



ONDERZOEKRAAD  
VOOR VEILIGHEID

# Samenvatting

## Verlies van alle remdruk tijdens taxiën, Fokker 70

Storing in grond-detectiesysteem  
resulteerde in botsing



# Samenvatting

## Verlies van alle remdruk tijdens taxiën, Fokker 70

Storing in grond-detectiesysteem resulteerde in botsing

*Den Haag, december 2019*

*De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar en te vinden op [onderzoeksraad.nl](https://onderzoeksraad.nl).*

*Foto cover: Luchtvaartpolitie*

## **De Onderzoeksraad voor Veiligheid**

Als zich een ongeval of ramp voordoet, onderzoekt de Onderzoeksraad voor Veiligheid hoe dat heeft kunnen gebeuren, met als doel daar lessen uit te trekken. Op die manier draagt de Onderzoeksraad bij aan het verbeteren van de veiligheid in Nederland. De Raad is onafhankelijk en besluit zelf welke voorvallen hij onderzoekt. Daarbij richt de Raad zich in het bijzonder op situaties waarin mensen voor hun veiligheid afhankelijk zijn van derden, bijvoorbeeld van de overheid of bedrijven. In een aantal gevallen is de Raad verplicht onderzoek te doen. De onderzoeken gaan niet in op schuld of aansprakelijkheid.

### **Onderzoeksraad**

Voorzitter: ir. J.R.V.A. Dijsselbloem  
prof. dr. ir. M.B.A. van Asselt  
prof. dr. mr. S. Zouridis

Secretaris-directeur: mr. C.A.J.F. Verheij

Bezoekadres: Lange Voorhout 9  
2514 EA Den Haag

Postadres: Postbus 95404  
2509 CK Den Haag

Telefoon: 070 333 7000

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

E-mail: [info@onderzoeksraad.nl](mailto:info@onderzoeksraad.nl)

N.B. Indien er verschil bestaat in de interpretatie van het Engelse rapport en deze Nederlandse samenvatting, is het Engelse rapport leidend.

# ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	LV2015017
Classificatie:	Ernstig incident
Datum, tijd voorval:	5 maart 2015, ongeveer 12.03 UTC
Plaats voorval:	Amsterdam Airport Schiphol
Registratie luchtvaartuig:	PH-WXC
Type luchtvaartuig:	Fokker F28 Mk 0070 (Fokker 70)
Soort luchtvaartuig:	Tweemotorig vliegtuig met turbofanmotoren
Soort vlucht:	Lijndienst, passagiersvlucht
Fase van de vlucht:	Taxiën na landing
Schade aan luchtvaartuig:	Licht
Aantal bemanningsleden:	2 piloten, 2 cabinepersoneel
Aantal passagiers:	36
Persoonlijk letsel:	Geen
Overige schade:	Generator unit voor grondafhandeling
Lichtcondities:	Daglicht

## *Het voorval*

Na de landing op Amsterdam Schiphol Airport verliet de Fokker 70, met registratie PH-WXC, landingsbaan 18R (Polderbaan) op weg naar de vliegtuigopstelplaats. Om brandstof te besparen was in lijn met het beleid van de betrokken vliegmaatschappij motor #2 afgezet. Het taxiën verliep aanvankelijk zonder onregelmatigheden, de bemanning moest af en toe licht bijremmen zonder te hoeven stoppen.

Eenmaal aangekomen op de aangewezen vrije vliegtuigopstelplaats (niet aan de gate van de terminal) traptten uiteindelijk beide bemanningsleden op de rempedalen om het vliegtuig te laten stoppen. Dit resulteerde niet in merkbare vertraging van het vliegtuig. Ondanks een uitwijkmanoeuvre naar links raakte het vliegtuig met de onderkant van de rechtervleugel de *ground power unit* (GPU). Afhandelingspersoneel dat de GPU zou aansluiten en de parkeerblokken voor en achter de wielen zou leggen, moest wegrennen om niet te worden geraakt of overreden.

Het vliegtuig bleef doorrollen waarbij het weer op een taxibaan kwam en zich verder verplaatste in de richting van één van de drukke hoofdtaxibanen gelegen rondom het terminalcomplex van Schiphol. Toen de bemanning de (nog werkende) motor afzette, kwam de remdruk opeens terug, waardoor het vliegtuig abrupt tot stilstand kwam. Het bevond zich inmiddels (weer) op de dichtstbijzijnde hoofdtaxibaan zonder daarbij in botsing te zijn gekomen met andere vliegtuigen of obstakels. Het is duidelijk dat het wegvallen van de remdruk in eerste instantie een ernstig risico vormde voor het afhandelingspersoneel. In tweede instantie bestond na de botsing met de GPU nog steeds het risico van een volgende botsing met een ander object. Dit was vooral het geval toen de PH-WXC weer op een hoofdtaxibaan kwam waar zich ook andere vliegtuigen konden bevinden. Maar de oplettendheid van het afhandelingspersoneel, acties van de cockpitbemanning en de gelukkige omstandigheid dat zich geen ander verkeer in de onmiddellijke nabijheid bevond, hebben de uiteindelijke gevolgen van dit voorval beperkt.

Het *ground-flight control system* is een cruciaal systeem voor een veilige vliegtuigoperatie omdat het borgt dat in de lucht bepaalde boordsystemen – die normaliter alleen op de grond zouden moeten werken - niet onbedoeld in werking treden. In het ontwerp van de Fokker 70 zijn de hiervan afhankelijke boordsystemen verdeeld over meerdere sensoren en kanalen van het *ground-flight control system*. Het onderzoek toonde aan dat het *ground-flight control system* tijdens het taxiën deels in de 'flight' modus kwam. Het effect<sup>1</sup> van de ongewenste 'flight' mode tijdens het taxiën van de PH-WXC manifesteerde zich in het *anti-skid system*.

---

<sup>1</sup> Er was ook effect in de (minimale) stuwkracht van de nog werkende motor, maar dat was gering en hield geen verband met het ontstaan van het voorval. Dit is verder buiten beschouwing gelaten.

Het *anti-skid system* voorkomt tijdens landen dat bij te hard remmen de wielen blokkeren waardoor het vliegtuig slipt. Verder optimaliseert het *anti-skid system* de remcapaciteit. Mocht de piloot tijdens de landing onbedoeld de rempedalen bedienen voordat het toestel de baan raakt (dus nog in de lucht is), dan bestaat naast slip verhoogde kans op klapbanden met alle gevolgen van dien voor de remcapaciteit. Om dat te voorkomen beschikt het *anti-skid system* – zodra het landingsgestel uit is - over een extra functie: het dumpen van de remdruk. Deze functie is actief zolang het vliegtuig zich nog in de modus 'flight' bevindt en de rotatiesnelheid van de wielen nog laag<sup>2</sup> is. Deze functie zorgde ervoor dat tijdens het taxiën de totale remdruk wegviel toen door een storing een deel van het 'ground-flight control system' in 'flight' kwam. De copiloot kon daardoor, net als de captain daarna, niet remmen toen het vliegtuig de vliegtuigopstelplaats opdraaide en daar zou parkeren. Ondanks het volledig intrappen van de rempedalen door beide piloten bleek remmen onmogelijk.

#### *Het onderzoek*

De Fokker 70 heeft vier hoofdwielen verdeeld over twee hoofdwieltijlen. Elk hoofd wiel is voorzien van een rem-unit. Omdat de remfunctie alleen van belang is wanneer het vliegtuig zich op de grond bevindt, is het daarom ook gekoppeld aan het *ground-flight control system*.

Onderzocht is waarom een deel van het *ground-flight control system* tijdens het taxiën opeens in de 'flight' modus kwam. Dit systeem heeft vier sensoren (twee op elke hoofdwieltijl van het landingsgestel) die onafhankelijk van elkaar meten of het vliegtuig op de grond staat. De signalen van de sensoren lopen via vier gescheiden kanalen (kabels) naar een centrale unit: de *proximity sensing electronic unit* (PSEU). De PSEU verwerkt de signalen en "informeert" vervolgens andere systemen – waaronder het *anti-skid system* – of het vliegtuig op de grond staat (*ground state*) of dat het nog vliegt (*flight state*). Eén van de vier sensoren is via het *anti-skid system* gekoppeld aan de remmen van de twee binnenste wielen (*inboard*). Een andere sensor, gemonteerd op de andere wieltijl, is gekoppeld aan de twee buitenste wielen (*outboard*). Data-analyse liet zien dat beide afzonderlijke kanalen die in verbinding stonden met het *anti-skid system*, gelijktijdig overgingen van 'ground' naar 'flight' waardoor alle remdruk wegviel<sup>3</sup>. Bij iedere andere combinatie of wanneer slechts één enkele sensor naar 'flight' zou zijn gegaan, zou op zijn minst remdruk beschikbaar zijn geweest voor de remmen van de binnenste of de buitenste wielen. Het voorval had dan niet plaats kunnen vinden.

---

<sup>2</sup> Minder dan 25 mijlen per uur.

<sup>3</sup> De andere voorwaarde waaraan werd voldaan om de remdruk weg te nemen was een rotatiesnelheid van de wielen van minder dan 25 mijlen per uur.

De Onderzoeksraad heeft de storing in het *ground-flight control system* op verschillende manieren bekeken:

- op componentniveau (*line replaceable unit and sensors*)
- op systeemniveau van de PH-WXC (*aircraft systems*)
- op vlootniveau bij de operator en bij de type certificaathouder

*Op componentniveau:*

Elke PSEU heeft een eigen identiteit die is vastgelegd met een unieke identificatie: het serienummer (s/n). De PSEU die tijdens het voorval in de PH-WXC was gemonteerd, had s/n 207. Deze unit wordt dan ook verder geduid als 'PSEU 207'.

Uit technisch onderzoek van de zogenoemde *line replaceable units* (LRU), waaronder de PSEU 207, kwam geen bewijs naar voren waarmee het schakelen van 'ground' naar 'flight' kon worden verklaard. Sterker nog, op basis van testprocedures na het voorval voldeed PSEU 207 aan de eisen, waardoor het voorzien van een luchtwaardigheidsbewijs weer in een vliegtuig geïnstalleerd kon worden. Het testen van de sensoren en de daarbij behorende zekeringen (*circuit breakers*) bracht op componentniveau geen onregelmatigheden naar voren die de storing in het *ground-flight control system* konden verklaren.

*Op systeemniveau:*

Alle aan het remsysteem gekoppelde boordsystemen werkten naar behoren, behalve het *ground-flight control system*. Aan de sensoren en kanalen (bekabeling) van dit systeem in de PH-WXC zijn tijdens het onderzoek van de Onderzoeksraad geen onvolkomenheden vastgesteld die het voorval zouden kunnen verklaren. Waterlekage aan boord kan onvoorspelbare effecten geven in boordapparatuur. Onderzoek liet zien dat de op de avond voor het incident uitgevoerde modificatie aan het watersysteem niet de oorzaak was van de *ground-flight* storing. Ook het afzetten van een motor, waarbij een deel van de elektrische belasting wordt overgeschakeld naar de generator van de nog werkende motor, had geen effect.

Daarnaast sluit de Onderzoeksraad uit dat elektromagnetische interferentie (EMI) afkomstig van elektrische kabels onder de taxibanen en platformen (*external source*) een rol speelde. De basis hiervoor is dat het moment van schakelen van 'ground' naar 'flight' van de twee betreffende kanalen niet samenviel met het passeren van ondergrondse elektriciteitskabels met hoog vermogen.

In het verleden bleek een ander type PSEU van dezelfde fabrikant, maar dan in een ander type vliegtuig, gevoelig voor EMI. Het leidde er onder meer toe dat het normale remsysteem van dat type vliegtuig soms niet functioneerde, omdat het *anti-skid system* de remdruk had weggelaten. In het geval van de PH-WXC valt EMI, afkomstig van een bron aan boord (*internal source*), niet uit te sluiten. Daarbij komt dat de twee kanalen van het *ground-flight control system* (één op de linker- en één op de rechterwielstijl) gelijktijdig in de foutieve 'flight' modus kwamen. PSEU 207 was de enige gemeenschappelijke factor van deze verder volledig gescheiden kanalen. Het toevallig optreden van twee fouten op exact hetzelfde moment wordt als zeer onwaarschijnlijk beschouwd. In die zin lijkt een verklaring vanuit normaal systeemgedrag van het *ground-flight system* uitgesloten.

EMI zou wel een mogelijke verklaring kunnen zijn voor het gelijktijdig in 'flight' komen van deze kanalen. De Onderzoeksraad heeft dit vanwege praktische beperkingen<sup>4</sup> in het onderzoek niet nader onderzocht.

#### *Op vlootniveau bij operator en certificaathouder*

Het onderhoudsproces, waaronder *troubleshooting* door het onderhoudsbedrijf en revisie/ reparaties door *repair shops*, liet volgens de voorschriften toe dat de PSEU 207 herhaaldelijk in verschillende Fokker-vliegtuigen werd teruggeplaatst. De onderhoudshistorie van PSEU 207 liet zien dat nog vier andere operators deze unit sinds februari 2012 hadden verwijderd nadat zich volgens hun klachtomschrijvingen 'ground-flight', 'system inoperative' en 'power up' gerelateerde storingen in hun vliegtuigen hadden voorgedaan.

#### *Niet reproduceerbare klachten*

Het onderzoek liet zien dat het zoeken naar de oorzaken van storingen (*troubleshooting*) in avionica-apparatuur, zoals een PSEU, complex kan zijn. Daar waar bijvoorbeeld een afgebroken motoronderdeel of een doorgebrand relais relatief eenvoudig is vast te stellen, was dat allerm minst het geval met het soort klacht zoals zich dat in de PH-WXC voordeed. Het resultaat van nadere inspecties door een *Overhaul and Repair shop* was vaak 'No Evidence of Failure Found (NEOF)'. De Onderzoeksraad zag dergelijke patronen vanaf 2012 ook terug in eerdere *troubleshooting* documenten en rapportages van inspecties van PSEU 207 uitgevoerd in *Repair and Overhaul shops*. Ook de test van PSEU 207 op de testbank van de fabrikant, onder de regie van de Onderzoeksraad, leverde geen oorzaak op. In enkele gevallen zijn wel storingen bevestigd tijdens een *shop visit*.

Het gelijktijdig schakelen van de kanalen van zowel de linker- als de rechterwielstijl wijst qua oorzaak in de richting van de PSEU als systeemonderdeel. Deze unit is namelijk het enige gemeenschappelijke systeemonderdeel van deze verder volledig gescheiden kanalen. De Onderzoeksraad heeft de directe oorzaak van het gelijktijdig schakelen van deze kanalen niet kunnen vaststellen. Hoewel enerzijds – mede gelet op de historie - niet valt uit te sluiten dat de oorzaak specifiek in PSEU 207 gezocht zou kunnen worden, is anderzijds onvoldoende nader onderzoek gedaan om dit te onderbouwen.

PSEU 207 kwam sinds 1998 in totaal acht maal in een repair shop, wat niet abnormaal was in vergelijking met andere units. Wel waren vanaf 2012 vijf van deze acht *shop visits* onvoorzien als gevolg van klachten (*unscheduled removals*). Zonder de directe oorzaak te hebben vastgesteld kon voor deze toename noch voor een mogelijk onderling verband een verklaring worden gevonden.

De Onderzoeksraad onderkent dat door de systematiek van *troubleshooten* soms ten onrechte een PSEU naar een *repair shop* wordt gestuurd. Met name onder tijdsdruk kan soms een unit worden verwisseld zonder dat de grondwerktuigkundige goed heeft kunnen vaststellen of de storing daar zit. Dit kan leiden tot een 'NEOF situatie', waarbij onduidelijk blijft of dat komt doordat in de unit geen storing zit of doordat die er mogelijk wel is maar in de *repair shop* niet reconstrueerbaar blijkt. De Raad kan zonder aanvullend

---

<sup>4</sup> Een dergelijk onderzoek was voor alle betrokken partijen en de Onderzoeksraad te complex en tijdrovend om tijdens reguliere onderhoudsintervallen van een Fokker 70 in te passen.



bewijs niet zomaar meegaan in de mening van de vliegtuigfabrikant dat de 5 '*unscheduled removals*' te wijten zijn aan misverstanden in de verslaglegging aan de zijde van de melders (operators) en de *repair shops*. Ook daarvoor is onvoldoende bewijs. Bovendien, het onderzoek van het voorval met de PH-WXC liet zien dat ondanks dat in de *repair shop* geen storing kon worden aangetoond (NEOF), een *ground-flight* gerelateerde storing wel degelijk aan de orde was. De Raad stelt dat op basis van de *Shop Finding Reports* niet goed vast te stellen is wat tijdens de eerdere *shop visits* van PSEU 207 daadwerkelijk is opgelost of in hoeverre de vervanging van PSEU 207 gegrond was.

*Operators* die gezamenlijk gebruik maken van een pool system (een soort *warehouse* van Fokker Services voor vliegtuigonderdelen) konden bij vervanging van PSEU 207 direct een andere PSEU geleverd krijgen. Het gevolg was dat PSEU 207 (na luchtwaardigheid te hebben verkregen) vanuit de pool bij wisselende operators werd ingezet. Dit was nadelig voor de effectiviteit van de continue luchtwaardigheid. Temeer omdat bestaande regelgeving zich richt op de afzonderlijke operator en er van uit gaat dat die zicht houdt op niet geplande vervangingen van units (*unscheduled removals*) en op incidenten die zich herhaaldelijk voordoen (*repetitive incidents*). Door gebruik te maken van het pool system verdween de PSEU-historie uit beeld van de individuele operator. Voor een dergelijk *pool system* bestaat geen verdere regelgeving.

Afrondend stelt de Onderzoeksraad vast dat complexe storingen - in doorgaans avionica LRUs - niet eenvoudig zijn vast te stellen. Ook het onderzoek van de PH-WXC leverde geen directe oorzaak op. Wel benoemt de Raad op basis van dit onderzoek twee factoren die - met name in combinatie - een veiligheidsrisico (*safety risk*) kunnen vormen in de onderhoudsomgeving:

- Ondanks het volgen van de juiste procedures voor onderhoud en de eisen voor luchtwaardigheid kunnen LRUs opnieuw in gebruik worden genomen zonder dat helder is geworden welk probleem is opgelost.
- Het *pool system* kan van invloed zijn op de effectiviteit van de continue luchtwaardigheid, omdat LRUs aan het zicht van de operators worden onttrokken (*trend monitoring*) waaronder niet-geplande vervanging (*unscheduled removals*) en zich herhalende incidenten (*repetitive incidents*).

Deze manier van onderhoud binnen de luchtvaartindustrie is overigens algemeen van toepassing op avionica LRUs en is niet kenmerkend voor alleen PSEUs. Het is denkbaar dat dit resulteert in een veiligheidsrisico.

Gegeven het feit dat geen directe oorzaken zijn gevonden, heeft de Onderzoeksraad geen concrete aanbevelingen opgesteld. Wel zou voor betrokken partijen het onderzoeksrapport aanleiding kunnen geven om verbeteringen door te voeren voor het borgen van de effectiviteit van de continue luchtwaardigheid.



ONDERZOEKSRaad  
VOOR VEILIGHEID

**Bezoekadres**

Lange Voorhout 9  
2514 EA 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)