



ONDERZOEKRAAD  
VOOR VEILIGHEID

# Verongelukt tijdens kunstvlucht

Bussloo



# Verongelukt tijdens kunstvlucht

Bussloo, 19 maart 2014

*Den Haag, juni 2016*

*De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.*

*Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad [www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl).*

*Foto cover: Onderzoeksraad voor Veiligheid.*



|  |           |
|--|-----------|
| <b>Algemene gegevens.....</b>                              | <b>5</b>  |
| <b>Samenvatting .....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>1 Feitelijke informatie.....</b>                        | <b>7</b>  |
| 1.1 De vlucht en het ongeval .....                         | 7         |
| 1.2 Onderzoek ter plaatse.....                             | 8         |
| 1.3 Informatie over de inzittenden .....                   | 8         |
| 1.4 Informatie over het vliegtuig .....                    | 10        |
| 1.5 Het weer.....  | 11        |
| <b>2 Onderzoek en analyse .....</b>                        | <b>12</b> |
| 2.1 De vlucht en het ongeval .....                         | 12        |
| 2.2 De gezagvoerder.....                                   | 15        |
| 2.3 Mogelijke oorzaken .....                               | 16        |
| 2.4 Regelgeving en toezicht.....                           | 19        |
| <b>3 Conclusies .....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>Bijlage A. G-krachten en het effect op de mens.....</b> | <b>25</b> |

# ALGEMENE GEGEVENS



Figuur 1: De verongelukte D-EXIR. (Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid)

|                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Nummer ongeval:                   | 2014034                            |
| Classificatie:                    | Ongeval                            |
| Datum, tijd ongeval: <sup>1</sup> | 19 maart 2014, omstreeks 18.30 uur |
| Plaats ongeval:                   | Golfterrein nabij Bussloo          |
| Registratie luchtvaartuig:        | D-EXIR                             |
| Type luchtvaartuig:               | Extra EA-300L                      |
| Soort luchtvaartuig:              | Eenmotorig propellervliegtuig      |
| Soort vlucht:                     | Kunstvlucht                        |
| Fase van de vlucht:               | En route                           |
| Schade aan luchtvaartuig:         | Vernield                           |
| Aantal bemanningsleden:           | Eén                                |
| Aantal passagiers:                | Eén                                |
| Persoonlijk letsel:               | Beide inzittenden overleden        |
| Overige schade:                   | Schade aan het golfterrein         |
| Lichtcondities:                   | Daglicht                           |

<sup>1</sup> Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden, tenzij anders vermeld.

Op woensdag 19 maart 2014 maakte de gezagvoerder van een eenmotorig vliegtuig van het type Extra EA-300L met registratie D-EXIR een kunstvlucht<sup>2</sup> vanaf luchthaven Teuge. Aan boord waren de gezagvoerder en een passagier. Aan het begin van de vlucht werden meerdere manoeuvres gevlogen tussen ongeveer 1000 en 3500 voet. Daarna werd een klim ingezet tot ongeveer 4100 voet gevolgd door een sterk dalende beweging. Deze sterke daling werd niet tijdig afgebroken waarna het vliegtuig tegen de grond vloog. Het vliegtuig kwam terecht op een golfterrein nabij Bussloo en werd volledig vernield. Beide inzittenden kwamen om het leven. Na onderzoek is er geen duidelijke oorzaak van het ongeval gevonden. Aan de hand van uitsluiting en waarschijnlijkheid is een aantal mogelijke oorzaken benoemd.

Tijdens het onderzoek bleek dat de wet- en regelgeving en het toezicht rondom het uitvoeren van kunstvluchten verbeterd kunnen worden. Ondanks dat dit geen direct verband heeft met het ontstaan van het ongeval, is dit onderwerp in het rapport opgenomen om de betrokken partijen te bewegen deze verbeteringen door te voeren.

---

<sup>2</sup> Een kunstvlucht is een vlucht, waarbij met opzet bewegingen worden uitgevoerd, welke een plotselinge verandering in de stand, een abnormale stand of een abnormale snelheidsverandering van het luchtvaartuig meebrengen (artikel 1 onder I van de Regeling Toezicht Luchtvaart (RTL). Kunstvliegen wordt ook aerobatics of stuntvliegen genoemd.



# 1 FEITELIJKE INFORMATIE

## 1.1 De vlucht en het ongeval

Op 19 maart 2014 rond 18.00 uur meldde de gezagvoerder zich via de radio bij de haven-dienst van de luchthaven Teuge (EHTE) om die dag een lokale vlucht met de D-EXIR, een Extra EA-300L, met een passagier aan te kondigen. Het was die dag de tweede vlucht van de gezagvoerder met de D-EXIR. Enkele minuten voor de tweede vlucht had hij zijn vliegtuig getankt met 35,2 liter brandstof. Om 18.10 uur steeg de D-EXIR op en vertrok in noordwestelijke richting. De havendienst noteerde de vlucht als een privévlucht.

Uit radarbeelden blijkt dat de D-EXIR een aantal manoeuvres uitvoerde ten noorden van Apeldoorn op een hoogte tussen ongeveer 1000 en 3500 voet. Na ongeveer een kwartier vloog de D-EXIR tussen Apeldoorn en Teuge in zuidelijke richting. Ter hoogte van het meldingspunt Sierra van luchthaven Teuge werd de koers verlegd naar het zuidoosten. Vervolgens werd een geleidelijke klim naar ongeveer 4100 voet uitgevoerd (zie figuur 2).



Figuur 2: Radarbeelden van het vluchtpad van de D-EXIR. (Foto: Radarbeelden van Luchtverkeersleiding Nederland, weergegeven in Google earth)

Op deze hoogte aangekomen werd een sterk dalende manoeuvre ingezet. De radarbeelden van de vlucht laten een continue daling zien. Voor het laatste gedeelte van de vlucht wijzen getuigenverklaringen op een steile daling van het vliegtuig met veel motor-

geluid. Deze steile daling werd niet tijdig afgebroken, waardoor het vliegtuig tegen de grond vloog. Het vliegtuig werd totaal vernield en de beide inzittenden kwamen om het leven.

## 1.2 Onderzoek ter plaatse

Het vliegtuig was neergestort op een golfbaan. De plek waar het vliegtuig de grond als eerste had geraakt, was duidelijk zichtbaar. Op deze plek was een inslagkuil met aan weerszijden indrukken afkomstig van de vleugels. Aan de uiteinden van de vleugelindrukken waren oranje metalen buizen zichtbaar die elk onder een hoek van ongeveer 20 tot 30 graden in de grond staken. Het vliegtuig was volledig gedesintegreerd waarbij de zwaarste delen het dichtst bij het inslagpunt lagen. Vanuit het inslagpunt waren vliegtuigonderdelen in één richting uitgespreid. De richting waarin de onderdelen waren uitspreid, was ongeveer 30° ten opzichte van het noorden. De vliegtuigonderdelen die het verst verspreid waren, lagen op ongeveer 88 meter van het inslagpunt.



Figuur 3: Luchtfoto van de ongevalslocatie. (Foto: Nationale politie)

De wrakstukken van het vliegtuig werden door de politie in beslag genomen en overgebracht naar een hangar voor nader onderzoek.

## 1.3 Informatie over de inzittenden

### De gezagvoerder

De gezagvoerder, een man van 24 jaar en eigenaar van de D-EXIR, had sinds oktober 2009 een geldig bewijs van bevoegdheid als privévlieger (PPL). De opleiding voor het behalen van dit bewijs had hij op luchthaven Teuge doorlopen. Daarnaast was de gezagvoerder bezig met het behalen van zijn instructiebevoegdheid (FI). Uit verklaringen blijkt



dat de gezagvoerder de intentie had zijn bewijs van bevoegdheid als voor beroepsvlieger (CPL) te behalen. Hiervoor had hij in juni 2013 de benodigde theoretische examens afgerond.

Sinds augustus 2012 was de gezagvoerder in het bezit van een geldige Nederlandse vertoningslicentie (Display Authorisation, DA). Zijn intenties waren om zich verder te ontwikkelen in het kunstvliegen. Met een vertoningslicentie mag als piloot worden deelgenomen aan luchtvaartvertoningen.<sup>3</sup> Deze licentie moet jaarlijks worden verlengd. In augustus 2013 had de gezagvoerder zijn licentie niet verlengd. De reden waarom hij deze niet had verlengd, is onbekend.

Naast een vertoningslicentie was de gezagvoerder sinds september 2012 ook in het bezit van een jaarvergunning voor het organiseren en uitvoeren van luchtvaartvertoningen. Hiermee mocht hij zelfstandig, zonder toezicht van een vertoningsdirecteur (display director), luchtvaartvertoningen organiseren en uitvoeren, bestaande uit een aantal aerobatic manoeuvres met de D-EXIR. Deze vergunning was in oktober 2013 met een jaar verlengd.

De gezagvoerder was in het bezit van een medische verklaring klasse I, geldig tot en met 29 november 2014.

|   | Vlieguren | Aantal vluchten |
|---|-----------|-----------------|
| Totaal op alle typen                        | 384       | 394             |
| Totaal bij aanschaf D-EXIR                  | 154       | 225             |
| Totaal op het betrokken type                | 85        | 173             |
| Gedurende de laatste 90 dagen op alle typen | 21        | 45              |

Tabel 1: vliegervaring van de gezagvoerder.

### De passagier

De passagier had geen geldig bewijs van bevoegdheid. Hij had één keer eerder als passagier meegevlogen met de D-EXIR.

<sup>3</sup> Een luchtvaartvertoning is een evenement met één of meer demonstratietoestellen in de lucht, georganiseerd om aan publiek amusement te verschaffen. (Art. 1 onder h. van de Regeling luchtvaartvertoningen).

## 1.4 Informatie over het vliegtuig



Figuur 4: Archiefphoto D-EXIR. (Foto: J. Hage)

De D-EXIR was van het type Extra EA-300L. Dit is een in 1987 ontworpen eenmotorig propellervliegtuig met staartwiel, vooral bestemd voor het vliegen van ongelimiteerde aerobatic manoeuvres. Het vliegtuig wordt aangedreven door een Lycoming motor en deze motor produceert een vermogen van 300 PK bij een toerental van 2700 RPM. De brandstof wordt opgeslagen in twee vleugeltanks (beide met een capaciteit van 60 liter) en in een Acro & centertank (51 liter). In de cockpit, waarin plaats is voor twee personen, zijn de stoelen achter elkaar geplaatst. De achterste plaats is bestemd voor de bestuurder/gezagvoerder.

De D-EXIR stond ingeschreven in het Duitse luchtvaartuigenregister en had een geldig bewijs van luchtwaardigheid op de dag van het ongeval. Het vliegtuig werd onderhouden door een erkend onderhoudsbedrijf op luchthaven Teuge. De laatste onderhoudswerkzaamheden aan de D-EXIR waren op 19 februari 2014 verricht (100 uren inspectie) en er waren geen defecten bekend aan het vliegtuig. Het vliegtuig had tot aan de dag van het ongeval 450:15 uren gevlogen.

Het vliegtuig is zodanig ontworpen dat de vliegeigenschappen voor een normale horizontale rechte vlucht identiek zijn aan het ondersteboven vliegen (op de kop). Het handboek van de Extra EA-300L vermeldt dat bij het vliegen met één persoon aan boord de g-limieten plus en min 10g en met twee personen plus en min 8g zijn.<sup>4</sup> Dergelijke g-belastingen mogen slechts worden gebruikt wanneer alleen de Acro & centertank

<sup>4</sup> g staat voor gravity en geeft de versnelling van de zwaartekracht weer. Er is sprake van positieve g's wanneer een voorwerp zwaarder wordt ten opzichte van zijn gewicht op de grond, als gevolg van een kracht tegengesteld aan de richting van de zwaartekracht (bijvoorbeeld een klimmend vliegtuig). Er is sprake van negatieve g's als een voorwerp, door een extra naar de aarde gerichte kracht (bijvoorbeeld een dalend vliegtuig), sneller dan de zwaartekracht naar de aarde toe beweegt, waardoor het lichter wordt dan zijn gewicht op de grond. Zie bijlage A.

gevuld is en de beide vleugeltanks leeg zijn. Met deze eigenschappen kan het vliegtuig vrijwel ongelimiteerde manoeuvres maken, waarmee het tot de hoogste prestatie-categorie kunstvliegtuigen gerekend wordt.

Onder de rolroeren is het vliegtuig uitgerust met zogenaamde 'spades' (zie figuur 5). Deze zijn aangebracht om grote krachten op de stuurkolom van de piloot te reduceren, zodat bewegingen rond de langsas zonder veel inspanning kunnen worden gemaakt.

Beide vleugeltips zijn uitgerust met een constructie van spijlen die de piloot helpt om de positie van het vliegtuig ten opzichte van de horizon te bepalen (zie figuur 6).



Figuur 5: 'Spade'. (Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid)



Figuur 6: Constructie van spijlen aan de vleugeltips. (Foto: J. Hage)

## 1.5 Het weer

Volgens opgave van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) was er sprake van een krachtige westelijke stroming waarmee droge lucht werd aangevoerd. Op grondniveau was de temperatuur ongeveer 13 graden Celsius. De wind kwam uit de richting 240 graden met een snelheid tussen 12 en 20 knopen in de hoogte ruimend en toenemend in kracht tot 30 knopen op 3000 voet. Het zicht bedroeg meer dan 10 kilometer en er was geen bewolking beneden 8000 voet. De plaatselijke luchtdruk bedroeg 1019 hPa. Op 19 maart 2014 was het einde van de daglichtperiode op luchthaven Teuge om 19.02 uur.

## 2 ONDERZOEK EN ANALYSE

---

### 2.1 De vlucht en het ongeval

Nadat de D-EXIR was vertrokken, is er geen radiocontact meer geweest tussen de havendienst van luchthaven Teuge en de piloot. Het vliegtuig had geen opnameapparatuur of recorders aan boord waaruit kan worden opgemaakt hoe de vlucht verlopen is en welke manoeuvres er zijn gemaakt. Wel is op de plaats van het ongeval een zogenaamde actioncamera van het type GoPro gevonden, die waarschijnlijk aan de linkervleugel bevestigd is geweest. Het digitale opslagkaartje van deze camera, waarop eventuele opnames van de vlucht zijn geregistreerd, is ook op de crashsite aangetroffen. Dit kaartje is door de politie in beslag genomen, maar daarna bij de berging van de wrakstukken kwijtgeraakt, waardoor er geen beelden beschikbaar zijn die met de GoPro zijn opgenomen. De informatie die bekend is van de laatste fase van de vlucht is verkregen van radarbeelden van Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL)<sup>5</sup> en van getuigenverklaringen.

Een getuige op luchthaven Teuge heeft vanaf het starten van de motor tot het opstijgen van de ongevalsvlucht video-opnames gemaakt. Op deze opnames zijn geen bijzonderheden zichtbaar die in verband kunnen worden gebracht met het ongeval.

Na het ongeval heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid een technisch onderzoek aan de wrakstukken uitgevoerd. Hierbij werden de vliegtuigconstructie en de onderdelen van de besturing onderzocht. Het vliegtuig was echter dermate vernield dat hier geen bruikbare informatie uit verkregen kon worden. Wel werd een wijzerplaat van een snelheidsmeter aangetroffen. Na onderzoek bleek hierop een spoor zichtbaar dat zeer waarschijnlijk de indruk van de naald van de snelheidsmeter was (zie figuur 7). Deze indruk was kennelijk ontstaan op het moment van inslag. Uit de afdruk kan worden geconcludeerd dat de snelheid van het vliegtuig op dat moment ongeveer 110 knopen<sup>6</sup> is geweest. Voorts is geconstateerd dat de veiligheidsgordels van zowel de bestuurder als van de passagier nog gesloten waren.

---

<sup>5</sup> Gegevens van het softwareprogramma Airfee, dat vliegbewegingen op luchthaven Teuge registreert, bleken niet bruikbaar voor het onderzoek.

<sup>6</sup> Een knoop is een zeemijl (1852 meter) per uur. 110 knopen komt overeen met ongeveer 204 km/u.





*Figuur 7: Detailfoto van de snelheidsmeter met indruk van de aanwijspaal. (Foto: Onderzoeksraad voor Veiligheid)*

Uit de indrukken van het vliegtuig en de vleugels in de grond kan worden opgemaakt dat de neus van het vliegtuig de grond als eerste heeft geraakt en dat beide vleugels op nagenoeg hetzelfde moment de grond hebben geraakt. Dit wordt bevestigd door de indrukken die de 'spades' onder de beide rolroeren in de grond hebben gemaakt. De D-EXIR had op het moment van inslag nauwelijks of geen dwarshelling (zie figuur 8).

De oranje metalen buizen die onder een hoek in de grond waren aangetroffen, bleken de referentiespijlen te zijn die aan het einde van de vleugels waren gemonteerd. Deze spijlen staken onder een hoek van ongeveer 20 tot 30 graden in de grond. Omdat de spijlen parallel aan de langsas van het vliegtuig waren gemonteerd, kan daaruit worden afgeleid dat de D-EXIR de grond onder een hoek van ongeveer 20 tot 30 graden heeft geraakt.



Figuur 8: Afdruk van het vliegtuig in de grond. (Foto: Nationale politie)

De beschikbare radarbeelden zijn onderzocht en geanalyseerd. Omdat de radar één weergave per 5 seconden genereert,<sup>7</sup> de snelheid van de bewegingen van de D-EXIR hoog kan zijn, de radar geen dekking tot aan de grond heeft en het systeem de hoogten afrondt, kan aan de hand van deze radargegevens geen nauwkeurige, maar alleen een globale analyse worden gemaakt. In onderstaande tabel zijn de tijden en de waargenomen hoogten genoemd gedurende het laatste gedeelte van de vlucht.<sup>8</sup> Aan de hand daarvan is de daalsnelheid berekend.

| Tijd     | Radarhoogte in voet <sup>9</sup> | Hoogteverschil in voet | Daalsnelheid in voet/minuut |
|----------|----------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 18.28:08 | 4000                             |                        |                             |
| 18.28:13 | 4100                             |                        |                             |
| 18.28:18 | 4000                             | -100                   | 1200                        |
| 18.28:23 | 3200                             | -800                   | 9600                        |
| 18.28:27 | 2800                             | -400                   | 6000                        |
| 18.28:32 | 2500                             | -300                   | 3600                        |

Tabel 2: Overzicht van de geregisteerde radarhoogte.

<sup>7</sup> De antenne van de radar draait met ongeveer 12 omwentelingen per minuut. Hierdoor wordt een beeld per 5 seconden gegenereerd en is er geen doorlopende presentatie van de vluchtgegevens mogelijk.

<sup>8</sup> De radar berekent de hoogte ten opzichte van de standaarddrukhoogte van 1013,2 hPa. Na omrekening naar de actuele luchtdruk van 1019 hPa bedraagt het hoogteverschil 48 meter. De actuele vlieghoogte is daarom 48 meter lager dan in de tabel staat vermeld. In één geval is de interval tussen twee waarnemingen 4 seconden.

<sup>9</sup> Een voet is 0,3048 meter.

Uit deze gegevens kan worden afgeleid dat de D-EXIR in 19 seconden van ongeveer 4100 naar ongeveer 2500 voet (de laatste min of meer betrouwbare opgenomen hoogte) is gedaald. Dit komt overeen met een gemiddelde daalsnelheid van 5052 voet per minuut. Uit de daalsnelheid per 5 seconden blijkt dat de daalsnelheid in het laatste gedeelte van de beweging afnam. Het radarsysteem heeft ook de posities van het vliegtuig op deze tijdstippen geregistreerd. Deze registraties zijn te onnauwkeurig om daar conclusies uit te trekken. Het is echter wel duidelijk dat het vliegtuig gedurende deze 19 seconden rond de golfbaan vloog. Hieruit kan worden opgemaakt dat het vliegtuig gedurende deze periode geen vlucht uitvoerde waarbij sprake was van een grote horizontale verplaatsing.

Uit getuigenverklaringen kwam naar voren dat een aantal getuigen het vliegtuig had gezien voordat het de grond raakte. De meeste getuigen spraken van een steile daalhoek, sommigen zelfs over loodrecht naar de grond. Eén getuige verklaarde dat hij het vliegtuig in een spiraal naar beneden zag komen. Hij zag dat het vliegtuig in minstens vier spiralen naar beneden kwam, waarna het achter de bomen verdween.

Uit combinatie van de analyse van de radarbeelden, de sporen op de grond en de getuigenverklaringen kan worden opgemaakt dat de D-EXIR vanaf ongeveer 4100 voet in een sterk verticale beweging, waarschijnlijk draaiend, naar de grond vloog waarbij het vliegtuig vanuit de verticale beweging overging naar een horizontale vlucht. Tijdens deze overgang nam de verticale snelheid wel af maar dit was onvoldoende om de daling te stoppen en over te gaan in een horizontale dan wel stijgvlucht. Het vliegtuig raakte met een snelheid van ongeveer 110 knopen de grond onder een hoek van ongeveer 20 tot 30 graden. Omdat de vleugels nagenoeg gelijktijdig de grond raakten, is het aannemelijk dat de draaiende beweging op dat moment was gestopt. Het zwaarste gedeelte van het vliegtuig, de motor, boorde zich in de grond waarna het vliegtuig desintegreerde en de onderdelen zich in de vliegrichting uitspreidden. Hieruit kan worden afgeleid dat de manoeuvre om vanuit de verticale beweging over te gaan in een horizontale vlucht, op een zodanige hoogte werd ingezet dat een tijdig herstel niet mogelijk was. Het lukte de bestuurder kennelijk wel om de draaibeweging te stoppen maar het vliegtuig was de grond te dicht genaderd om het tijdig uit de verticale beweging te halen. Waarom een tijdig herstel niet meer mogelijk was, is onbekend gebleven.

Er is een vergelijkende vlucht uitgevoerd met een zelfde type vliegtuig. Er werden een 'flat spin' en een 'normale spin' gevlogen om aan de hand van de daalsnelheid te achterhalen welke vliegbeweging de D-EXIR mogelijk gemaakt had. De gegevens waren echter te onnauwkeurig om daar een conclusie uit te kunnen trekken.

Hoewel er een reconstructie kon worden gemaakt van het laatste deel van de vlucht, biedt de informatie onvoldoende houvast om met zekerheid te kunnen vaststellen wat de oorzaak is geweest van het ongeval.

## **2.2 De gezagvoerder**

De gezagvoerder had ten tijde van het ongeval ruim 380 uur vliegervaring, waarvan 85 uur op het type Extra EA-300L. Sinds het voorjaar van 2012 was hij de eigenaar van

de D-EXIR, een vliegtuig waarmee het mogelijk was om ongelimiteerde kunstvliegfiguren te vliegen. Uit zijn logboek valt op te maken dat hij regelmatig vloog en daarbij ook kunstvluchten uitvoerde. In augustus 2012 heeft hij zijn vertoningslicentie gehaald en in september 2012 is hij in het bezit gekomen van een jaarvergunning voor het zelfstandig organiseren en uitvoeren van luchtvaartvertoningen. Aangezien demonstraties en luchtvaartvertoningen voornamelijk in de zomer worden uitgevoerd, kan gesteld worden dat hij ruim één seizoen ervaring had met het uitvoeren van demonstraties en luchtvaartvertoningen. Daarbij had hij in twee jaar ongeveer 85 uur gevlogen op het betreffende type. Mede gezien de complexiteit van bepaalde gevlogen manoeuvres<sup>10</sup> betekent dit dat de gezagvoerder relatief onervaren was in de soort en aard van de vluchten die hij uitvoerde.

## 2.3 Mogelijke oorzaken

Diverse mogelijke oorzaken zijn onderzocht en geanalyseerd.

### 1. Verkeerde inschatting, stuurfout of andere oorzaken

Het ongeval kan zijn veroorzaakt door een stuurfout of een verkeerde inschatting bij het inzetten of uitvoeren van een manoeuvre. Dit is niet uniek bij het uitvoeren van kunstvluchten. Uit onderzoek door andere onderzoeksinstanties naar andere ongevallen tijdens kunstvluchten<sup>11</sup> bleek dat bij een aantal van deze ongevallen een uitgevoerde manoeuvre niet op tijd hersteld kon worden waarna het vliegtuig de grond raakte. Waarom de manoeuvre niet op tijd werd hersteld, bleef in een groot aantal gevallen onbekend. Bij recentere ongevallen was het onderzoek nog niet afgerond ten tijde van de publicatie van dit rapport, waardoor nog niet bekend was waarom de manoeuvre niet op tijd hersteld kon worden. Bij enkele ongevallen bleek dat het een technisch defect betrof of obstructie van een stuurvlak door een voorwerp. Ook zijn er gevallen bekend waarbij de stuurorganen (pedalen of stuurknuppel) geblokkeerd werden door voorwerpen of lichaamsdelen van inzittenden, met name benen en voeten, waardoor er geen volledige uitslag met de stuurorganen kon worden gemaakt.<sup>12</sup> Hierdoor was het niet mogelijk om het vliegtuig uit een bepaalde (kunstvlieg)beweging te herstellen.

Uit studies en onderzoek<sup>13</sup> blijkt onder andere dat het uitvoeren van kunstvliegmanoeuvres de belangrijkste risicofactor is bij ongevallen met doden en/of zwaar gewonden in de Verenigde Staten. Meer dan 80% van de 494 onderzochte ongevallen bij kunstvluchten hadden een dodelijke afloop. De belangrijkste reden van deze ongevallen was het houden van onvoldoende hoogte.

---

<sup>10</sup> Bijvoorbeeld tumbles; een bepaald soort autorotatiefiguren waarbij gebruik wordt gemaakt van het motorkoppel.

<sup>11</sup> Bijvoorbeeld 12-10-2013, ongeval Extra 330 ZS-BUL; 7-3-2014, ongeval Zivko Edge 540T N149WA; 21-9-014 ongeval XtremeAir Xtreme 3000 D-EYKS, 22-4-2015, ongeval Zivko Edge 360 G-EDGJ en 22-8-2015, ongeval Hawker Hunter T7 G-BXFI.

<sup>12</sup> Er zijn gevallen bekend waarbij een voet van de vlieger bekneld raakte tussen of onder een pedaal.

<sup>13</sup> De Voogt, van Doorn (2009) Accidents Associated with aerobatic maneuvers in US Aviation.



## **2. Status van de D-EXIR**

Uit het onderzoek is gebleken dat de documenten van de D-EXIR in orde waren. Het vliegtuig had een geldig Bewijs van Luchtwaardigheid en een geldig Bewijs van Inschrijving. Verklaringen van het onderhoudsbedrijf, verantwoordelijk voor het onderhoud van de D-EXIR, en documentatie van het vliegtuig geven weer dat er geen bekende defecten waren. Op 19 februari 2014 is het vliegtuig voor het laatst in onderhoud geweest voor een 100-uurs inspectie. Daarna is een aantal uren zonder klachten gevlogen. De verklaring van de passagier die eerder op de dag met de D-EXIR was meegevlogen, geeft weer dat er geen mankementen aan het vliegtuig zijn geconstateerd. Uit getuigenverklaringen op de plek van het ongeval blijkt dat de D-EXIR ten tijde van het voorval een hoog motorvermogen had. Het falen van de motor kan daarmee vrijwel zeker worden uitgesloten als oorzaak van het ongeval. Bovendien hoeft het uitvallen van de motor geen ongeval tot gevolg te hebben; er zal normaal gesproken een noodlanding kunnen worden gemaakt. Er zijn brandstofmonsters genomen bij de brandstofpomp van luchthaven Teuge. Uit het onderzoek daarvan zijn geen bijzonderheden naar voren gekomen zodat kan worden gesteld dat de samenstelling van de brandstof niet heeft bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval.

Uit verklaringen van mensen die ervaring hebben met het vliegen van de Extra 300L blijkt dat loszittende veiligheidsriemen mogelijk de vrije beweging van de stuurknuppel in de weg kunnen zitten. Bij onderzoek van het wrak van de D-EXIR bleek dat de veiligheidsriemen van beide inzittenden ten tijde van het ongeval vastzaten, zoals het behoorde.

Concluderend kan worden gesteld dat er geen aanwijzingen zijn dat een technisch mankement aan het vliegtuig van invloed is geweest op het ontstaan van het ongeval. Omdat er in verband met de schade geen volledig technisch onderzoek heeft kunnen plaatsvinden, is dit echter niet volledig uit te sluiten.

## **3. Structurele limieten van de D-EXIR**

Voor de vlucht heeft de gezagvoerder bij de pomp van de luchthaven 35,2 liter brandstof getankt met de D-EXIR. Uit de verklaring van de passagier van de voorgaande vlucht blijkt dat met het toevoegen van 35,2 liter alleen de Acro & centertank is gevuld en de vleugeltanks leeg bleven. Het was gebruikelijk om dergelijke vluchten met passagiers te vliegen met alleen de Acro & centertank gevuld om geen restricties te hebben voor wat betreft het manoeuvreren. Uit berekening blijkt dat het geschatte totaalgewicht van het vliegtuig bij de start ongeveer 862 kg was en dat het zwaartepunt ongeveer 75,57 cm vanaf het referentiepunt lag. Omdat de kunstvlucht werd uitgevoerd met twee personen aan boord, was het maximaal toegestaan gewicht bij het opstijgen volgens het vlieghandboek 870 kg en was een g-belasting van maximaal plus en min 8g toegestaan. Uit bovenstaande blijkt dat het gewicht en het zwaartepunt van het vliegtuig de gehele vlucht binnen de gestelde limieten in het vlieghandboek zijn gebleven.

Uit de gegevens van de fabrikant blijkt dat met een snelheid van ongeveer 110 knopen tijdens de inslag, de maximaal mogelijke belasting op dat moment ongeveer 3,5g

was.<sup>14</sup> Wanneer meer g-kracht getrokken wordt, zullen de vleugels overtrekken en hun liftkracht verliezen (high speed stall).

Het is niet aannemelijk dat de structurele limieten van het vliegtuig zijn overschreden. Het is daarom onwaarschijnlijk dat de belading of belasting van het vliegtuig van invloed is geweest op het ontstaan van het ongeval.

#### **4. Het weer**

De vlucht heeft volledig onder zichtweersomstandigheden (VMC) plaatsgevonden. Er zijn ten aanzien van het weer geen bijzonderheden te noemen die van invloed kunnen zijn geweest op het verloop van de vlucht en de oorzaak van het ongeval.

#### **5. Conditie van de gezagvoerder**

De gezagvoerder had een geldig medisch certificaat en verklaringen van mensen die op de dag van het voorval met hem in contact zijn geweest, geven geen aanwijzingen om te twijfelen aan de gezondheid en conditie van de gezagvoerder. Na het ongeval heeft een pathologisch onderzoek plaatsgevonden. Ook daaruit zijn geen bijzonderheden opgemerkt die in verband kunnen worden gebracht met de oorzaak van het ongeval. Concluderend kan worden gesteld dat de gezondheid en conditie van de gezagvoerder zo goed als zeker kunnen worden uitgesloten als oorzaak van het ongeval.

#### **6. Hoge g-krachten**

Het manoeuvreren met hoge g-krachten kan als gevolg hebben dat er onvoldoende bloed naar de hersenen wordt aangevoerd, waardoor een tijdelijke verlies van alertheid of bewustzijn kan optreden (zie bijlage A). De gezagvoerder voerde regelmatig kunstvluchten uit, waarbij hij werd blootgesteld aan hoge g-krachten. Ondanks deze geoefendheid is het, mede door de korte tijd waarin g-krachten met de Extra EA-300L kunnen worden opgebouwd, niet uit te sluiten dat tijdens het begin van de manoeuvre tijdelijk verlies van alertheid of bewustzijn is opgetreden, waardoor het ongeval zou kunnen zijn veroorzaakt.

Dit verlies van alertheid of bewustzijn gold waarschijnlijk niet voor de laatste fase van de vlucht vlak voor het raken van de grond. De gezagvoerder was in de laatste fase van de vlucht kennelijk bewust bezig met het herstellen van de grote daling. Dit blijkt uit het feit dat het vliegtuig zo goed als 'wings level' de grond heeft geraakt onder een hoek van ongeveer 20-30 graden. Bovendien is de maximaal mogelijke g-belasting bij een snelheid van 110 knopen volgens opgave van de fabrikant 3,5 g. Gezien de ervaring van de gezagvoerder met g-belasting is dit onvoldoende om verlies van alertheid of bewustzijn te veroorzaken.

#### **7. Actie door de passagier**

In het verleden is het voorgekomen dat ongevallen zijn veroorzaakt doordat passagiers bewust of onbewust invloed uitoefenden op de besturing van een vliegtuig. Met name bij het uitvoeren van manoeuvres kunnen passagiers zich schrap

---

14 De fabrikant heeft het zogenaamd V-n diagram van de Extra EA-300L ter beschikking gesteld.

zetten tegen de pedalen of zich vasthouden aan de stuurknuppel. Daarnaast blijkt uit verklaringen van personen die eerder met de gezagvoerder hadden meegevlogen, dat aan passagiers regelmatig de gelegenheid werd gegeven de besturing over te nemen.

Gezien bovenstaande kan het niet geheel worden uitgesloten dat de passagier bewust of onbewust invloed heeft gehad op de besturing van het vliegtuig tijdens het laatste gedeelte van de vlucht.

## 2.4 Regelgeving en toezicht

Bij het ongeval met de D-EXIR is er geen direct verband zichtbaar tussen de oorzaak van het ongeval en regelgeving en toezicht. Toch acht de Onderzoeksraad het van belang beide punten uit te werken omdat tijdens het onderzoek op enkele punten tekortkomingen zijn geconstateerd.

Personen die actief zijn met kunstvliegtoegen dienen zich bewust te zijn hoe op een veilige manier uitvoering gegeven moet worden aan de kunstvluchten. Naast hun eigen veiligheid is ook de veiligheid van mensen op de grond en eventueel van passagiers in het geding. Om deze veiligheid zoveel mogelijk te waarborgen, is er regelgeving ontwikkeld voor het uitvoeren van kunstvluchten.

### 1. Algemene regelgeving ten aanzien van kunstvluchten

Specifieke regelgeving voor het uitvoeren van kunstvluchten onder reguliere omstandigheden is beperkt. Artikel 16 van het Luchtverkeersreglement<sup>15</sup> vermeldt dat het verboden is kunstvluchten uit te voeren. Dit verbod is (onder andere) niet van toepassing op:

*...vluchten uitgevoerd onder zichtweersomstandigheden indien de gezagvoerder van het luchtvaartuig verscherpte waakzaamheid betracht met het doel botsingsgevaar tijdig te kunnen onderkennen en de voorgeschreven maatregelen tot het vermijden van botsingen tijdig te kunnen nemen en indien:*

*1° op een zodanige horizontale of verticale afstand van gebieden met aaneengesloten bebouwing of mensenverzameling wordt gevlogen dat bij het uitvoeren van de vlucht, bedoeld in het eerste lid, personen of zaken op het aardoppervlak niet in gevaar kunnen worden gebracht, en (...)*

Voor het uitvoeren van kunstvluchten is het doel van de vluchten bepalend welke regelgeving van toepassing is. Wanneer als enig inzittende wordt geoefend of wanneer met passagiers kunstvluchten worden uitgevoerd, wordt de vlucht als een privévlucht aangemerkt en zijn de algemene vliegeregels en het eerdergenoemde artikel 16 van het Luchtverkeersreglement van toepassing.

---

<sup>15</sup> Dit artikel is op 5 december 2014 vervangen door artikel 13 van het Besluit Luchtverkeer 2014 (Besluit van 5 december 2014 tot vaststelling van nieuwe regels inzake het luchtverkeer ter uitvoering van verordening (EU) nr. 923/2012 tot vaststelling van gemeenschappelijke luchtverkeersregels).

## 2. Regelgeving bij luchtvaartvertoningen

Tijdens kunstvluchten bij een luchtvaartvertoning, is een groot aantal regels van toepassing. Zo schrijft de Regeling Luchtvaartvertoningen onder andere voor dat er bij een kunstvlucht tijdens een luchtvaartvertoning geen passagiers aan boord mogen zijn en zijn er minimale afmetingen voorgeschreven voor het vertoningsgebied en afstand tot het publiek. Ook mag er alleen evenwijdig aan het publiek worden gevlogen, dus niet in de richting van of over dit publiek. Het verschil is dat tijdens luchtvaartvertoningen in het algemeen veel publiek aanwezig is, dat door de regels zoveel mogelijk wordt beschermd in het geval er iets mis zou gaan.

## 3. Regelgeving ten aanzien van vlieghoogtes tijdens kunstvluchten

Voor het uitvoeren van VFR-vluchten<sup>16</sup> in het algemeen zijn de in het Luchtverkeersreglement<sup>17</sup> voorgeschreven minimum vlieghoogten van toepassing. Dit zijn (kortheidshalve) boven bebouwing en groepen personen 300 meter (1000 voet) en boven ander gebieden 150 meter (500 voet). Deze hoogten gelden ten opzichte van de hoogste hindernis binnen een straal van 600 meter van het luchtvaartuig. Dit geldt ook voor het uitvoeren van kunstvluchten waarbij het eerdergenoemde artikel 16 van het Luchtverkeersreglement onverminderd van toepassing is.

Eén van de uitzonderingen op deze regel is het uitvoeren van vluchten tijdens een luchtvaartvertoning waarvoor een vergunning is verleend. In dat geval geldt de minimum vlieghoogte die in de vergunning is genoemd. Het uitvoeren van kunstvluchten buiten vertoningen dan wel het oefenen hiervoor is niet als uitzondering vermeld waardoor de voorgeschreven algemene minimum vlieghoogten van toepassing zijn.

## 4. Aard van de vluchtuitvoering

De ongevalsvlucht was aangemeld als een privévlucht met een passagier. Uit het logboek van de D-EXIR blijkt dat de gezagvoerder veel privévluchten met passagiers heeft gemaakt. Dit is toegestaan onder de voorwaarde dat er geen betaling plaatsvindt voor deze vluchten.<sup>18</sup> Uit de geldbedragen die in het logboek bij deze vluchten staan vermeld, kan worden opgemaakt dat meerdere vluchten tegen betaling zijn uitgevoerd. Uit verklaringen blijkt dat passagiers regelmatig de gelegenheid kregen de besturing over te nemen. De gezagvoerder gaf dan instructie en aanwijzingen aan de passagier bij het besturen van het vliegtuig. Uit het logboek van de D-EXIR blijkt dat een aantal passagiers meerdere vluchten met de gezagvoerder maakte. Hierdoor is het aannemelijk dat er sprake was van het geven van instructie tegen betaling door de gezagvoerder.

De betalingen en het geven van instructie veranderen de aard van de vluchtuitvoering. In de wet- en regelgeving wordt deze verandering erkend door een dergelijke vlucht aan te merken als commercieel. Hoewel de eerder genoemde regels van het Luchtverkeersreglement nog steeds van toepassing zijn, zijn voor commerciële vluchten ook andere regelgeving en andere eisen van toepassing. Vele parameters, ook op

---

<sup>16</sup> VFR-vluchten zijn vluchten waarop, naast de algemene vliegvoorschriften, tevens de zichtvliegvoorschriften van toepassing zijn.

<sup>17</sup> Het Luchtverkeersreglement is per 12 december 2014 vervallen en vervangen door het Besluit Luchtverkeer 2014.

<sup>18</sup> Inmiddels is EU Verordening Nr. 965/2012 gewijzigd waardoor het onder voorwaarden is toegestaan dat passagiers bijdragen in de vlieggkosten. Deze wijziging was echter niet van toepassing in de tijd dat het ongeval plaatsvond.



het gebied van kunstvliegen, zoals minimum hoogtes, voorbereiding en afronding worden vastgelegd in goedgekeurde syllabi en operationele handboeken. Zo worden extra marges ingebouwd om de veiligheid te vergroten.

## **5. Bevoegdverklaringen voort het uitvoeren van kunstvluchten**

Speciale bevoegdverklaringen voor kunstvluchten waren ten tijde van het ongeval niet vereist. In het verleden heeft men dit als een tekortkoming ervaren. De European Aviation Safety Agency (EASA) heeft in Verordening EU 1178/2011 nieuwe regelgeving ten aanzien van brevetten geïmplementeerd (FLC.800). Kunstvluchten mogen alleen worden uitgevoerd als de gezagvoerder daarvoor een bevoegdverklaring (Aerobatic rating) heeft. De voorwaarden voor deze bevoegdverklaring zijn:

1. ten minste 40 uur vliegtijd als gezagvoerder in de betreffende luchtvaartuigcategorie, uitgevoerd na afgifte van het bewijs van bevoegdheid.
2. een opleidingscursus aan een bevoegd opleidingsinstituut, met inbegrip van:
  - i. voor de bevoegdverklaring toepasselijk theorieonderwijs;
  - ii. ten minste 5 uur of 20 vluchten instructie in stuntvliegen in de betreffende luchtvaartuigcategorie.

Deze Verordening is met ingang van 8 april 2015 van kracht. Voor Nederland treedt de Verordening op 8 april 2018 in werking. Tot die tijd bestaat de mogelijkheid om de bevoegdverklaring 'aerobatic' op vrijwillige basis in het brevet op te nemen.

## **6. Locaties**

In Nederland is geen expliciet luchtruim beschikbaar gesteld voor het beoefenen van kunstvliegen. Dit betekent dat het kunstvliegen overal in Nederland kan worden uitgevoerd als aan de wettelijke eisen met betrekking tot vlieghoogte en afstand tot bebouwing en mensenverzamelingen wordt voldaan. Met deze eisen wordt voorkomen dat personen en zaken op de grond in gevaar worden gebracht. Voorwaarde is wel dat de bestuurders zich aan deze wettelijke eisen houden. Er is echter geen luchtruim beschikbaar voor het op lage hoogte oefenen voor luchtvaartvertoningen. Waar vergunningen voor dergelijke vertoningen de mogelijkheid geven tot het uitvoeren van kunstvluchten op zeer lage hoogte, is er geen wettelijke mogelijkheid om buiten de vertoning op lage hoogte te oefenen. In andere landen is dit probleem opgelost door het organiseren van kunstvliegdagen of -avonden op vliegvelden of het instellen van een gebied waar kunstvliegen kan worden beoefend (speciale van tevoren ingestelde kunstvliegblokken). Hierbij komen mensen uit de branche bij elkaar die elkaar ook kunnen ondersteunen en/of corrigeren. Door het benoemen van locaties, al dan niet in combinatie met tijdstippen, waar kunstvluchten kunnen worden uitgevoerd, wordt de mogelijkheid geschapen om binnen de regelgeving te oefenen. In Nederland worden verkenningen uitgevoerd om één of meer locaties aan te wijzen waar kunstvluchten tot op lage hoogte kunnen worden geoefend door piloten met een vertoningslicentie. Dit heeft echter nog niet tot resultaat geleid.

## **7. Verantwoordelijke instanties voor de regelgeving van kunstvluchten**

De Regeling luchtvaartvertoningen schrijft voor dat deelnemers aan een luchtvaartvertoning slechts worden toegelaten indien zij in het bezit zijn van een vertoningslicentie afgegeven door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart

(KNVvL). Hierin wordt zij bijgestaan door de Stichting Air Display Association (ADA). Tot 2011 was de ADA een zelfstandige organisatie die verantwoordelijk was voor beoordeling en uitgifte van vertoningslicenties. In een wijziging van de Regeling luchtvaartvertoningen is bepaald dat de ADA als zelfstandige organisatie zal ophouden te bestaan en zal samensmelten met de KNVvL. Hoe de verdeling van taken en verantwoordelijkheden na deze samensmelting is ingevuld, is onduidelijk en niet vastgelegd. Er zijn alleen enkele concept overeenkomstdocumenten gevonden die door geen enkele instantie zijn getekend. Op de vertoningslicenties staat bijvoorbeeld nog de ADA als verantwoordelijke instantie voor uitgifte.

De gezagvoerder heeft in augustus 2012 zijn vertoningslicentie behaald. Hieraan is direct de categorie 'Unlimited' verbonden met een hoogterestrictie van 200 voet (ongeveer 60 meter). Dit betekent dat er geen limieten waren gesteld aan de soort en aard van de manoeuvres en dat deze manoeuvres tot op een hoogte van 200 voet konden worden gevlogen. Omdat de regelgeving maar beperkt uitgewerkt was, had de gezagvoerder als onervaren aerobatic vlieger (in 2012) weinig tot geen restricties bij het oefenen voor en uitvoeren van manoeuvres voor luchtvaartvertoningen. Binnen de ADA heeft de afgifte van deze licentie aan de gezagvoerder veel discussie opgeleverd, maar dit heeft niet geresulteerd in een initiatief van de KNVvL om de onduidelijkheid met betrekking tot de categorieën op te heffen. Er is alleen besloten dat bij de vernieuwing van de licentie van de gezagvoerder, die een geldigheidsduur heeft van een jaar, opnieuw kritisch gekeken zou worden naar de evaluatie. In augustus 2013 heeft de gezagvoerder zijn licentie echter niet verlengd. Dit is door geen van de betrokken partijen signaleerd.

Bij de KNVvL leeft inmiddels de gedachte dat voor het uitvoeren van zogenaamde '*advanced aerobatic manoeuvres*' zoals tumbles/autorotatie figuren aanvullende training vereist zou moeten zijn. Deze gedachte is al door enkele partijen, zoals vliegtuigverhuurders, in de praktijk gebracht.

De (voormalige) leden van de ADA zijn de meest ervaren personen die vanuit de branche beschikbaar zijn voor het doen van evaluaties voor de uitgifte van vertoningslicenties. Deze personen gaan nu echter uit van eigen ervaring en hebben onvolledige regelgeving ter beschikking, die ook nog maar in een conceptfase is. Een belangrijk onderdeel waar geen duidelijkheid over is, zijn de categorieën<sup>19</sup> die aan een vertoningslicentie zijn verbonden. CAP403, een Brits document waarin de regelgeving rond luchtvaartvertoningen in het Verenigd Koninkrijk is geregeld, wordt als basis gebruikt voor de invulling van deze categorieën. Het is nu niet duidelijk of de categorieën verbonden zijn aan het type vliegtuig of aan de soort manoeuvres die mogen worden gevlogen. Door het ontbreken van adequate regelgeving is het mogelijk dat er geen eenduidige beslissingen worden genomen bij de afgifte van vertoningslicenties. Met deze deskundige personen van de ADA beschikt de KNVvL over voldoende expertise om deze regelgeving omtrent de vertoningslicentie verder uit te werken.

---

19 Er zijn vier categorieën: Standard of Sportsmen, Intermediate, Advanced en Unlimited.

Inmiddels heeft de afdeling Aerobatics van de KNVvL maatregelen genomen om de problematiek rondom de afgifte van vertoningslicenties op te lossen. Er wordt aan gewerkt om het geheel van eisen en voorschriften rondom het kunstvliegen, te regelen waarbij het Engelse stelsel als voorbeeld dient.

## 8. Toezicht

Zoals eerder aangegeven was de gezagvoerder sinds september 2012, naast een vertoningslicentie, ook in het bezit van een jaarvergunning voor het organiseren en uitvoeren van luchtvaartvertoningen.<sup>20</sup> Deze vergunning, verleend door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), is in oktober 2013 met een jaar verlengd. In het onderzoek heeft de ILT aangegeven dat zij geen toezicht heeft gehouden op de organisatie en uitvoering van vertoningen die op basis van deze vergunning werden gehouden. De reden hiervoor was dat de ILT had gekozen voor risicogestuurd toezicht wat inhield dat andere vertoningen werden geselecteerd voor inspectie. In de periode 2013-2014 is één luchtvaartvertoning geïnspecteerd waaraan de gezagvoerder deelnam. Deze luchtvaartvertoning viel niet onder de vergunning die aan de gezagvoerder was afgegeven. Omdat de nadruk van de inspectie op een ander terrein lag, is geen verslag gemaakt met betrekking tot de uitvoering van vluchten.

De ILT gaf ook aan dat zij geen signalen had ontvangen dat de gezagvoerder zich niet altijd aan de regels hield bij de uitoefening van kunstvluchten.

De ILT gaf aan dat het de bedoeling was om in het seizoen van 2014 een inspectie uit te voeren tijdens een luchtvaartvertoning die door de gezagvoerder was georganiseerd en zou worden uitgevoerd.

Naast het feit dat het uitzonderlijk was dat een dergelijke vergunning initieel is uitgegeven zonder noemenswaardige beperkingen aan iemand met weinig ervaring, specifiek op het gebied van het luchtvaartvertoningen, is het verwonderlijk dat er gedurende het jaar geen toezicht is geweest op de organisatie en uitvoering van de zelfstandige luchtvaartvertoningen in het kader van de ontheffing jaarvergunning voor de verlenging van deze ontheffing.

De Onderzoeksraad is van mening dat dit wel van een toezichthoudende en vergunningverlenende instantie mag worden verwacht. Gesteld kan worden dat de ILT niet zorgvuldig is geweest met het verlenen van de vergunning in september 2012 en geen adequaat toezicht heeft gehouden in het kader van de verlenging in oktober 2013 aan de gezagvoerder voor het zelfstandig geven van luchtvaartvertoningen.

---

<sup>20</sup> Luchtvaartvertoningen, waarbij het vertoningprogramma uitsluitend bestaat uit één gestandaardiseerd onderdeel.

## 3 CONCLUSIES

---

1. De herstelmanoeuvre om het vliegtuig vanuit de daalvlucht naar een horizontale of klimmende vlucht te brengen, is op een zodanige hoogte ingezet dat een veilig herstel zonder de grond te raken niet meer mogelijk was. Waarom een tijdig herstel niet meer mogelijk was, heeft de Onderzoeksraad niet kunnen vaststellen.
2. Ten aanzien van regelgeving en toezicht kan het volgende worden vastgesteld:
  - a. Specifieke regelgeving voor het uitvoeren van kunstvluchten, niet zijnde luchtvaartvertoningen, is beperkt. Alleen eisen met betrekking tot zicht, hoogte en afstand tot bebouwing en mensenverzamelingen worden genoemd. Deze eisen zijn voldoende om de veiligheid voor derden te waarborgen mits bestuurders zich aan de regelgeving houden.
  - b. Voor deelnemers van luchtvaartvertoningen zijn strenge eisen gesteld en zijn veel regels van toepassing, terwijl het niet mogelijk is daar met betrekking tot de minimum vlieghoogte, legaal voor te oefenen.
  - c. Ten aanzien van het uitgeven van een vertoningslicentie kan worden gesteld dat de regelgeving door de KNVvL onvoldoende is uitgewerkt. Deze tekortkoming is gesignaleerd en de KNVvL is bezig dit te herstellen.
  - d. De ILT heeft geen adequaat toezicht gehouden op de verleende vergunningen aan de gezagvoerder.

## **G-KRACHTEN EN HET EFFECT OP DE MENS**

Het menselijk lichaam reageert op g-belasting. Daarbij is een duidelijk verschil in gevoel tussen positieve en negatieve g-krachten, maar het uiteindelijk effect op alertheid en bewustzijn is gelijk. De effecten van g-belasting op het lichaam verschillen per persoon en zijn gerelateerd aan goede conditie en postuur. Goed geoefend zijn en je lichaam kennen, zijn belangrijke kenmerken om verlies van alertheid of bewustzijn te voorkomen. Ook van belang is de snelheid waarmee g-belasting worden opgebouwd in tijd ('g's'-onset rate).

### **Positieve g-krachten**

Het toenemen van het gewicht van de ledematen en het lichaam als geheel zorgt voor het opkomen van symptomen zelfs bij relatief lage positieve g-krachten. Bij +2g is er verzakking van de zachte weefsels van het gezicht en het toenemen van het gewicht van de romp en de ledematen is erg duidelijk merkbaar. Het is moeilijk je lichaam omhoog te krijgen als je zit bij +2,5g en onmogelijk bij +3g. Bij +8g is het zelfs onmogelijk om je bovenste ledematen te bewegen. Ook kan je vanaf +8g je hoofd niet meer omhoog krijgen als deze door het buigen van je nek omlaag is. Herhaaldelijke blootstelling aan een langere periode aan positieve g-krachten kan zorgen voor vermoeidheid, pijn in de nek en zwelling. Een onverwachte en plotselinge blootstelling aan hoge positieve g-krachten kan er voor zorgen dat het hoofd zodanig hard naar voren valt dat zelfs letsel aan de ruggengraat wordt veroorzaakt.

Blootstelling aan positieve g-acceleraties veroorzaakt verslechtering van het gezichtsvermogen voorafgaand aan verstoring van het bewustzijn. Bij lagere positieve g-krachten wordt je scherpheid minder en het perifere zien wordt minder, waardoor een soort tunnelzicht ontstaat. Dit wordt ook wel een 'grey-out' genoemd. Blootstelling aan +4.5g zorgt voor compleet verlies van je gezichtsvermogen, de zogenoemde 'black-out', terwijl gehoor en mentale activiteit gewoon blijven werken. Blootstelling aan positieve g-krachten die groter zijn dan wat nodig is om een black-out te veroorzaken, resulteren in bewusteloosheid. Bij bijvoorbeeld acceleraties van +5g tot +6g gaat een black-out vooraf aan de bewusteloosheid. Bij hogere acceleraties kan het echter ook voorkomen dat bewusteloosheid optreedt voordat er andere visuele symptomen optreden. Als je bewusteloos bent verslappen je spieren waardoor je lichaam in elkaar zakt. Terwijl iemand nog steeds bewusteloos is vinden er regelmatig stuiptrekkingen plaats welke er voor zorgen dat er weer bloed naar de hersenen gaat. Het duurt gemiddeld ongeveer 15 seconden voor je weer bij bewustzijn bent en dan nogmaals 15 seconden waarin je erg verward bent, voordat je weer helemaal de oude bent.



### **Negatieve g-krachten**

Het menselijk lichaam kan negatieve g-krachten veel slechter verdragen dan positieve g-krachten en al bij -2g zijn de symptomen onprettig en verontrustend. Ook zorgen lage negatieve g-krachten al voor serieuze vermindering van de prestaties.

Het gevoel van zwaarte en daarbij de bewegingen van de ledematen die voortkomen uit blootstelling aan negatieve zijn hetzelfde als bij positieve g-krachten. De specifieke effecten van negatieve g-krachten vinden vooral plaats in het hoofd en in de nek. Blootstelling aan -1g zorgt voor een vol gevoel en druk in het hoofd. Bij -2g wordt dit zeer onaangenaam en zorgt het voor een hevig kloppende hoofdpijn welke wel tot enkele uren na de blootstelling kan voortduren. Blootstelling aan -2.5g of meer voor enkele seconden zorgt voor bloedingen in de huid van het gezicht en de nek. Ook de ogen gaan snel irriteren en bij -2,5g tot -3g voelen ze aan alsof ze uitpuilen. Blootstelling aan acceleraties die groter zijn dan -4g tot -5g voor langer dan 6 seconden zorgen voor mentale verwarring en bewusteloosheid.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50  
2593 HT Den Haag  
T 070 333 70 00  
F 070 333 70 77

**Postadres**

Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

[www.onderzoeksraad.nl](http://www.onderzoeksraad.nl)