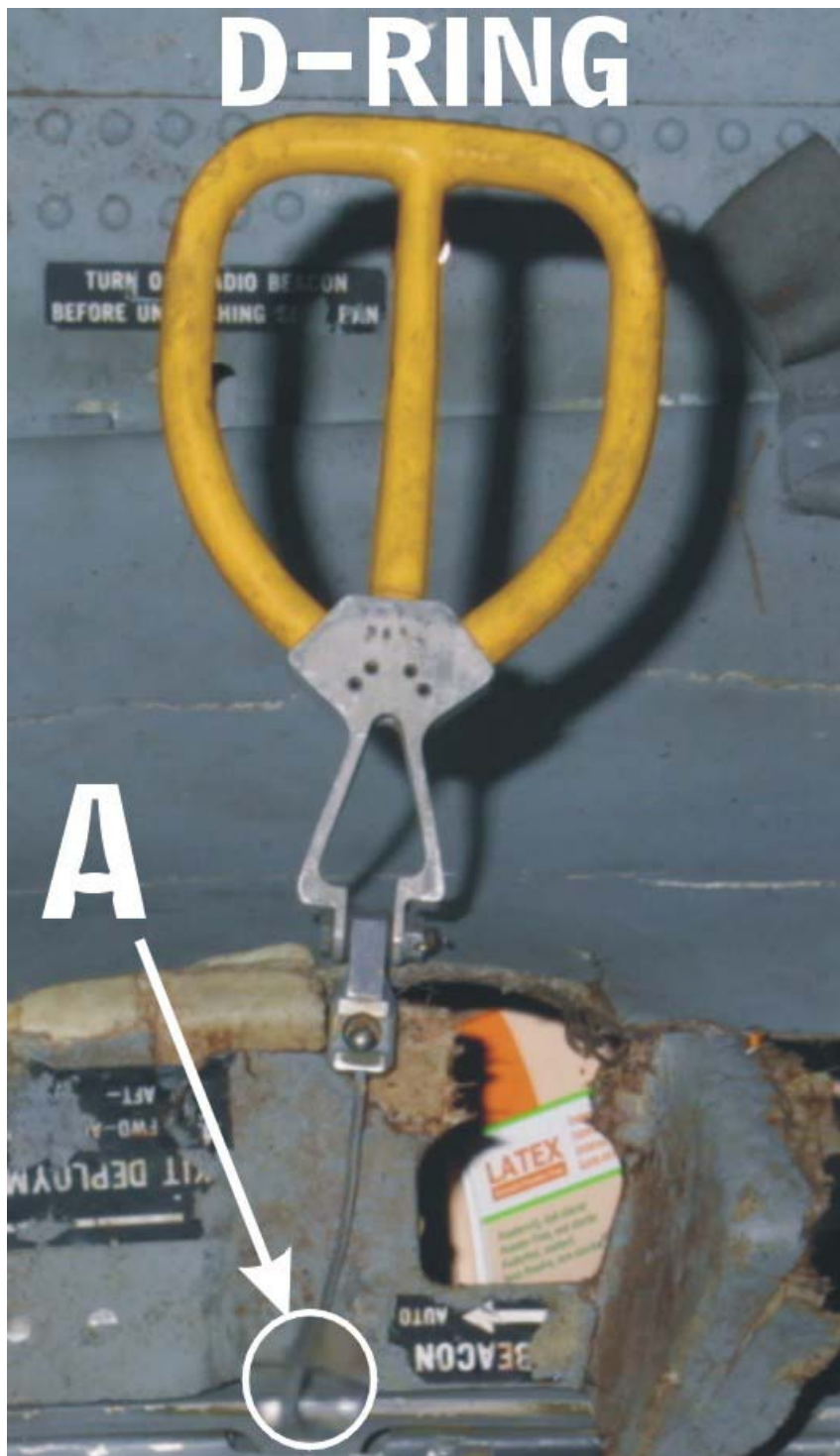
(1) FRONT SEAT

a) D-RING

Buiten enkele kleinere insnijdingen is de D-RING in zeer goede staat.

De verbindingkabel tussen de D-RING en de BELLCRANK ROTATION ASSY is geplooid op de afstand dat deze maximaal kan getrokken worden.

FOTO 10



b) BELLCRANK ROTATION ASSY

i. INTERCONNECT LINK

Foto 11 toont de positie van de INTERCONNECT LINK wanneer de D-RING zich in niet getrokken positie bevindt. Hier ziet men dat de metalen staaf perfect rechtlijnig is. On remarque que la tige métallique est parfaitement rectiligne.

ii. BELLCRANK HOUSING

Een zeer duidelijke impact is te zien op de HOUSING van de BELLCRANK ASSY.

FOTO 11

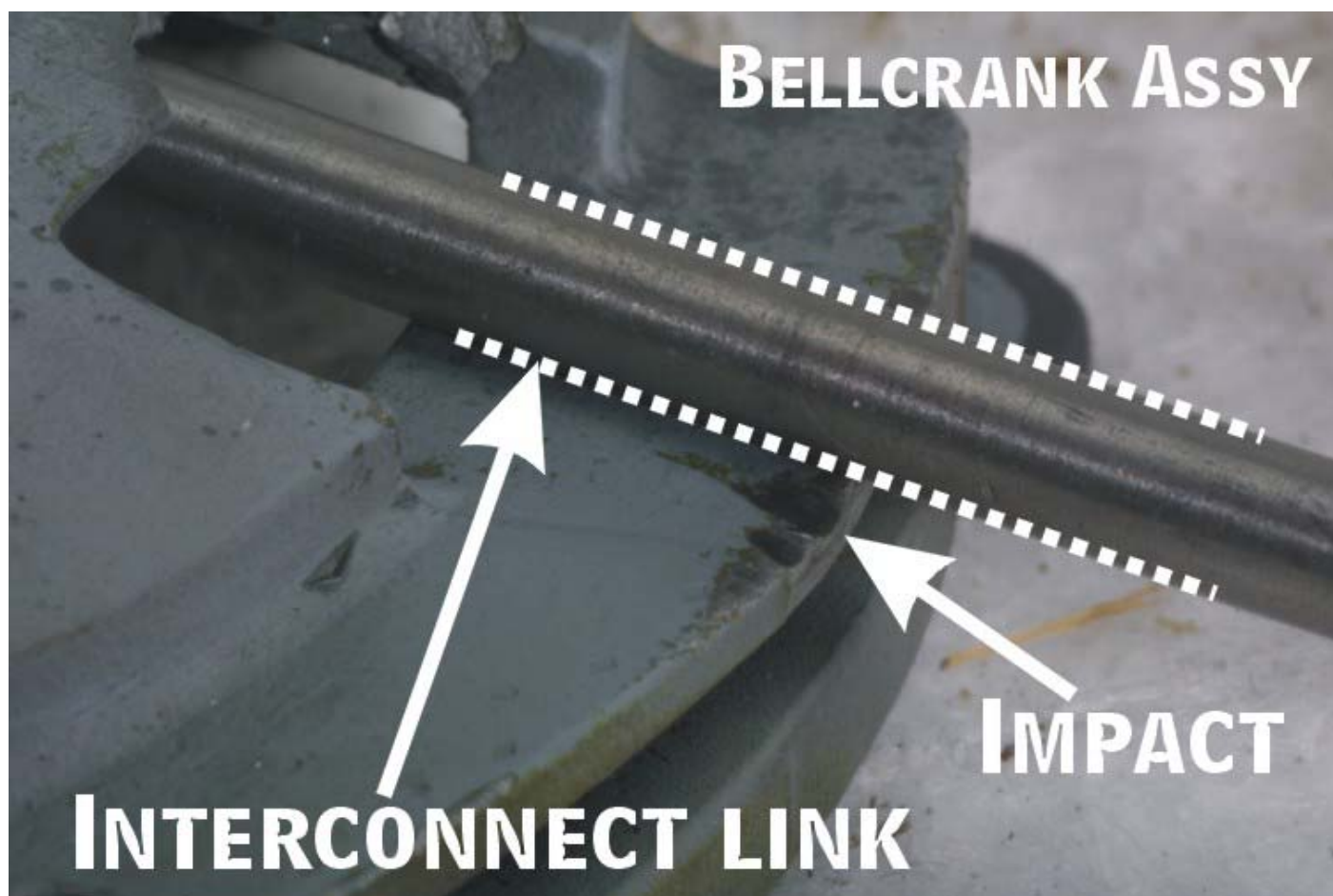
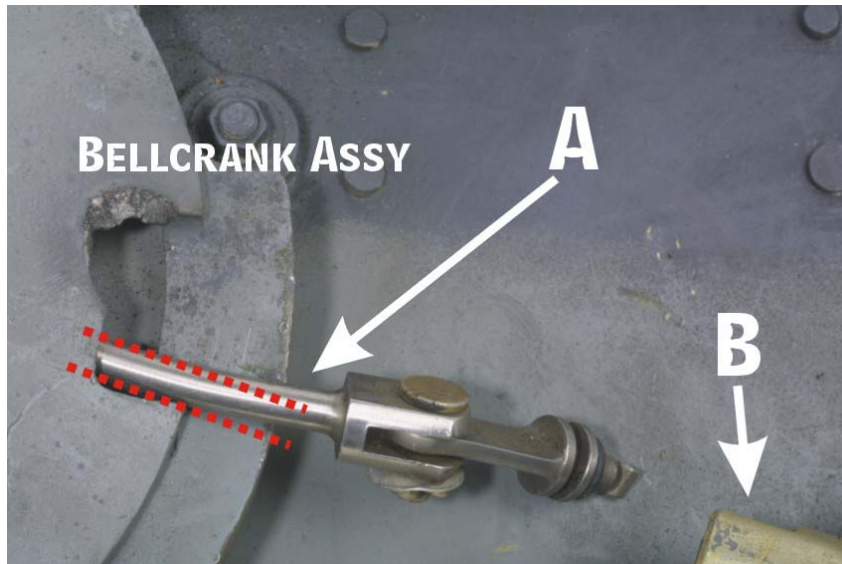


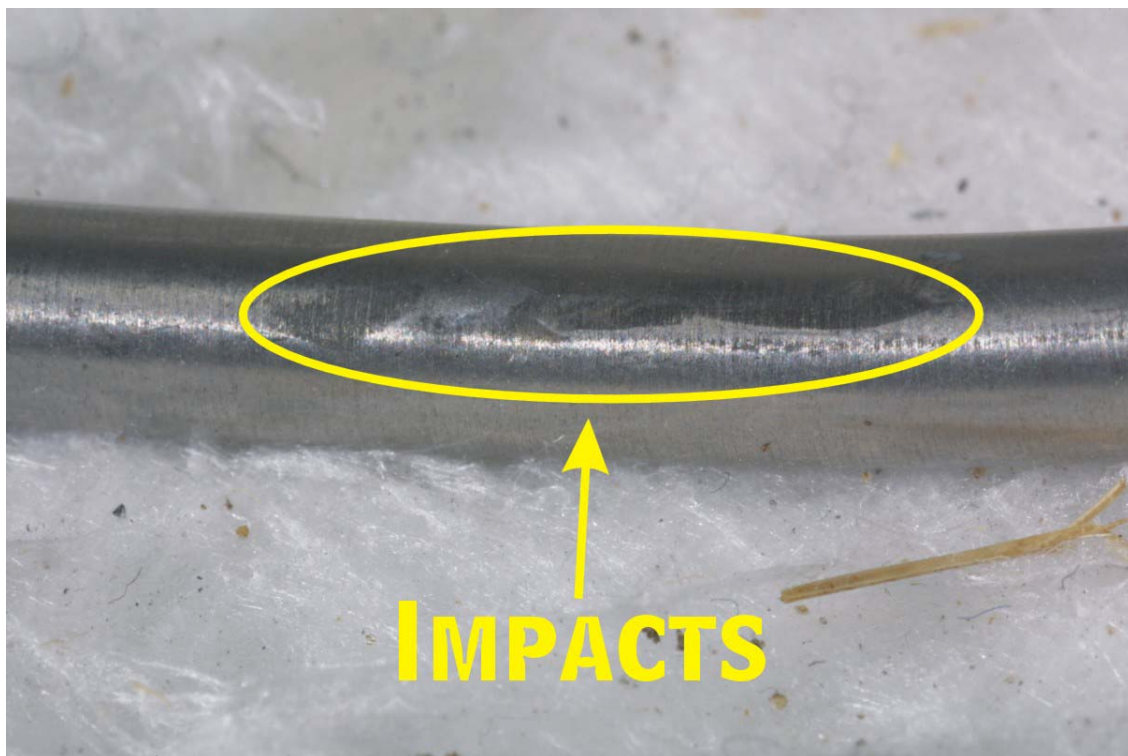
Foto 12 toont de positie van de INTERTCONNECT LINK wanneer de D-RING getrokken is. Hierbij is een permanente vervorming waar te nemen (Foto 13, Rep A), en bovendien stelt men vast dat het systeem is losgekomen van de INITIATOR JAU-8.

FOTO 12



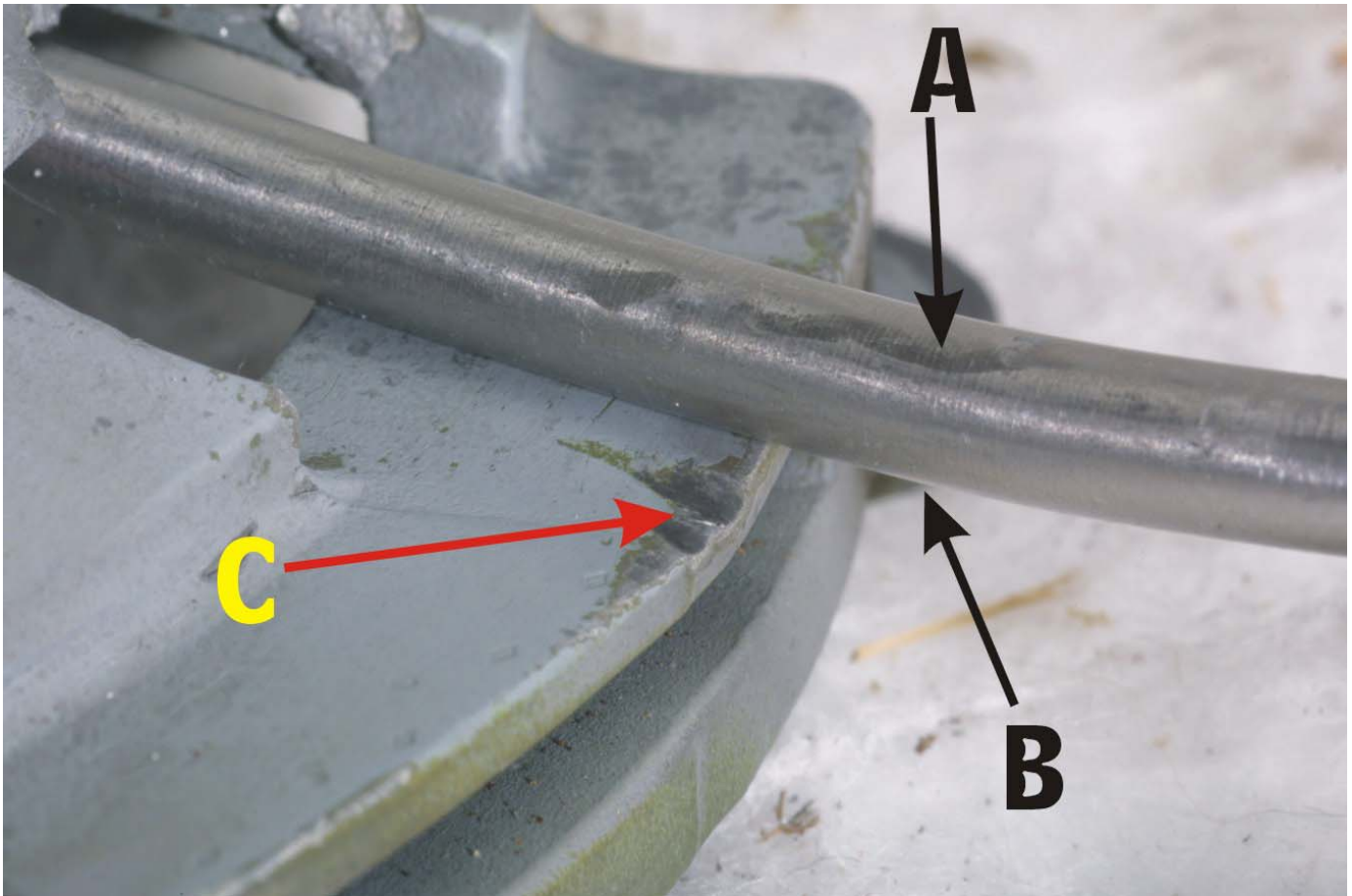
Er zijn eveneens impactsporen te zien op de INTERCONNECT LINK (Foto 13).

FOTO 13



Wanneer men de INTERCONNECTINK LINK positioneert ten opzichte van de HOUSING van de BELLCRANK ASSY, ziet men dat de impact op de HOUSING (Foto 14, Rep C), de permanente vervorming (Foto 14, Rep B) en de sporen op de INTERCONNECT LINK (Foto 14, Rep A) samenvallen en overeenstemmen. (Opgelet: een rotatie van 180° van de INTERCONNECT LINK was noodzakelijk om de overeenstemming te tonen).

FOTO 14

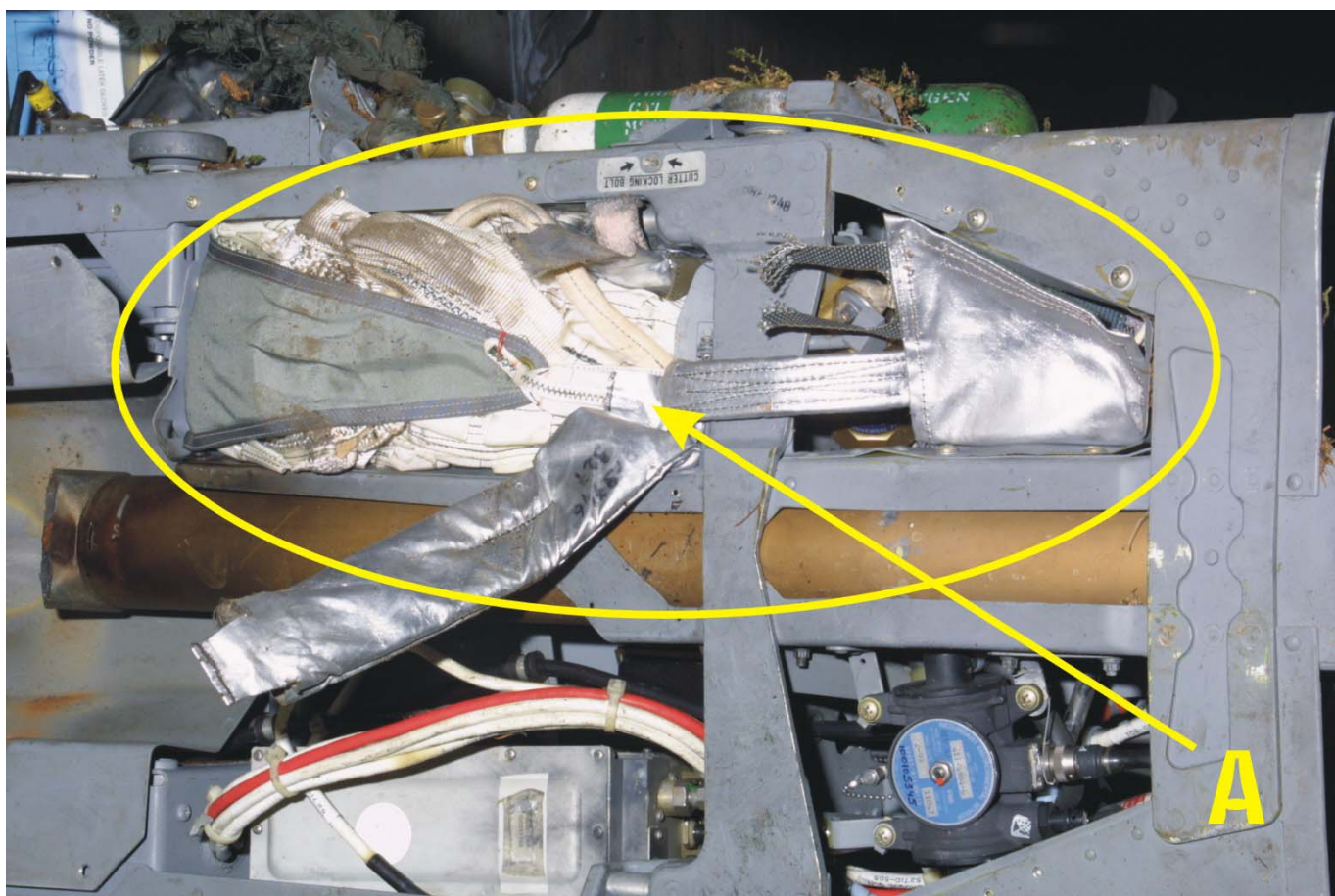




c) DROGUE CHUTE

De uitschietingssequentie is niet volledig. De uitschieting is gebeurd in MODE 2 waarbij normaal de DROGUE CHUTE wordt uitgeworpen en geopend. Deze is echter niet uitgeworpen en werd op zijn voorziene plaats in de stoel teruggevonden (Foto 15, Rep A). Het uitwerpen van de DROGUE CHUTE wordt aangezet door de RECOVERY SEQUENCER. Deze heeft gegevens nodig aangaande de hoogte en de snelheid van de stoel bij het uitschieten. Deze worden gegeven via de STATIC PORT voor de hoogte en door de PITOT op de CANISTER voor de snelheid. Gezien de schade aan de stoel is het zeer waarschijnlijk dat deze PITOT vernield werden zodat geen gegevens aangaande de snelheid aan de RECOVERY SEQUENCER werden doorgegeven.

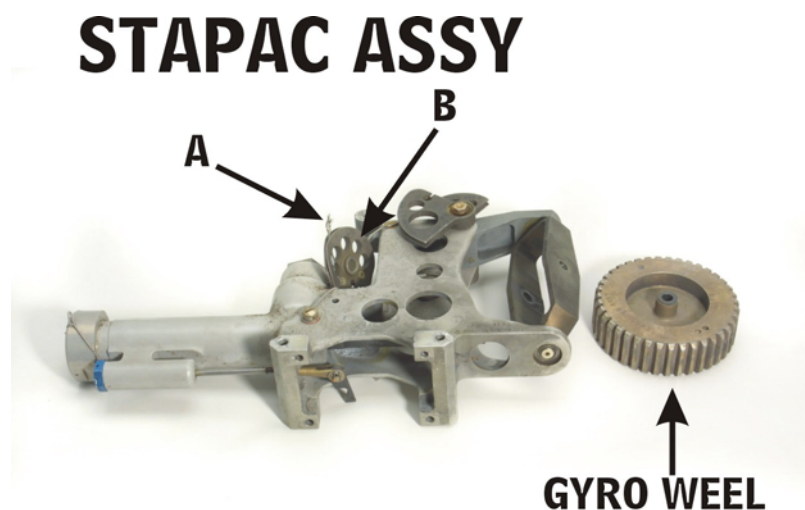
FOTO 15



d) STAPAC

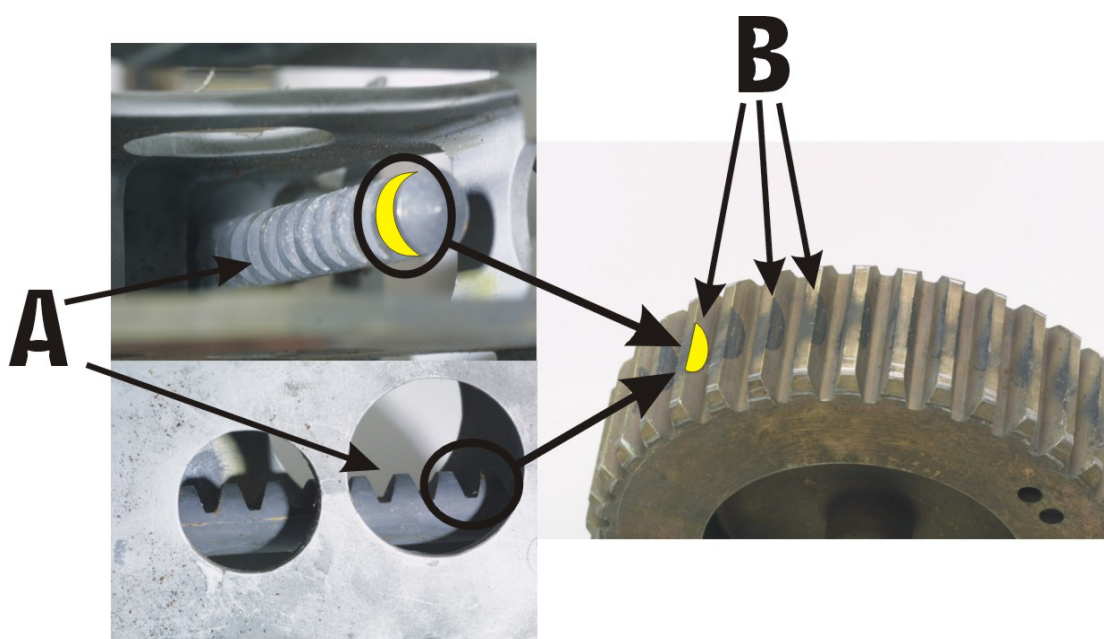
De STAPAC werd beschadigd zoals te zien is op foto16, o.a. de MULTIPLIER SECTOR van de VERNIER ROCKET (Foto 16, Rep B) en de bevelingskabel (Foto 17, Rep A).

FOTO 16



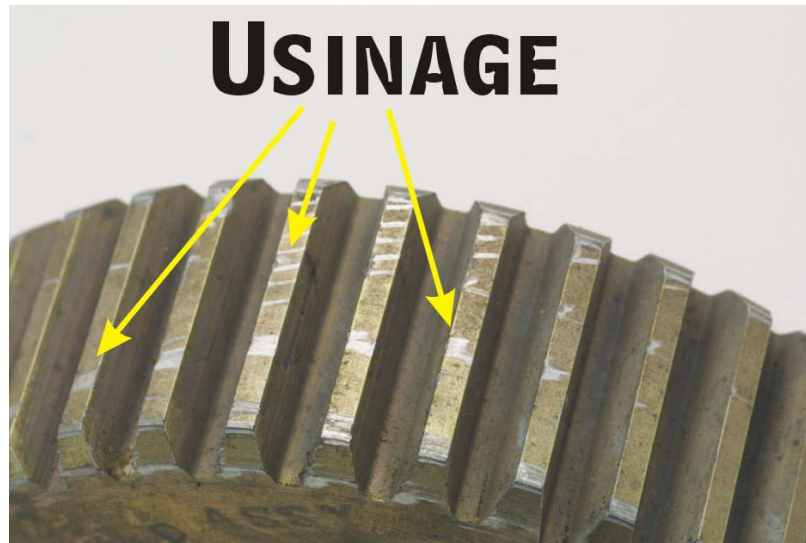
Er zijn zeer duidelijke sporen te zien op de tanden van het GYRO WHEEL (Foto 17, Rep B). Deze sporen werden gemaakt door de vertanding van de GYRO SPIN-UP PISTON (Foto 17, Rep A) die het wiel tot een rotatiesnelheid brengt van +/- 10.000 T/Min. Er is geen enkele beschadiging of impact te zien op het wiel.

FOTO 17



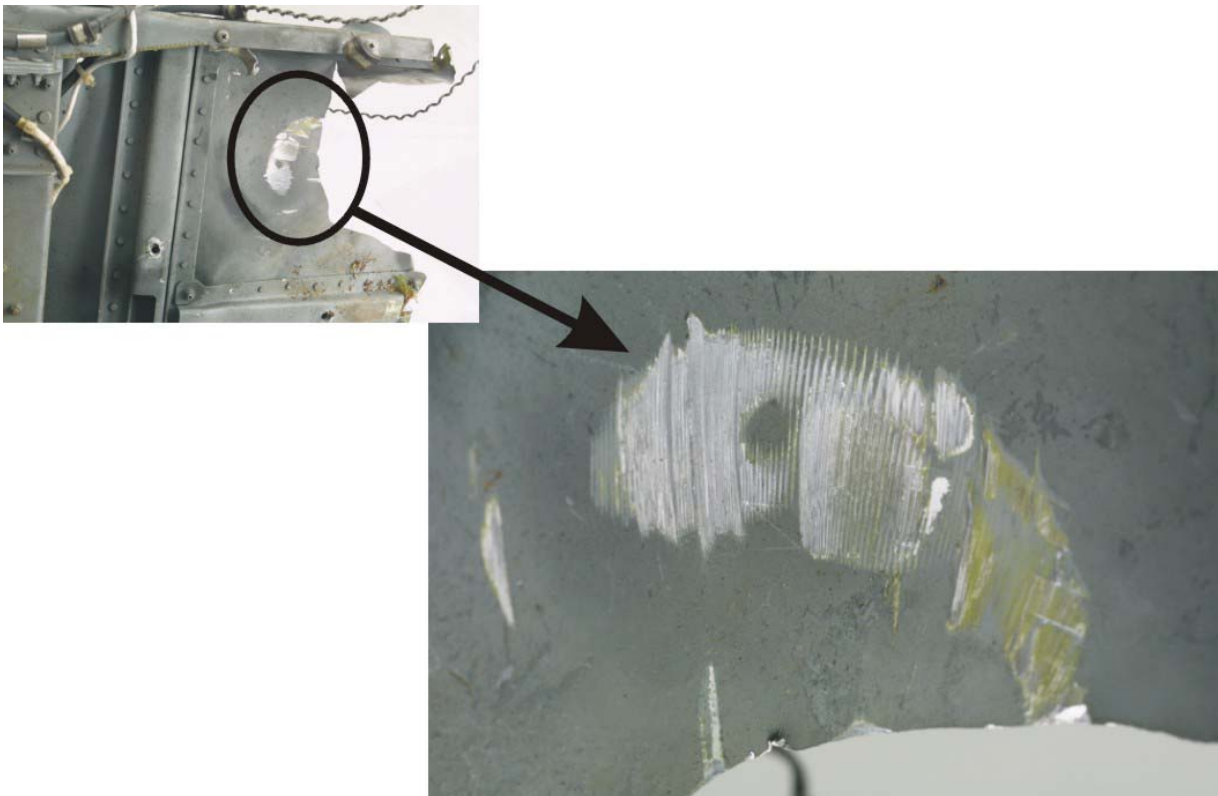
Op de omtrek van het GYRO WHEEL is een sleepspoor te zien (Foto 18 - usinage).

FOTO 18



Op het onderste gedeelte van de stoel, waar zich het STAPAC bevindt ziet men regelmatige krassen op de plaat (Foto 19).

FOTO 19



Deze talrijke krassen staan dicht op elkaar en zijn veroorzaakt door het GYRO WHEEL dat bij het contact zeer snel draaide. Door de uitgebreide beschadigingen is dit gyroscopisch wiel



losgekomen van het controlesysteem van de rockets. Er moet eveneens opgemerkt worden dat er een zeer grote energie nodig is om dit sneldraaiende wiel te laten kantelen.

In acht nemend dat de tanden van de GYRO SPIN-UP PISTON die het GYRO WHEEL in beweging zet, intact waren en dat het GYRO WHEEL, buiten oppervlakkige schuursporen niet beschadigd was, moet besloten worden dat één of meerdere stukken met geweld tegen de onderkant van de stoel zijn gebotst met grote energie. Deze impacten hebben plaatsgevonden zeer kort nadat het STAPAC in werking is getreden en de stoel bijgevolg reeds uit het vliegtuig was.

(2) Deelbesluiten.

- a) De onderkant van de FRONT SEAT werd zeer zwaar beschadigd.
- b) De vervorming van de INTERCONNECT LINK is te wijten aan een brutale impact ter hoogte van de BELLCRANK ASSY.
- c) Deze impact heeft zich voorgedaan nadat het hendel voor het uitschieten werd getrokken.
- d) De schade aan het STAPAC werd toegebracht nadat de stoel reeds uit het vliegtuig was.
- e) De vernieling van de PITOT van de CANISTER heeft een volledige uitschietingssequentie verhinderd.

d. BACK SEAT

(1) Algemene staat

De BACK SEAT (Foto 20) werd nagenoeg volledig intact teruggevonden. De D-RING bevond zich in de niet getrokken positie en de INITIATORS JAU-8 waren niet geactiveerd.

FOTO 20



De uitschietingssequentie is normaal verlopen.

(2) Deelbesluit

De BACK SEAT heeft correct gewerkt.



### 3. Besluiten

- 1) De plooi in de verbindingkabel tussen de D-RING en de BELLCRANK ASSY van de FRONT SEAT is enerzijds veroorzaakt door het trekken aan de kabel en anderzijds door de grote versnellingskrachten bij het vertrek van de stoel. Om de uitschietingssequentie te starten moet met een kracht van 25kg aan de kabel getrokken worden. In deze omstandigheid van uiterste noodsituatie mag verwacht worden dat de trekkracht uitgeoefend door de piloot veel groter is. Dit fenomeen werd vastgesteld bij iedere uitschieting met dit type schietstoel.
- 2) De uitschietingssequentie werd gestart door de piloot van de FRONT SEAT, juist voor de botsing.
- 3) Metalen onderdelen zijn met zeer grote energie de cockpit binnengedrongen en hebben de HUD losgerukt waarna deze door de CANOPY is geworpen. Tegelijkertijd werd hierdoor de FRONT SEAT zeer zwaar beschadigd.
- 4) De lichamelijke letsels en de schade aan de CANOPY zijn waarschijnlijk veroorzaakt door de HUD.
- 5) De DROGUE CHUTE van de FRONT SEAT werd niet uitgeworpen. Bijgevolg is de uitschietingssequentie niet normaal verlopen.
- 6) In tegenstelling tot de FRONT SEAT, zijn er geen opmerkingen aangaande de BACK SEAT.

## **BIJLAGE E**

*Rapport ODOV*

“Technisch onderzoeksdossier elektriciteit en boordinstrumenten FB19”

**TECHNISCH ONDERZOEKSDOSSIER**  
**ELECTRICITEIT EN BOORDINSTRUMENTEN**

Fb 19

(24 April 2002 – Sellingen)

**VASTSTELLINGEN TER PLAATSE**

De instrumenten van het voorste instrumentenbord zijn grotendeels teruggevonden in de nabijheid van de plaats waar de botsing plaatsvond. Zij werden weggerukt bij de impact met de ULM en hebben talrijke beschadigingen opgelopen.

De instrumenten van de achterste cockpit zijn in het vliegtuig gebleven en werden teruggevonden met de rest van het wrak. Het merendeel ervan werd vernield of werd blootgesteld aan de hitte van de brand, ontstaan na de grondimpact. (foto 1).



FOTO 1

**ONDERZOEK VAN DE BOORDINSTRUMENTEN**

Sommige instrumenten werden vernield op het moment van de botsing met de ULM en andere bij de grondimpact.

Bij dit soort ongeluk zijn de instrumenten die de meest bruikbare en betrouwbare aanduidingen leveren deze die onmiddellijk geraakt werden bij de botsing (voorste cockpit).

De instrumenten van de achterste cockpit, die dus in het vliegtuig zijn gebleven, hebben hoofdzakelijk impacten ondergaan na de botsing. De parameters opgetekend door deze instrumenten tussen het moment van de botsing en de grondimpact (hoogte, snelheid,...) worden beschouwd als niet betekenisvol en worden niet uitgebaat bij dit technisch onderzoek.

## **HOOGTEMETER**

### Technico-logistieke gegevens.

NSN: 6610-01-095-1459  
P/N : 89944 - A 41322 10 115  
S/N : 5577

### Beschrijving.

De hoogtemeter waarmee de F-16 is uitgerust laat toe hoogten aan te duiden tussen –1.000 en 80.000 voet.

De schaalverdeling gaat van 0 tot 900 voet. Voor iedere omwenteling van de naald verhoogt de decimaal van de duizendtallen van de trommel die de hoogte aanduidt met één eenheid (4<sup>e</sup> cijfer van rechts). De zwart-wit gearceerde sector verdwijnt bij overschrijding van 10.000 voet.

Dit type hoogtemeter is een instrument dat kan werken hetzij in elektrische, hetzij in pneumatische mode.

De statische druk die wordt genomen door de pitot in de neus komt in een kamer van het instrument alsook in een ander apparaat, de "CADC" ("central air data computer") die deze druk omvormt in een elektrisch signaal.

Om de juiste hoogte van het vliegtuig te bekomen is het noodzakelijk een correctie aan te brengen door het instellen van een referentiedruk d.m.v. een mechanisme waardoor de naald van het instrument wordt verdraaid t.o.v. de schaalverdeling. Hiervoor wordt het mechanisme bediend door een knop die eveneens een trommel bediend waar men de referentiedruk kan aflezen door een venster in de schaalverdeling. In elektrische mode wordt hierdoor een potentiometer bediend die een signaal geeft dat overeenkomt met de aangeduide druk. Dit elektrische signaal (barometrisch signaal genoemd) wordt naar de "CADC" gestuurd die dit combineert met het signaal van de statische druk wat resulteert in een signaal dat overeen komt met de juiste hoogte en dat naar de hoogtemeter wordt gestuurd.

### Aanduidingen gevonden op het instrument.

Barometrische referentiedruk ("baro-setting") : 1026 milibar (foto 2; rep 1).

Hoogte : 2850 voet (foto 2; rep 2).

### Onderzoek van het instrument

#### Zichtbare schade

Bij de botsing met de ULM is de hoogtemeter losgerukt en zwaar beschadigd (foto 2).

Zoals op deze foto te zien is, is het beschermglas van het instrument door de schok uiteengespat en zijn de cijfers van de trommel die de hoogte aanduidt naar binnen geplooid (foto 2; rep 3).



FOTO 2

Wijzerplaat

Op foto 3 ziet men de impacten op de achterzijde van de wijzerplaat van het instrument. Zij getuigen van een hevige schok ( rep 1: afdruk van de bevestiging van de bevestigingsplaat van de wijzerplaat; rep 2 et 3 : afdrukken van de schroefjes van de bevestigingsplaat).

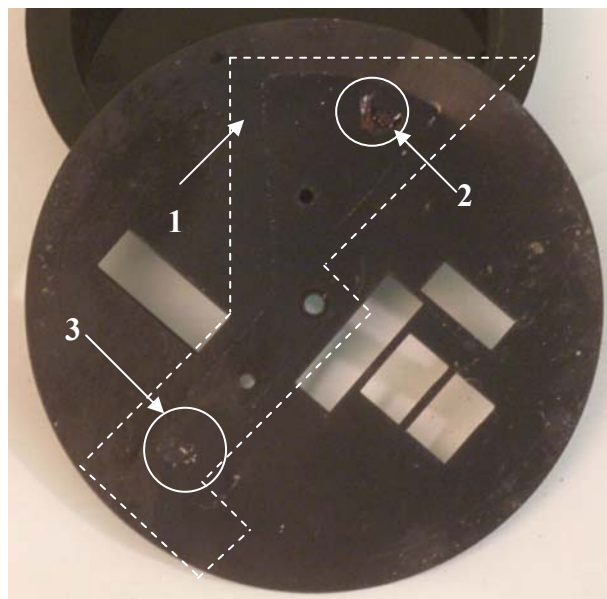


FOTO 3



Mechanisme voor de aanduiding van de barometrische druk.

Toen het instrument werd gevonden stond een referentiedruk ingesteld van 1026 milibar. Bij de demontage werden geen beschadigingen vastgesteld aan het mechanisme voor de aanduiding van de barometrische druk. Niettemin hebben de boorden van het afleesvenster twee licht afdrücken nagelaten onder het cijfer "7" en boven het cijfer "5". Deze lichte sporen bevestigen dat op het moment van het ongeluk het cijfer "6" duidelijk zichtbaar was in het afleesvenster van de wijzerplaat..

Trommel voor de hoogteaanwijding.

Voor de demontage duidde de hoogtemeter een waarde aan van 02850 voet. Op foto 4 ziet men een indeuking in de honderdtallen tussen "8" en "9" (rep 1a) alsook een vervorming die volledig overeen stemt met de vorm van de schijf die zich aan het bovenste deel bevindt van de aandrijfas van de naald (foto n° 4; rep 1b). Op foto 5 rep 1 ziet men op de zijkant van de schijf een duidelijk afgetekend wrijfspoor wat het contact tussen de twee stukken bevestigt.

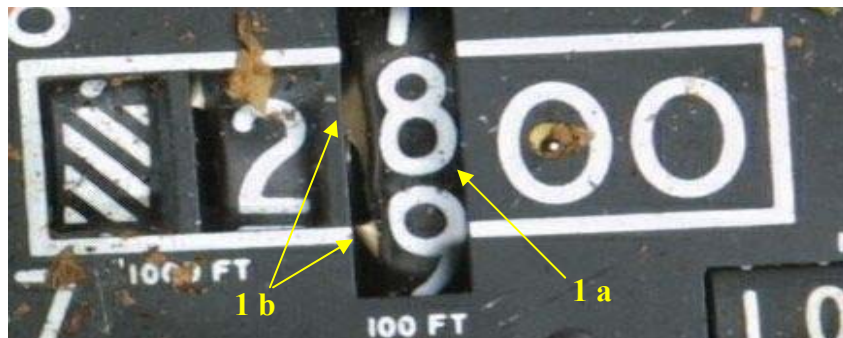


FOTO 4

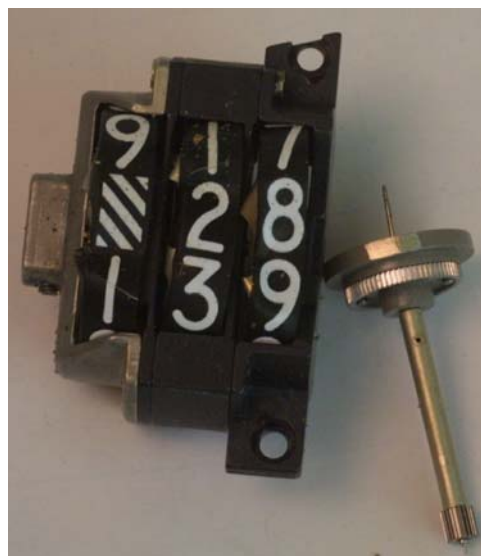


FOTO 5

Wanneer men verder gaat met de uiteenname van het mechanisme ziet men een duidelijke impact op de trommel van de duizendtallen: deze impact bevindt zich juist boven het cijfer 2.

Foto 6 toont duidelijk de vorm en de oorsprong van de impact.

Op de foto is duidelijk te zien dat de trommel in contact is gekomen met een scherpe kant van het lichaam van het mechanisme (rep 1).

Om zulk een impact op deze plaats te verkrijgen moet op het moment van de schok de aanduiding in het afleesvenster van de hoogtemeter tussen "0" en "1" geweest zijn.

De aanwezigheid van het cijfer "2" voor het venster kan verklaard worden door een verdraaiing van de trommel, die de duizendtallen weergeeft, op het moment van de impact.



FOTO 6

Waarschuwingsaanduiding voor pneumatische mode ( "pneu flag").

Zoals reeds voorheen gezegd kan dit type hoogtemeter werken hetzij in elektrische, hetzij in pneumatische mode.

In geval van electrisch defect, wanneer het signaal verdwijnt of wanneer het instrument werkt in pneumatische mode verschijnt een gele waarschuwingsvlag met de aanduiding "PNEU". Deze bevindt zich in de linker bovenhoek van de wijzerplaat van de hoogtemeter.

Wanneer de hoogtemeter werd teruggevonden was de waarschuwingsvlag "PNEU" niet zichtbaar in het venster van de wijzerplaat. Dit wijst op een correcte werking in elektrische mode op het moment voor het ongeluk.

Bij de uiteenname is gebleken dat de waarschuwingsvlag "PNEU" geblokkeerd zat ten gevolge van de beschadigingen aan de hoogtemeter bij de impact.

### Deelbesluiten.

1. Op het moment van het ongeluk was er een correcte werking in elektrische mode van de voorste hoogtemeter van de FB-19.
2. De referentiedruk ingesteld in het venster van de hoogtemeter was 1026 mb.
3. Uit het onderzoek is gebleken dat de waarde aangegeven door de trommel van de hoogtemeter 850 voet was.
4. De CADC is het eertse onderdeel dat bij dit ongeluk vernield werd en het is zeker dat op dat moment kortsluitingen zijn ontstaan en dat er foutieve signalen naar de hoogtemeter zijn gestuurd. Het is daardoor mogelijk dat de hoogtemeter beïnvloed is geweest door de schade aan de CADC en dat de aangeduide waarde niet overeenkomt met de reële hoogte van het vliegtuig.

### **SNELHEIDSMETER EN MACHINDICATOR**

#### Beschrijving

De snelheidsmeter is een mechanisch instrument dat de piloot informeert over de snelheid van het vliegtuig en het machgetal. Het bevindt zich links van de hoogtemeter op de pedestal. Het instrument is voorzien van twee wijzerplaten waarvoor zich een schijf met een naald beweegt. De eerste wijzerplaat is vast en geeft de snelheid weer. Deze is gegradueerd van 80 tot 850 knopen. De tweede wijzerplaat is gegradueerd tot Mach 2.2 en beweegt zich in een venster voorzien in de schijf met naald. Net zoals de hoogtemeter werd de snelheidsmeter losgerukt en uit de voorste cockpit geworpen op het moment van de botsing met de ULM.

#### Zichtbare schade.

Op foto 7 is te zien dat het instrument zwaar beschadigd is en dat het talloze impacten vertoont.



FOTO 7



### Mechanisme van het instrument.

Bij de uiteenname van het instrument werden talrijke inwendige beschadigingen vastgesteld. De voornaamste elementen die samen het mechanisme van het instrument vormen, de manometrische capsules en de aneroïde alsook het overbrengingsmechanisme werden zwaar beschadigd.

De analyse van de beschadigingen aan het mechanisme heeft geen enkel betrouwbaar impactspoor opgeleverd waardoor het mogelijk zou zijn de snelheid van het vliegtuig te bepalen op het moment van het ongeluk.

### Wijzerplaat en schijf met naald

Na zorgvuldige reiniging tonen de buitenste wijzerplaat en de schijf met naald verscheidene impactsporen. Hoewel soms licht zijn enkele ervan interessant.

Zoals foto 8 (rep 1) toont zijn er twee lichte sporen zichtbaar op de buitenste wijzerplaat ter hoogte van het cijfer "4". Deze twee sporen liggen 6mm uit elkaar en stemmen overeen met de dikte van de aanduidingsnaald op het verbindingspunt van de buitenboord van de schijf. Dezelfde sporen verschijnen eveneens op de achterzijde van de schijf met naald en stemmen perfect overeen met deze gevonden op de wijzerplaat. Twee duidelijke sporen zijn te zien op de schijf met naald (foto 9 rep 1 et 2); één ervan is een perforatie veroorzaakt door de punt van de transmissieas waarop de schijf bevestigd is (foto 9 rep 1). Het andere is een plooi in de schijf veroorzaakt door het indrukken van de schijf tegen de wijzerplaat bij de impact (foto 8 et 9 rep 2). Wanneer men de gevonden sporen op de schijf herpositionneert tegenover deze van de wijzerplaat merkt men dat ze volledig overeenkomen. Hieruit kan men besluiten dat deze sporen afkomstig zijn van het contact tussen de schijf en de wijzerplaat bij de eerste impact.

Bij het microscopisch onderzoek van de achterzijde van de schijf zijn wrijfsporen opgemerkt en een ovalisatie van het gat. Hieruit blijkt dat, ten gevolge van de impact, de schijf met naald is losgekomen en dat zij naar boven en naar links is verschoven om dan te stoppen. Bij de tweede impact heeft de punt van de transmissieas de schijf doorboord (foto 9 rep 1).

Het herpositionneren van de sporen gevonden op de schijf met naald tegenover deze op de wijzerplaat laat toe te bevestigen dat op het moment van de impact het vliegtuig met een snelheid van 405 knopen vloog. Men mag deze aanduiding beschouwen als betrouwbaar.

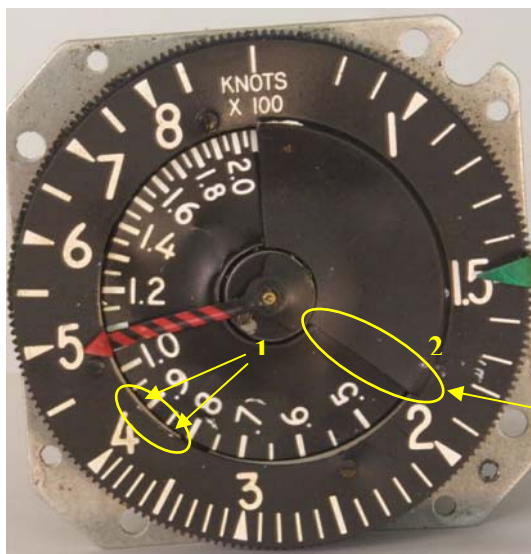


FOTO 8



FOTO 9

## TRANSMITTERS AANVALSHOEK

### bIJSCHRIJVING.

De twee transmitters voor de aanvalshoek bevinden zich aan weerszijden van de radome van het toestel (neus).

Iedere transmitter is voorzien van een conische sonde. Deze sonde lijnt zich op in de luchtstroom en kantelt in functie van de hoek tussen de luchtstroom en het vliegtuig.

In het geval van de F-16 bevat iedere transmitter vier "rotary voltage differential transducer" (quadruple redundantie) die de draaibeweging van de sonde omvormen in analoge elektrische signalen en ze verder sturen naar de betrokken systemen.

### Zichtbare schade

Bij de botsing is de radome langs rechts getroffen en werd hij losgerukt van het vliegtuig.

De rechtse transmitter werd bij het ongeluk volledig vernield, maar de linkse, hoewel zwaar beschadigd, kon gerecupereerd en onderzocht worden.

Op foto 10 is te zien dat de sonde van de aanvalshoek losgerukt is van de transmitter (de sonde heeft een conische vorm en is in het midden van de transmitter).



FOTO 10

Bij het draaien verplaatst de sonde een taster binnen in de kamer van de transmitter. De koers van deze taster is beperkt door twee stops die de minimale en maximale waarde van de aanvalshoek van het vliegtuig bepalen.

Door het ongeluk heeft de taster een duidelijk en diep impactspoor nagelaten achter in de kamer van de transmitter ( foto 11; rep 1).

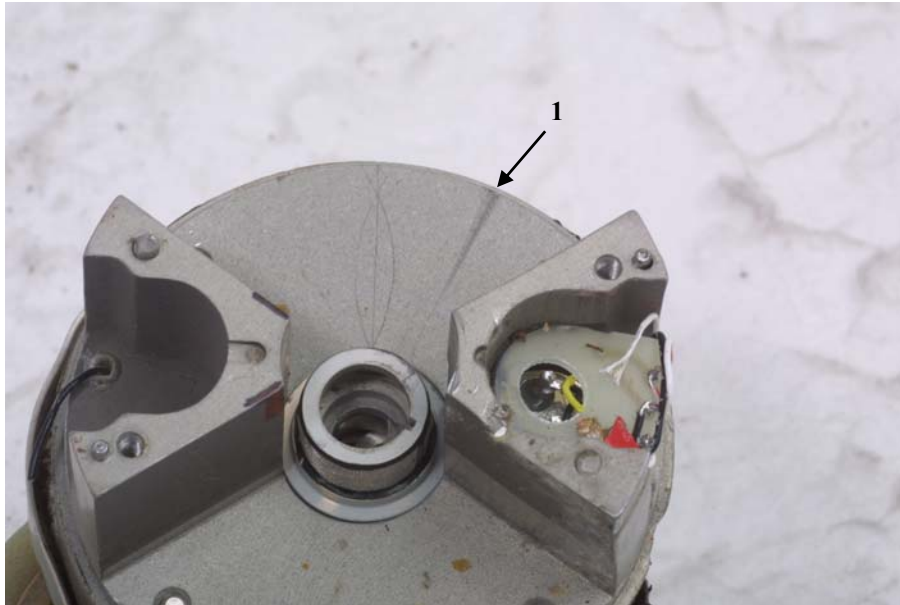


PHOTO 11

Dank zij deze impact, achterin de kamer van de transmitter is het mogelijk geweest de positie van de taster op het moment van de impact te bepalen, volgens de procedure voorgeschreven op blz. 183 van TO 16 PR 1304 C.

Uit onderzoek is gebleken dat op het moment van het ongeluk het vliegtuig een aanvalshoek had van  $0,52^\circ$ .

### **MASTER CAUTION LIGHTS**

#### Beschrijving.

De "master caution light" is een module om defecten te melden en bestaat uit twee lampjes. Zij is geplaatst boven op de bordplank (in de tweezitsversie op iedere bordplank).

Deze "master caution light" licht op van zodra er een defect verschijnt op het "master caution light panel" dat zich op de rechter concole van de cockpit van het toestel bevindt.

De "master caution light" kan gedoofd worden door erop te drukken maar zij zal terug oplichten, zolang het "caution light" op het "caution light panel" niet gedoofd is (verdwijning van het defect).

#### Onderzoek van de lampjes

Hoewel zwaar beschadigd waren beide lampjes nog steeds op hun plaats in de "master caution" modules, vooraan en achteraan. Enkele stukjes filament werden teruggevonden in het glas van de lampjes.

De staat van deze stukjes was voldoende goed om de filamenten te kunnen onderzoeken om na te gaan of zij al dan niet brandden op het moment van het ongeluk..

Voorste Master Caution Light.

Bij het eerste van de twee lampjes zijn de uiteinden van het filament nog vast aan de electroden. Ze zijn niet uitgerokken en vertonen een zuivere breuk zonder aanwezigheid van gesmolten metaal (foto 12; rep 1). Bij het andere lampje worden dezelfde vaststellingen gedaan: de spiralen zijn samen gebleven (foto 13; rep 1) en er is een zuivere breuk zonder gesmolten metaal aan het uiteinde van het filament (rep 2).

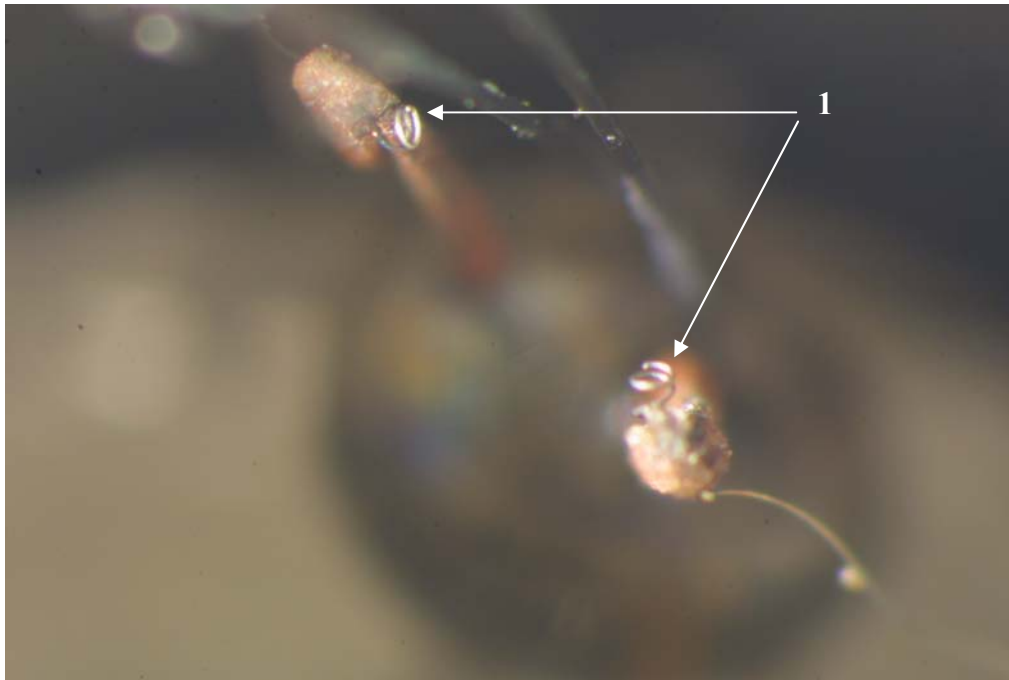


FOTO 12



PHOTO 13

Uit dit onderzoek valt te besluiten dat de beide filamenten van het voorste "master caution light" de karakteristieken vertonen van een koude breuk.

Bijgevolg kan men stellen dat beide lampjes van het voorste "master caution light" uit waren op het moment van het ongeluk.

#### Achterste Master Caution Light

In tegenstelling tot wat men ziet op foto's 12 en 13 merkt men op foto 14 rep 1 dat het filament van één der lampjes van het "master caution light" er volledig anders uitziet dan de twee vorige.

In dit geval zijn de spiralen van het filament niet meer samengebleven maar uitgerokken. Dit is typisch voor een warm filament dat blootgesteld werd aan een hevige schok.

Het achterste "master caution light" is aangegaan na de eerste impact ten gevolge van de vernietiging van een aantal componenten en circuits, terwijl het vliegtuig verder vloog tot het bos waar het neerstortte (tweede impact).

Om deze reden zal het onderzoek van het achterste "master caution light" niet in beschouwing genomen worden.

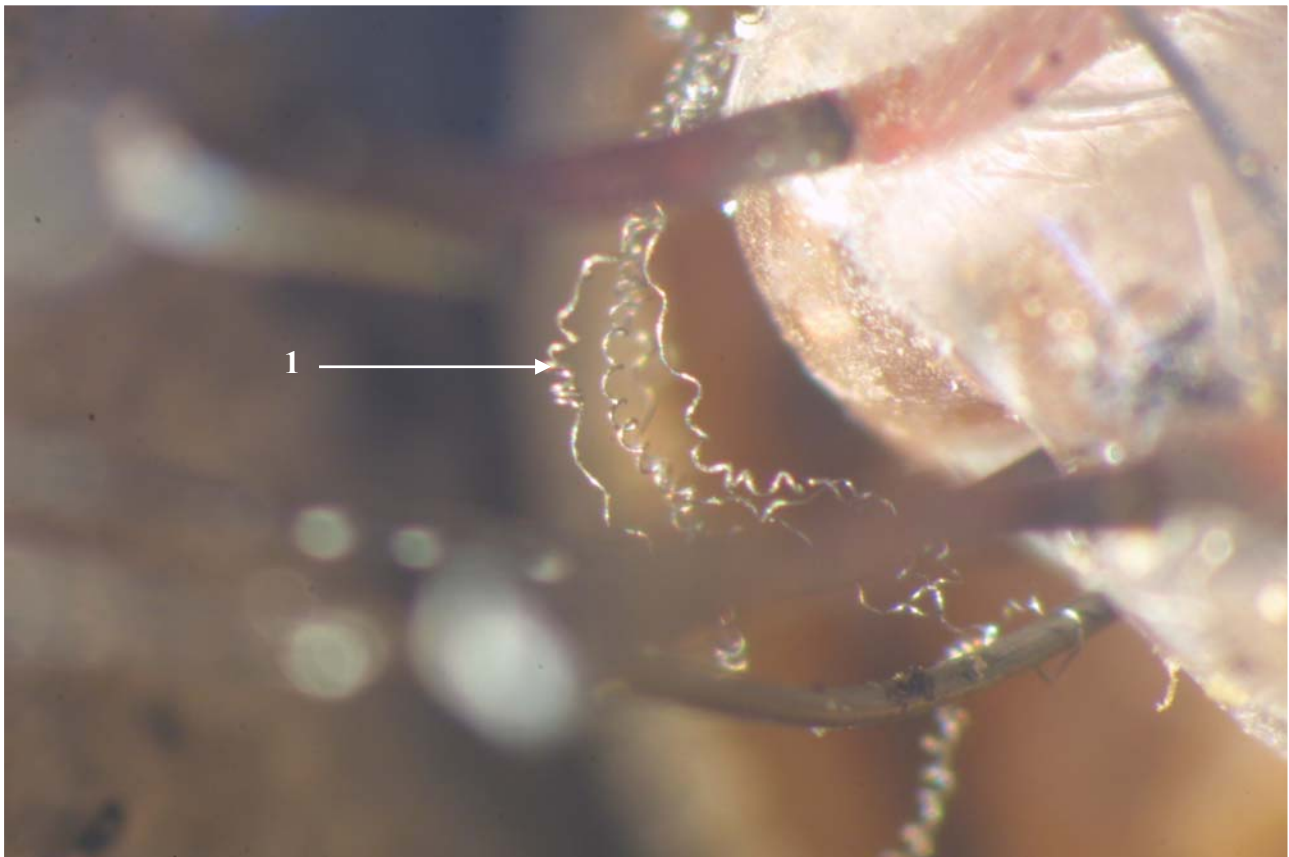


FOTO 14

#### Deelbesluiten.

1. Uit onderzoek is gebleken dat het voorste "master caution light" uit was.
2. Geen enkel defect was gesignaleerd op het alarmpaneel van het toestel ("caution light panel").

**BESLUITEN.**

Op basis van het onderzoek van de boordinstrumenten en beide "master caution lights", kan men besluiten dat:

1. Op het moment dat hij uit de cockpit werd weggerukt duidde de voorste hoogtemeter een waarde aan van 850 voet maar gezien de schade aan de CADC (Central Air Data Computer) op het moment van de botsing mag deze waarde niet als betrouwbaar genomen worden.
2. Op het moment van de botsing vloog het vliegtuig aan een snelheid van +/- 405 noëds met een aanvalshoek van 0,52°.
3. Geen enkel defect was gemeld op het "caution light panel" op het moment van het ongeluk. Men mag hieruit besluiten dat het toestel perfect werkte.

Yves GOLDSTEIN  
Adjt  
*Aircraft Mishap Investigator*  
*Electricity & Board instruments*  
Operational Command  
AIR COMPONENT  
BELGIAN DEFENCE

## **BIJLAGE F**

*Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland*

## *Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland*

### Ongeval op 2 augustus 1965

Plaats : Lauwerszee, op circa 1.500 ft hoogte  
Vliegtuigen : Saab Safir 91D / F104G Starfighter  
Bemanning : 2 / 1 (allen ongedeerd)  
Passagiers : 1 / - (ongedeerd)  
Soort vlucht : lesvlucht / radarnavigatievlucht  
Fase van de vlucht : kruisvlucht  
Type voorval : aanvaring

#### *Oorzaak*

Het ongeval is veroorzaakt doordat de leider van de formatie van twee Starfighters van de Belgische luchtmacht de Saab Safir niet waarnam, zodat hij geen uitwijkactie ondernam en zijn volgvlieger met dit vliegtuig in aanvaring kwam. Beide vliegtuigen werden bij het ongeval licht beschadigd. Het vliegzicht bedroeg 20 à 30 km. De Starfighter-formatie vloog met een snelheid van circa 400 knopen.

### Ongeval op 24 oktober 1974

Plaats : nabij Wouw, op circa 1.400 ft hoogte  
Vliegtuigen : Cessna F172L / F-4 Phantom  
Bemanning : 1 (gedood) / 2 (ongedeerd)  
Passagiers : geen  
Soort vlucht : privé-vlucht / operationele navigatievlucht  
Fase van de vlucht : kruisvlucht  
Type voorval : aanvaring

#### *Oorzaak*

Het ongeval werd veroorzaakt doordat de leider van de formatie van twee Phantoms van de USAF de Cessna te laat waarnam en ondanks een kort voor de botsing ingezette uitwijkactie, in aanvaring kwam met de Cessna. De Cessna werd volledig vernield, de Phantom werd ernstig beschadigd. Het vliegzicht bedroeg meer dan 7 NM. De grondsnelheid van de Phantom-formatie bedroeg 380 knopen.



## *Overzicht van soortgelijke botsingen in Nederland*

### Ongeval op 20 september 1992

Plaats : nabij zweefvliegveld Axel, 1.000 à 2.250 ft  
Vliegtuig : PIK-16C / DH98 Mosquito T3  
Bemanning : 1 / 1 (allen ongedeerd)  
Passagiers : - / 1 (ongedeerd)  
Soort vlucht : VFR-vlucht (beiden)  
Fase van de vlucht : kruisvlucht  
Type voorval : botsing in de lucht

#### *Oorzaak*

Kort voor de botsing namen beide bestuurders het andere vliegtuig waar en maakten uitwijkacties. Daarbij kon niet worden voorkomen dat de DeHavilland Mosquito het zweefvliegtuig raakte. De bestuurder van de Mosquito vloog met een snelheid van 215 knopen, te dicht bij het zweefvliegveld onder de heersende marginale zichtomstandigheden (7-10 km in wolkenflarden). Het zweefvliegtuig werd ernstig beschadigd, de Mosquito werd licht beschadigd.

### Ongeval op 22 december 1999

Plaats : nabij Etten-Leur, op circa 1.270 ft  
Vliegtuig : Piper PA-28-140 / F-16A  
Bemanning : 2 (beiden gedood) / 1 (licht verwond)  
Passagiers : geen  
Soort vlucht : instructievlucht / operationele navigatievlucht  
Fase van de vlucht : kruisvlucht  
Type voorval : botsing in de lucht

#### *Oorzaak*

Tijdens een VFR-navigatievlucht van een formatie van drie F-16's van de Koninklijke Luchtmacht is de nummer twee van de formatie in botsing gekomen met de Piper Cherokee. Geen van de drie F-16's in de formatie hebben de Piper visueel waargenomen. Beide vliegtuigen werden vernield. Het vliegzicht bedroeg meer dan 10 km. De snelheid van de F-16 formatie bedroeg circa 455 knopen.

## **BIJLAGE G**

*AIC-B 11/02*

“Maatregelen tegen midair collisions”

**MAATREGELEN TEGEN MIDAIR COLLISIONS  
MEASURES AGAINST MIDAIR COLLISIONS**

De Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Luchtvaart, in overleg met de Koninklijke Luchtmacht en Luchtverkeersleiding Nederland, vraagt uw aandacht voor het volgende:

Aan: VFR-luchtruimgebruikers

**1. DOEL VAN DEZE AIC-B**

Doel van deze AIC-B is om VFR luchtruimgebruikers te informeren over de gevolgen van diverse internationale en nationale regelingen om de kans op botsingen in de lucht te verkleinen. De internationale verplichtingen richten zich vooral op het vermijden van botsingen tussen burgerluchtverkeer. In Nederland hebben zich recentelijk twee botsingen voorgedaan tussen militaire jachtvliegtuigen en kleine luchtvaart. Dit heeft ertoe geleid dat er nationaal aanvullende maatregelen zijn genomen om de kans op dit soort ongevallen te verkleinen.

**2. MAATREGELEN OM DE KANS OP BOTSINGEN IN DE LUCHT TE VERKLEINEN**

Internationale maatregelen genomen door ICAO

- Per 1 januari 2003 moeten alle vliegtuigen die meer dan 30 passagiers mogen vervoeren of een MTOM hebben van minimaal 15000 kg voorzien zijn van ACAS II (Annex 6 part I para 6.18.1)
- Per 1 januari 2005 moeten alle vliegtuigen die meer dan 19 passagiers mogen vervoeren of een MTOM hebben van minimaal 5700 kg voorzien zijn van ACAS II (Annex 6 part I para 6.18.2)
- Per 1 januari 2003 moeten alle vliegtuigen en helikopters voorzien zijn van een transponder met hoogteaanduiding. (Annex 6 part II para 6.13.1)
- Het voeren van een transponder is bedoeld om de effectiviteit van ACAS en de luchtverkeersleiding te verhogen. Vliegtuigen zonder transponder dienen geweerd te worden uit luchtruim waar vliegtuigen met ACAS zich bevinden. Uitzonderingen op de transponderverplichting kunnen dan ook alleen worden gemaakt voor specifieke delen van het luchtruim (waar geen verkeersvluchten worden uitgevoerd) (Annex 6 part II para 6.13.2)

The Civil Aviation Authority, in consultation with the Royal Netherlands Airforce and Air Traffic Control The Netherlands likes to draw your attention to the following:

To: All VFR traffic

**PURPOSE OF THIS AIC B**

This AIC B is to inform all VFR traffic on the effects of international and Dutch anti-collision actions. International regulation is specifically aimed at reducing the risk of midair collision of civil aircraft. Two midair collisions of military fighter planes with general aviation traffic in the Netherlands have resulted in preventive action in this field.

**MEASURES TO REDUCE THE RISK OF MIDAIR COLLISIONS**

International requirements by ICAO

- With effect from January 1, 2003 all aeroplanes capable of carrying more than 30 passengers or with a MTOW of 15000 kg or more shall be equipped with ACAS II (Annex 6 part I para. 6.18.1)
- With effect from January 1, 2005 all aeroplanes capable of carrying more than 19 passengers or with a MTOW of 5700 kg or more shall be equipped with ACAS II (Annex 6 part I para. 6.18.2)
- With effect from January 1, 2003 all aeroplanes and helicopters shall be equipped with a pressure altitude reporting transponder (Annex 6 part II para 6.13.1).
- The transponder is intended to support the effectiveness of ACAS as well as air traffic services. Aircraft not equipped with transponder should stay away from airspace used by aircraft equipped with ACAS. Exemptions from the carriage requirement for transponders could only be given by designating airspace where such carriage is not required (this designated airspace is not to be used by commercial traffic) (Annex 6 part II para 6.13.2).

## Nationale maatregelen genomen door V&amp;W en Defensie

- Per 22 juni 2001 is een oproepverplichting ingevoerd voor militaire jachtvliegtuigen die VFR vliegen in luchtruim met classificatie E en G in en onder Nieuw Milligen TMA's en Eelde TMA (NOTAM M1111/02).
- Per 27 november 2001 vliegen militaire jachtvliegtuigen in luchtruim met classificatie G niet lager dan 1200' AMSL, uitgezonderd in gepubliceerde laagvlieggebieden en -routes en boven zee, vanaf 1 nm buiten de kust (hieronder niet begrepen het gebied boven de Waddenzee) (NOTAM M1113/02).
- De wijzigingen ten aanzien van de transponderverplichting en transpondergebruik zijn opgenomen in AIP ENR 1-6-1 (wijziging 30 mei 2002) en VFG ENR 1-6-1 (wijziging 7 juni 2002). De volgende verplichtingen gelden voor VFR luchtverkeer:
  1. Verplicht activeren van een transponder indien hierover wordt beschikt. (dit geldt ook voor micro light aeroplane en touring motor gliders).
  2. Verplicht voeren en activeren van een transponder in de GENOFIC area.
  3. Verplicht voeren en activeren van een transponder voor **gemotoriseerd** VFR luchtverkeer, behalve in luchtruim met classificatie G onder 1200'AMSL.  
  
(In luchtruim met classificatie G onder 1200' AMSL geldt nog steeds de regel dat indien een transponder aanwezig is, deze ook geactiveerd moet worden)
  4. De transponder wordt geactiveerd in mode S, of in mode C en mode A code 7000, tenzij een andere code wordt opgedragen door de luchtverkeersleiding.
  5. De transponder moet voorzien zijn van een hoogte uitlezing (=mode C). Het is uitdrukkelijk niet toegestaan een transponder zonder hoogte uitlezing te gebruiken.
  6. Het is voorlopig niet toegestaan de transponder te activeren onder de Schiphol TMA.
  7. Per 1 januari 2003 geldt regel 3. ook voor zweefvliegtuigen, ballonnen, zeilvliegtuigen en schermvliegtuigen, dus **alle** VFR luchtverkeer.
- Alle VFR luchtverkeer wordt sterk aangeraden de radio uit te luisteren op de havendienstfrequenties of op de en-route frequenties zoals gepubliceerd in AIP/VFG ENR 6-2-3.
- Er komt een actieprogramma om vliegers meer bewust te maken van het gevaar van botsingen in

## Dutch requirements by the ministries of Transport &amp; Waterworks and Defence

- With effect from June 22, 2001 military fighter aircraft must have radio contact when entering airspace with classification E and G in and below Nieuw Milligen TMA's and Eelde TMA (NOTAM M1111/02).
- With effect from November 27, 2001 military fighter aircraft do not fly below 1200' AMSL, except in published low fly areas and above the sea from 1 nm outside the coast (not including the area above the Waddenzee) (NOTAM M1113/02)
- The amendments with regard to the compulsory use and carriage of a transponder are stated in AIP ENR 1-6-1 (last amended on May 30, 2002) and VFG ENR 1-6-1 (last amended June 7, 2002). The following requirements are applicable to VFR traffic:
  1. Activate transponder if it is on board and serviceable (the same applies to micro light aeroplanes and touring motor gliders).
  2. Carry and activate a transponder in the GENOFIC area.
  3. **Motorised** VFR air traffic shall carry and activate a transponder, except when flying in airspace class G below 1200' AMSL .  
  
(In airspace class G below 1200' AMSL the general rule still applies; when carrying a transponder, the transponder must be activated).
  4. Activate the transponder in mode S or mode C and mode A in code 7000, unless otherwise instructed by ATC.
  5. The transponder must be equipped with a pressure altitude reporting system (= mode C). A transponder shall definitely not be operated without mode C.
  6. The transponder shall not be activated below the Schiphol TMA for the present.
  7. With effect from January 1, 2003, the rule of para. 3. also applies to gliders, balloons, hang-gliders and paragliders (**all** VFR traffic)
- All VFR traffic is urgently advised to maintain a listening watch on the aerodrome frequencies or the en-route frequencies as published in AIP/VFG ENR 6-2-3.
- An awareness program will be started to inform pilots of the risks of midair collisions

de lucht.

### 3. TOELICHTING

Alle hiervoor genoemde maatregelen zijn genomen om de kans op botsingen in de lucht te verkleinen. Er zijn meerdere manieren om botsingen te vermijden. Gekozen is voor een technische oplossing, zodat het luchtruim toegankelijk blijft voor alle luchtverkeer. De maatregelen die Nederland heeft ingevoerd richten zich dan ook op alle luchtverkeer:

#### **De verkeersluchtvaart**

Verplicht voeren van een botsingsvermijdingssysteem (ACAS en transponder).

#### **De kleine luchtvaart**

Verplicht voeren van een systeem dat signalen uitzendt die door het botsingsvermijdingssysteem waargenomen kunnen worden (transponder).

#### **De militaire luchtvaart**

Verbod om in luchtruim met classificatie G onder 1200' AMSL te vliegen buiten de gepubliceerde laagvlieggebieden en -routes.

Moderne militairen jachtvliegtuigen hebben een boordradar die beschikt over een functie waarmee transpondersignalen worden waargenomen. De transpondersignalen worden, ongeacht de hoogte en snelheid van het luchtverkeer dat de transpondersignalen uitzendt, weergegeven aan de vlieger. Het is algemeen gebruik dat deze functie van de boordradar is ingeschakeld tijdens de vlucht.

Al deze maatregelen kunnen niet los van elkaar bestaan. Voor de effectieve werking van ACAS is het noodzakelijk dat de in vliegtuigen aanwezige transponders geactiveerd zijn. Het positieve effect van deze maatregelen wordt versterkt door het gebruik van de radio. Het uitluisteren van de radio tijdens de vlucht kan bijdragen tot de vorming van een algemeen beeld van luchtverkeer in de omgeving. Voor het uitluisteren is geen R/T bevoegdheid nodig.

Er zijn gebieden in het luchtruim met hoge concentraties VFR luchtverkeer. De Ministers van Verkeer en Waterstaat en Defensie willen in overleg met de gebruikers, vertegenwoordigd door de KNVvL en AOPA-NL, gebieden aanwijzen waar zonder transponder kan worden gevlogen, zonder dat dit conflicten oplevert met militaire jachtvliegtuigen of verkeersvliegtuigen.

### 4. TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

Verwachte toekomstige maatregelen gericht op VFR luchtverkeer in het kader van het verkleinen van de kans op botsingen:

- De verplichting om een radio aan boord en geactiveerd te hebben. De radioverplichting geldt al voor IFR luchtverkeer.

### EXPLANATION

All above mentioned rules and regulations are to reduce the risk of midair collisions. There are several ways by which midair collisions can be avoided. By making use of technical means it is possible to keep the airspace accessible for all sorts of traffic. Dutch regulations therefore apply to all traffic making use of that airspace:

#### **Commercial aviation**

Mandatory carriage of a collision avoidance system (ACAS and transponder)

#### **General aviation**

Mandatory carriage of a system sending out signals that can be observed by the collision avoidance system (transponder)

#### **Military aviation**

Outside published low-fly areas military aircraft are not allowed to fly below 1200'AMSL.

Modern military fighter aircraft make use of a radar system that is capable of observing transponder signals. Those signals are displayed to the fighter pilot regardless of altitude and speed of the aircraft sending out the transponder signals. It is common practice that this radar system is activated during the flight.

These actions have to be seen in relation to one another. The effectiveness of a system like ACAS requires carriage and activation of transponders. Proper use of the radio will enhance the positive effect of these measures. Listening to intentions and positions of other aircraft helps to create an image of surrounding traffic. To maintain a listening watch it is not required to have a R/T licence.

In some parts of the airspace VFR traffic is largely concentrated. Therefore together with representatives of VFR traffic (KNVvL and AOPA-NL) the ministers of Transport and Public Works and Defence will designate areas that are accessible without transponder. The use of the designated areas must not interfere with military or commercial aviation.

### FUTURE DEVELOPMENTS

Expected future regulations directed at VFR traffic in order to reduce the risk of midair collisions:

- Mandatory carriage and activation of a radio. IFR traffic is already equipped with radio.

- De invoering van transponders met mode S. In Europa worden in het kader van het European Air Traffic Management Program (EATMP) afspraken gemaakt over het gebruik van mode S. Langzaam maar zeker zal ook voor VFR luchtverkeer mode A en C uitgefaseerd gaan worden, om plaats te maken voor de transponder met mode S. Net als voor de radioverplichting geldt de verplichting voor het voeren van een transponder met mode S al langer voor IFR verkeer.
- Transponder with mode S. Within the European Air Traffic Management Program (EATMP) the implementation of transponder with mode S is being discussed. Step by step mode S will replace transponders with mode A and C. IFR traffic is already equipped with a transponder with mode S.

NB: Fabrikanten zijn bezig met de ontwikkeling van een lichtgewicht transponder met mode S. Deze transponder zal een beperkt vermogen hebben en toch effectief genoeg zijn voor ACAS. Het voordeel van een beperkt vermogen is dat de benodigde externe voedingsbron ook een laag gewicht zal hebben. Er zijn al lichtgewicht transponders beschikbaar met een gewicht van 700 gram en een vermogen van 175 Watt.

NB: Currently manufacturers are developing a light weight transponder with mode S. The limited power of this transponder will be effective towards ACAS and guarantees a light weight external power source. There are already light weight transponders available with a power of 175 Watt, weighing 700 grams.

## 5. MEER INFORMATIE

Voor meer informatie maatregelen om ter verkleining van de kans op botsingen in de lucht kunt u terecht op onze website [www.divisieluchtvaart.nl](http://www.divisieluchtvaart.nl). Vragen kunt u richten aan:

Inspectie Verkeer en Waterstaat  
Divisie luchtvaart, afdeling Infrastructuur  
Postbus 575  
2130 AN Hoofddorp

## **BIJLAGE H**

*Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

## *Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

Acties van het ministerie van Verkeer en Waterstaat (in nauwe samenwerking met het ministerie van Defensie en de Luchtverkeersleiding Nederland) als gevolg van het rapport van de Raad voor de Transportveiligheid over de botsing nabij Etten-Leur op 22 december 1999.

- 26 april 2001 RvTV maakt eindrapportage 1999142 over het ongeval openbaar.
- 22 juni 2001 Oproepverplichting voor militaire jachtvliegtuigen in luchtruim met klasse E of G en onder TMA's Nieuw Milligen en Eelde (NOTAM-M1111/02).
- 05 juli 2001 De Minister van V&W en de Minister van Defensie geven de Luchtverkeerscommissie opdracht om hen te adviseren over de mogelijkheden om de kans op botsingen in ongecontroleerd luchtruim te verminderen. Rapportage hierover voor 1 oktober 2001.
- 06 juli 2001 Werkgroep 'Etten-Leur' wordt samengesteld (met vertegenwoordigers van IVW-DL, DGL, Kon. Marine, Kon. Luchtmacht, LVNL, KNVvL, AOPA-NL en NVL).
- 24 sep 2001 WG Etten-Leur komt met rapportage aan LVC-stafoverleg: (01.540705)  
De wg concludeert dat in luchtruim klasse G geen fysieke scheiding tussen militaire jachtvliegtuigen en gemotoriseerd luchtverkeer (zonder transponder / radio) mogelijk is. De gevolgen van de transponderverplichting voor ATC-systemen (garbling en fruit) dienen te worden onderzocht en deel uit te maken van de besluitvorming. Tevens concludeert de wg dat er behoefte bestaat aan een intensief awareness programma over de aard van vluchten met militaire jachtvliegtuigen. Tot slot is de wg van mening dat beide maatregelen de vliegveiligheid nog meer zullen bevorderen, maar dat een botsing tussen luchtvaartuigen onderling nooit geheel uit te sluiten is.
- 27 sep 2001 LVC-stafoverleg adviseert LVC: De LVC-staf concludeert dat een botsing nooit geheel is uit te sluiten, maar adviseert om drie maatregelen te nemen die de vliegveiligheid kunnen verhogen:
- verplicht het gemotoriseerd burgerluchtverkeer tot het gebruik van radio en transponder voor alle vluchten in luchtruim met de klasse G boven 1200 ft AMSL, behalve vanaf vrijdag 17.00 u tot zondag 24.00 u;
  - verbiedt de militaire jachtvliegtuigen om in luchtruim met de klasse G beneden 1200 ft AMSL te vliegen (behalve binnen de laagvliegroutes en laagvlieggebieden);
  - informeer over en train privé-vliegers in het gebruik van het luchtruim door snel militair luchtverkeer, voor wat betreft de gebieden en de aard van de vluchten.
- 28 sep 2001 LVC adviseert de Ministers van V&W en Defensie (DGL/01.421974):  
De LVC adviseert om drie maatregelen te nemen die de vliegveiligheid verhogen:
- verbied de militaire jachtvliegtuigen om in luchtruim met de klasse G beneden 1200 ft AMSL te vliegen (behalve binnen de gepubliceerde laagvliegroutes en laagvlieggebieden);
  - verplicht het gemotoriseerd burgerluchtverkeer tot het gebruik van radio en transponder voor alle vluchten in luchtruim met de klasse G boven 1200 ft AMSL, behalve vanaf vrijdag 17.00 u tot zondag 24.00 u en tijdens algemeen erkende feestdagen;
  - informeer over en train privé-vliegers in het gebruik van het luchtruim door snel militair luchtverkeer, voor wat betreft de gebieden en de aard van de vluchten.
- De LVC merkt op dat ook met deze maatregelen een botsing nooit geheel valt uit te sluiten.
- 30 okt 2001 LVC-staf : MV&W is het eens met advies LVC en wil Tweede kamer informeren. Defensie moet echter nog reageren.
- 20 nov 2001 LVC-staf: Veel details van gewenste nieuwe maatregelen zijn nog niet ingevuld. Er is nog geen antwoord van de Staatssecretaris van Defensie. Initiatieven van LVC-staf moeten wachten op visie LVC.
- 27 nov 2001 De Staatssecretaris van Defensie onderschrijft de door de LVC voorgestelde maatregelen.
- 01 dec 2001 Militaire jachtvliegtuigen wordt verboden om in luchtruim met klasse G beneden 1200 voet AMSL te vliegen (behalve binnen gepubliceerde laagvliegroutes en laagvlieggebieden) (NOTAM-M2845/01).



## *Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

- 28 dec 2001 Wijziging van de Regeling navigatie- en telecommunicatie-installaties waarmee o.a. een algemene verplichting tot activering van de SSR transponder wordt ingevoerd (als de transponder aan boord is moet die altijd aan staan, ook in luchtruim waar men mag vliegen als men geen transponder heeft).
- 21 jan 2002 MV&W stuurt brief (DGL/02.421216) aan voorz. Vaste kamercommissie voor V&W met info over maatregel Defensie per 1 december 2001 en opdracht MV&W om gemotoriseerd burgerluchtverkeer te verplichten tot het gebruik van radio en transponder voor alle vluchten in luchtruim met de klasse G boven 1200 voet AMSL, behalve vanaf vrijdag 17.00 u tot zondag 24.00 u en tijdens algemeen erkende feestdagen. Privé -vliegers zullen worden geïnformeerd over en getraind worden in het gebruik van het luchtruim door snel militair luchtverkeer, voor wat betreft de gebieden en de aard van de vluchten.
- 20 feb 2002 Het principe van de werkgroep Etten-Leur is geaccepteerd door beide bewindslieden. Voorstel van KLU/MilATCC is om de implementatie van de afgesproken besluiten (1200 ft) in wet- en regelgeving in een heropgerichte kleinere setting aan te pakken maar wel met dezelfde betrokken partijen. Het uitwerken van de besluiten komt bij wg LVR te liggen. Voorzitter LVR maakt een plan van aanpak met daarin tijdslijnen opgenomen en presenteert dit in LVC-Staf.
- Opdracht aan wg UMEL (UitvoeringsMaatregelen Etten-Leur):
- minimum vlieghoogte militair jachtvliegtuigen 1200 ft AMSL
  - transponderverplichting gemotoriseerd burger luchtverkeer boven 1200 ft AMSL
  - RT verplichting gemotoriseerd burger luchtverkeer boven 1200 ft AMSL
  - Awareness campagne
- 09 apr 2002 1<sup>e</sup> verg wg UMEL.
- 24 apr 2002 Botsing bij Sellingen.
- 25 apr 2002 LVC bespreekt mogelijke aanvullende maatregelen en spreekt af dat IVW een NOTAM zal laten uitgeven met advies tot het voeren en gebruiken van een transponder ook daar waar het niet verplicht is en een NOTAM waarin vliegers bewust gemaakt worden van de huidige verplichtingen voor het voeren en gebruiken van een transponder. LVC staf krijgt de opdracht om voor half juni een advies voor te bereiden over korte termijn maatregelen die de kans op botsingen tussen civiele en militaire vliegtuigen in klasse G luchtruim verder moeten verminderen. Ook moet uitzicht worden geboden op een lange termijn oplossing. Defensie zoekt uit waar er precies behoefte bestaat aan militair laagvliegen en waar de gebieden liggen waar gevaarlijke situaties optreden.
- 26 apr 2002 IVW constateert verschillen tussen regelgeving, publicaties in AIP en VFG en een brief terzake van de LVNL. LVNL is om opheldering gevraagd.
- 6/7 mei 2002 2<sup>e</sup> verg wg UMEL.
- 08 mei 2002 NOTAM wordt uitgegeven vooruitlopend op nieuwe teksten in AIP / VFG over transponders.
- 30 mei / 10 juni AIP / VFG tekst over gebruik van transponder wordt aangepast.
- 30 mei 2002 3<sup>e</sup> verg wg UMEL; LVC-staf wil advies van wg Sellingen over de vraag of in het licht van het ongeval bij Sellingen de maatregelen a.g.v. het ongeval bij Etten-Leur aangescherpt moeten worden.
- Notitie aan MVW over bewustwording gebruik van transponder en radio.
- 03 juni 2002 Brief van IVW DL aan 'dames en heren vliegers' via KNVvL, AOPA, Piloot & Vliegtuig, geregistreerde en gekwalificeerde vliegscholen en de havendiensten over maatregelen tegen botsingen in de lucht.
- 10 juni 2002 4<sup>e</sup> verg wg UMEL.

## *Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

18 juni 2002	LVC-Staf: wake turbulence problematiek komt bij de transponderproblematiek rond Schiphol.
20 juni 2002	5 <sup>e</sup> verg wg UMEL.
26 juni 2002	1 <sup>e</sup> vergadering wg Sellingen. RvTV wordt per brief om additionele informatie gevraagd. Zonder die informatie kan men niet adviseren.
25 juli 2002	AIC B 11/02 uitgegeven: Maatregelen tegen midair collisions.
19 aug 2002	6 <sup>e</sup> verg wg UMEL; Pakket voorstellen voor maatregelen transpondergebruik rond Schiphol wordt aan LVC-staf aangeboden.
14 okt 2002	Herziene opdracht van LVC-staf aan wg UMEL over transpondergebruik onder Schiphol TMA 1.
02 okt 2002	7 <sup>e</sup> verg wg UMEL.
21 okt 2002	8 <sup>e</sup> verg wg UMEL waarin 9 opties worden uitgewerkt voor maatregelen m.b.t. separatie van VFR-verkeer onder SPL TMA-1 met IFR-verkeer in die TMA.
04 nov 2002	9 <sup>e</sup> verg wg UMEL waarin de VFR-brochure wordt geactualiseerd en wordt uitgebreid met diverse aspecten rond het risico van botsingen in de lucht.
09 nov 2002	Nationale zweefvliegday in Veenendaal waar o.a. het huidige standpunt van de overheid m.b.t. transponderverplichting voor niet gemotoriseerde luchtvaartuigen wordt toegelicht.
13 nov 2002	10 <sup>e</sup> verg wg UMEL waarin optie 3 van het transpondergebruik onder SPL TMA 1 gedetailleerd wordt uitgewerkt en verder wordt gewerkt aan de VFR-brochure.
19 nov 2002	11 <sup>e</sup> verg wg UMEL LVC-staf heeft de uitwerking van transponderoptie 3 aan LVC gezonden.
09 dec 2002	12 <sup>e</sup> verg wg UMEL op verzoek van LVC wordt nader ingegaan op politieke en bestuurlijk juridische risico's van optie 3.
dec 2002	Transponderverplichting voor niet gemotoriseerde luchtvaartuigen in Amsterdam FIR behalve in klasse G beneden 1200 ft AMSL wordt uitgesteld van 1 januari 2003 naar 1 april 2004 (volgens brief STAS V&W aan Tweede Kamer).  ACAS II verplichtingen worden in Europa uitgesteld hetgeen gevolgen heeft voor mode S transponderverplichting IFR.
14 jan 2003	13 <sup>e</sup> verg wg UMEL; LVC adviseert nog niet over transpondergebruik onder SPL TMA 1; dit heeft invloed op publicatie in AIP VFG, min. Regeling en de VFR-brochure; de VFR-brochure wordt tweetalig (Nederland – Engels) en uitgegeven als AIC-B.
29 jan 2003	14 <sup>e</sup> verg wg UMEL; VFR-brochure.
13 feb 2003	15 <sup>e</sup> verg wg UMEL; commentaar van AOPA en NVL wordt verwerkt in VFR-brochure.
11 maart 2003	16 <sup>e</sup> verg wg UMEL; VFR-brochure wordt afgerond en ter publicatie aangeboden; opzet voor (vervolg) awareness campagne gemaakt.
02 apr 2003	17 <sup>e</sup> verg wg UMEL; awareness campagne; SPL TMA-1 –transponderproblematiek.
03 apr 2003	VFR-brochure komt uit als AIC-B 03 03: “VFR-vluchten in Nederland.”
08 mei 2003	18 <sup>e</sup> verg wg UMEL; awareness campagne, SPL TMA-1 – transponderproblematiek.
15 mei 2003	WG UMEL rapporteert aan LVC-stafoverleg over problematiek transpondergebruik onder SPL TMA 1.

## *Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

- 28 mei 2003 19<sup>E</sup> verg wg UMEL; awarenesscampagne.
- 25 juni 2003 20<sup>e</sup> verg wg UMEL; awarenesscampagne.
- 06 aug 2003 21<sup>e</sup> verg. wg UMEL; awarenesscampagne.
- 07 okt 2003 22<sup>e</sup> verg wg UMEL rondt voorstel voor awarenesscampagne af; de wg heeft nu alle opdrachten afgehandeld.
- 16 okt 2003 AIC B 10 03 over het gebruik van transponders in Amsterdam FIR wordt uitgegeven.
- 30 okt 2003 LVC keurt plannen voor awarenesscampagne en radiogebruik goed. Afwikkeling van zaken wordt na de vergadering besproken.
- 03 nov 2003 LVC stafoverleg bedankt wg UMEL voor hun inspanningen; Het door de werkgroep UMEL opgestelde voorstel voor een Awareness Campagne voor de Kleine Luchtvaart is op 23 oktober 2003 in de LVC-staf besproken en geaccepteerd en naar LVC gestuurd.
- 12 nov 2003 1<sup>e</sup> verg wg uitzonderingsgebieden transponder; moeizaam overleg over TOR's; LVNL is niet vertegenwoordigd.
- 03 dec 2003 De Staatssecretaris van V&W overlegt met de sector en zegt uitstel toe van de transponderverplichting voor niet gemotoriseerde luchtvaartuigen per 1 april 2004 en vraagt LVC advies over compenserende maatregelen die de veiligheid verhogen. Argumentatie: omdat het nog steeds niet mogelijk is (voor deze groep geschikte) transponders te verkrijgen, omdat nieuwe inzichten zijn ontstaan en omdat elders in Europa eveneens sprake is van een langzamer tempo van invoering (van mode S transponders).
- 17 dec 2003 2<sup>e</sup> verg wg uitzonderingsgebieden transponder; wg verwacht nieuwe opdracht gezien koerswijziging op 3 dec 2003.
- 23 dec 2003 Noot: RvTV vraagt de Staatssecretaris V&W de status van de op 18 augustus 2003 aangekondigde maatregelen inzake invoering awareness campagne in het najaar van 2003 en het gebruik van de boordradio voor positiemeldingen in het circuitgebied, als onderdeel van het awareness campagne.
- 22 jan 2004 WG LVC-stafoverleg verzoekt de secr. om een uitnodiging aan de sector op te stellen en vraagt dhr Kruiswijk de sessie van de Expert Choice Methode te organiseren en het onderzoek te leiden naar de risico's in klasse E luchtruim.
- 05 feb 2004 LVC; vz LVC-staf maakt zich zorgen over gebrek aan voortgang bij de awarenesscampagne. De voorzitter LVC zegt toe voor 4 mrt actie te ondernemen in samenwerking met de KLu. Voorzitter LVC heeft een notitie geschreven over de transponderproblematiek. De vergadering stemt daarmee in: Binnen LVC-stafoverleg wordt het Duitse systeem nader bekeken voor mogelijke toepassing in Nederland. LVC-staf werkt aan een nieuw voorstel waarbij de relatie tussen het veiligheidsniveau en de maatregelen verduidelijkt wordt.
- 19 feb 2004 WG LVC-stafoverleg;
- LVNL kondigt onderzoek aan naar effecten transpondergebruik onder SPL TMA 1 op ACAS apparatuur van vliegtuigen in die TMA.
  - Aansturing vanuit LVC (DGL en Def) voor starten van awarenesscampagne ontbreekt nog steeds. De voorzitter onderneemt opnieuw actie.
  - De LVC-staf heeft de opdracht gekregen om te bekijken wat de invoering van het "Duitse systeem" in Nederland voor een effect zou hebben.
- Dhr Kruiswijk heeft een notitie over Transponder Mandatory Zones (TMZ) voor velden met IFR verkeer in Duitsland opgesteld. De vergadering bespreekt deze gezamenlijk. Dhr. Kruiswijk vult de notitie aan met informatie die aan de hand van deze bespreking wordt gevraagd. De LVC-staf besluit dat iedere organisatie zelf de opdracht van de LVC uitwerkt. Hierbij dient aan de volgende aspecten aandacht te worden besteed:
- voor- en nadelen/risico's en bijeffecten
  - welke keuzes moeten worden gemaakt

## *Tijdslijn en overzicht van de acties van LVC en LVC-staf*

In een extra LVC-stafvergadering op 11 maart 04 in Hoofddorp zullen de standpunten bij elkaar worden gevoegd. Waarna een notitie met een advies voor de LVC zal worden opgesteld welke vervolgens op de reguliere vergadering van 18 maart kan worden goedgekeurd. De secr. wordt verzocht om de KNVvL te benaderen zodat deze invulling kan geven aan hun gekwalificeerde advies rol. Het advies van de KNVvL wordt op 18 maart 04 bij het LVC-staf advies gevoegd.

- |             |  |
|-------------|--|
| 25 feb 2004 | Notitie voor LVC-stafoverleg over de Duitse toepassing van TMZ's is uitgebreid met gevraagde informatie.   |
| 01 mrt 2004 | DGL en Staf KLU geven opdracht voor de uitvoering van de awarenesscampagne; bij IVW DL wordt dhr. R. Valkenburcht als projectleider aangewezen voor de uitvoering daarvan, hetgeen deze na detachering per 1 april 04 daadwerkelijk kan gaan realiseren. |
| 04 mrt 2004 | LVC bespreekt transponderproblematiek en geeft groen licht voor uitgifte AIC-B over transponderverplichting voor VFR-verkeer.  |
| 11 mrt 2004 | Extra vergadering LVC-stafoverleg over compenserende maatregelen voor het uitstel van de transponderverplichting voor niet gemotoriseerde luchtvaartuigen na 1 april 2004.   |
| 18 mrt 2004 | Vorbereiding binnen wg LVC-stafoverleg over advies LVC aan Staatssecretaris V&W en Defensie over compenserende maatregelen.  |

## **BIJLAGE I**

*Onderzoeksverantwoording*

## *Onderzoeksverantwoording*

Het onderzoek is uitgevoerd door onderzoekers van de Raad voor de Transportveiligheid (RvTV) in samenwerking met de Onderzoeksdienst voor Luchtvaartongevallen van de Belgische Defensie (ODOV). Dit onderzoek vond plaats onder supervisie van de Kamer Luchtvaart. De Raad heeft de eindverantwoordelijkheid voor het onderzoek en stelt de aanbevelingen op.

Het ongeval werd op 24 april 2002 om 13.30 uur gemeld. Op de plaats van het ongeval werd door de onderzoekers een onderzoek ingesteld. Dit onderzoek ter plaatse heeft vier dagen geduurd. Op verzoek van de RvTV hebben medewerkers van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium op de plaats van het ongeval onderzoek verricht ten behoeve van de botsingsreconstructie. Op hetzelfde moment deden onderzoekers van de Luchtcomponent van de Belgische Defensie en medewerkers van de Luchtvaartpolitie elk een eigen onderzoek. Eén van de onderzoekers van de RvTV heeft zich gemeld bij het beleidscentrum dat door de Burgemeester van de gemeente Vlagtwedde was ingesteld om afspraken te maken met diverse betrokkenen waaronder de Burgemeester, Nederlandse- en Belgische justitiële autoriteiten, lokale politiediensten en brandweer.

Na het onderzoek ter plaatse werden de wrakken van beide vliegtuigen overgebracht naar de vliegbasis Woensdrecht, waar het onderzoek werd voortgezet. De vliegtuigen stonden daar tevens ter beschikking van de onderzoekers van ODOV en de Luchtvaartpolitie. Na overleg werd besloten dat het veiligheidsonderzoek gezamenlijk zou worden uitgevoerd door onderzoekers van de RvTV en ODOV onder leiding van de RvTV. Het justitiële onderzoek werd separaat uitgevoerd door de Luchtvaartpolitie.

Het onderzoek is uitgevoerd volgens de Europese- en ICAO Annex 13 richtlijnen<sup>1</sup> die gelden voor luchtvaartonderzoeken. Getuigenverklaringen en overzichtstekeningen zijn verkregen via de Luchtvaartpolitie. De onderzoekers van de RvTV en ODOV hebben interviews afgenomen van medewerkers van IVW, divisie Luchtvaart, leden van de MLA vliegclub Westerwolde, medewerkers van Eurocontrol, medewerkers van de Luchtcomponent van de Belgische Defensie en medewerkers van de Nederlandse Luchtmacht. De militaire luchtverkeersleiding Dutch Mil en de Luchtverkeersleiding Nederland hebben informatie geleverd over de beschikbare radiocommunicatie en de beschikbare radargegevens. Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut en de meteorologische afdeling van de vliegbasis Kleine Brogel te België hebben gegevens verstrekt met betrekking tot het weer.

Omdat op 22 december 1999 een soortgelijk ongeval nabij Etten-Leur in Nederland heeft plaatsgevonden dat door de RvTV is onderzocht en waarvan een onderzoeksrapport (nummer 1999142) is verschenen, is voor een groot deel gebruik gemaakt van dezelfde bronnen met betrekking tot het 'see-and-avoid' concept. Dit was mogelijk omdat de inzichten met betrekking tot dit concept niet zijn veranderd. Tevens is gebruik gemaakt van informatie die door buitenlandse onderzoeksorganisaties over dit onderwerp is gepubliceerd.

Op basis van de verkregen informatie over feiten, factoren van het ongeval en de achterliggende oorzaak heeft de Kamer Luchtvaart het concept onderzoeksrapport afgerond. Het concept rapport is in september 2003 ter inzage verstuurd aan de betrokkenen: de nabestaanden van de overleden piloten, de achterste piloot van de F-16, de Luchtcomponent van de Belgische Defensie en de MLA-vereniging Westerwolde. Zij werden daarbij in de gelegenheid gesteld commentaar te leveren op het concept rapport. Omdat in het onderzoek

---

<sup>1</sup> Richtlijn 94/56/EG van de Raad van de Europese Unie van 21 november 1994 "houdende vaststelling van de grondbeginselen voor het onderzoek van ongevallen en incidenten in de burgerluchtvaart" en de *International Standards and Recommended Practices van Annex 13 "Aircraft Accident and Incident Investigation"* van de International Civil Aviation Organization (ICAO).

het ministerie van Verkeer en Waterstaat alsmede het ministerie van Defensie eveneens onderwerp van onderzoek zijn in verband met de genomen maatregelen naar aanleiding van de botsing nabij Etten-Leur, is het concept rapport tevens aan beide ministeries aangeboden voor commentaar.

Naar aanleiding van het commentaar tijdens de inzageronde zijn in opdracht van de Raad voor de Transportveiligheid nadere onderzoeken door de Duitse Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung en het NLR gedaan. Deze onderzoeken hadden betrekking op een nauwkeurigere reconstructie van de botsingshoogte. De resultaten hiervan, alsmede de opmerkingen van de betrokkenen uit de inzagetermijn, hebben geleid tot significante wijzigingen in het rapport.

Tot slot heeft de Raad twee aanbevelingen opgesteld om dergelijke ongevallen in de toekomst te voorkomen.