

## ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	2005131
Classificatie:	Ernstig incident
Datum, tijd voorval:	29 augustus 2005, 17.40 uur UTC <sup>1</sup>
Plaats voorval:	Tijdens kruisvlucht
Registratie:	PH-BFO
Type luchtvaartuig:	Boeing 747-400
Soort luchtvaartuig:	Passagiersvliegtuig
Soort vlucht:	Lijnvlucht
Fase van de vlucht:	Kruisvlucht en landing
Schade aan luchtvaartuig:	Geen
Cockpitbemanning:	Twee
Cabinebemanning:	Tien
Aantal passagiers:	205
Persoonlijk letsel:	Geen
Overige schade:	Geen
Lichtcondities:	Daglicht

## SAMENVATTING

Tijdens een vlucht van Amsterdam naar Mexico, werd uit drie van de vier hydraulische systemen vloeistof verloren. De bemanning week uit naar Goose Bay, waar zonder verdere problemen werd geland.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft geen diepgaand onderzoek betreffende dit ernstig incident uitgevoerd, maar is wel door de betrokken luchtvaartmaatschappij op de hoogte gehouden. De feitelijke informatie en de analyse zijn hoofdzakelijk gebaseerd op informatie ontvangen van de luchtvaartmaatschappij en de vliegtuigfabrikant.

## FEITELIJKE INFORMATIE

Op 29 augustus 2005, week een Boeing 747-400 met de registratie PH-BFO, welke op weg was van Schiphol (EHAM) naar Mexico (MMMX), uit naar Goose Bay (CYR) in Canada, nadat was geconstateerd dat de hoeveelheid hydraulische vloeistof in drie van de vier hydraulische systemen was afgenomen.

---

<sup>1</sup> Universal time coordinated, gecoördineerde wereldtijd.

Toen de vlucht ongeveer vier uur onderweg was, werd de cockpitbemanning gewaarschuwd dat het vloeistofniveau in hydraulisch systeem #4 erg laag was. Teneinde te voorkomen dat het hydraulisch systeem #4 geheel zou leeglopen, en in overleg met de Boeing 747-400 afdeling van de technische dienst, maakte de cockpitbemanning het systeem drukloos door beide hydraulische pompen in systeem #4 af te zetten (de verbruikspomp en de motorpomp). Daardoor stabiliseerde de aanwijzing van het vloeistofniveau in hydraulisch systeem #4 zich, en werden geen verdere aanwijzingen waargenomen dat er nog vloeistof weglekte.

Ongeveer 30 minuten daarna merkte de cockpitbemanning dat het vloeistofniveau in hydraulisch systeem #1 begon af te nemen. Toen dat niveau ongeveer 60% van het dienstniveau had bereikt (0.6), besloot de cockpitbemanning, wederom na overleg met de technische dienst, om hydraulisch systeem #1 drukloos te maken, door ook beide pompen van dat systeem af te zetten. Nadat deze acties waren uitgevoerd, stabiliseerde het vloeistofniveau van hydraulisch systeem #1 zich, en werden geen verdere aanwijzingen waargenomen dat er nog vloeistof weglekte. In eerste instantie besloot de cockpitbemanning om naar Toronto (CYYZ) uit te wijken. De luchtverkeersleiding werd daarvan op de hoogte gesteld.

Nadat koers was verlegd naar Toronto, merkte de bemanning dat het vloeistofniveau in hydraulisch systeem #2 ook begon af te nemen. Toen werd besloten om onmiddellijk naar Goose Bay uit te wijken, dat zich op een afstand van ongeveer 500 nautische mijlen bevond en de meest nabij gelegen, geschikte luchthaven was, waar een landing kon worden uitgevoerd. Op de frequentie van de luchtverkeersleiding werd een 'PAN'<sup>2</sup> signaal uitgezonden en de cockpitbemanning loosde brandstof teneinde het gewicht van het vliegtuig te verminderen, zodat dit bij de landing beneden het maximaal toegestane landingsgewicht zou liggen. Tijdens de uitwijkvlucht naar Goose Bay bleef het vloeistofniveau in systeem #2 afnemen met ongeveer 0.3 eenheden per uur, maar het bleef boven het waarschuwniveau.

Voordat de eindnadering werd ingezet, bracht de cockpitbemanning alle hydraulische systemen weer op druk, teneinde de normale bediening van de flaps en het landingsgestel mogelijk te maken. De landing, waarbij de niveaus van alle hydraulische systemen boven het waarschuwniveau bleven, verliep zonder verdere bijzonderheden. Het vliegtuig is onder eigen kracht naar het platform getaxied. Nadat was geparkeerd, waren in de buurt van de stijl van het linker vleugelonderstel, sporen van een hydraulische lekkage te zien.

## **ONDERZOEK EN ANALYSE**

Uit een eerste probleemonderzoek, gehouden op 30 augustus, bleek dat de lekkage was veroorzaakt door een beschadiging aan de flexibele remslang van wielnummer 2 (het voorste wiel aan binnenboordzijde van het linker vleugelonderstel), dat zich bovenaan bij de stijl van het linker vleugelonderstel bevindt.

Deze slang is, ten behoeve van een laboratoriumanalyse, naar Schiphol teruggestuurd. Bij nadere inspecties die in de loop van het onderzoek werden uitgevoerd, bleek dat de overige drie van de vier flexibele hydraulische slangen, die door dezelfde uithouderbeugel worden geleid als de inmiddels vervangen slang, ook beschadigd waren, maar nog niet lekten. Deze werden daarom ook vervangen. Deze drie beschadigde slangen zijn ook voor een nadere schade analyse naar het laboratorium van de luchtvaartmaatschappij opgestuurd. De hydraulische slang is stuk gegaan als

---

<sup>2</sup> PAN PAN PAN (drie keer), een internationaal noodsignaal waarmee het zendende station aangeeft dat het een zeer dringend bericht wil uitzenden betreffende de veiligheid van een verkeersmiddel of van een persoon.

gevolg van een onjuiste installatie van de flexibele slangen tijdens de meest recente vervanging van het linker vleugelonderstel. Door de onjuiste installatie ontstond een verminderde speling in de remslangen. Een dergelijke speling is nodig om de slangen voldoende bewegingsruimte te geven bij het in en uit bewegen van het landingsgestel. De hele Boeing 747-400 vloot is vervolgens aan een inspectie onderworpen en bij de onderhoudsorganisatie van de luchtvaartmaatschappij is meer aandacht besteed aan een juiste installatie van de flexibele slangen.

Normaliter staan de flexibele remslangen tijdens de kruisvlucht niet onder hydraulische druk. In samenwerking met de luchtvaartmaatschappij heeft Boeing een serie geplande tests op het remsysteem uitgevoerd, om te onderzoeken waardoor tijdens de vlucht de remleidingen onder hydraulische druk kunnen komen te staan en, indien gewenst, de nodige preventieve maatregelen te treffen.

#### *Beschrijving van het systeem*

De 'normale' voorziening van remdruk wordt verzorgd door hydraulisch systeem #4. De hydraulische vloeistof loopt daarbij via de normale remdrukdoseerklappen, de normale anti-slip kleppen en de normale zekeringen door de anti-slip wisselklappen en de leidingen en slangen voor het landingsgestel met hun snelkoppelingen, naar de remeenheden. De systemen #1 en #2 worden gebruikt voor de 'reserve' remdruk, waarbij de vloeistof door reserve remdruk-doseerklappen, reserve anti-slip kleppen, reservezekeringen via de anti-slip wisselklappen, de leidingen en slangen voor het landingsgestel met hun snelkoppelingen, naar de remeenheden wordt geleid. Als de normale- en de reserveremvoorzieningen niet beschikbaar zijn kan, indien voldoende vloeistof voorhanden is, de parkeerrem-accumulator nog remdruk geven. Selectie van de remvoorziening geschiedt automatisch en is afhankelijk van welke hydraulische systemen in werking zijn.

#### *Analyse leksnelheidsdata*

Uit vergelijking tussen de diverse leksnelheden bleek dat systeem #1 de hoogste snelheid (0.037 USG/min<sup>3</sup>) had, gevolgd door respectievelijk systeem #2 (0.02 USG/min) en systeem #4 (0.01 USG/min). Alle snelheden lagen ruim onder de waarde van 0.1 USG/min, waarbij de hydraulische zekering in werking treedt.

Op basis van die gegevens moet het scenario betreffende het verlies van hydraulische vloeistof uit achtereenvolgens de systemen #4, #1 en #2, zijn veroorzaakt door een combinatie van:

- Een lek benedenstrooms van de anti-slip wisselklappen waardoor de vloeistof langzaam weglekte (lekken bovenstrooms van deze positie kunnen verlies van vloeistof in twee, maar niet in drie systemen veroorzaken; de zekeringen in de normale- en reserve systemen dienen ter bescherming tegen grote lekkages (meer dan ~ 0.1 USG/min)).
- Een verborgen defect, waardoor hydraulische druk het lek kan bereiken. Het meest waarschijnlijke verborgen defect zou een rem-doseerklap, die niet terugvalt naar de nul positie kunnen zijn. Een andere, minder waarschijnlijke mogelijkheid, betreft het teruglekken door één of meer terugslagklappen in de terugvoerleidingen. Elk van de systemen #4, #1 en #2 zijn van een dergelijke klap in de terugvoerleiding voorzien.

---

<sup>3</sup> 1 United States Gallon is 3.785 liter.

### *Herstelacties*

Boeing heeft naar aanleiding van dit incident een voorlopige en een definitieve maatregel opgesteld. De voorlopige maatregel bestond uit de publicatie, in oktober 2006, van Boeing 747-400 Operations Manual Bulletin, nummer 78. In dit bulletin zijn instructies opgenomen, om bij aanwijzingen van een laag hydraulisch vloeistofniveau, de aangegeven hydraulische pompen uit te schakelen, alsmede wijzigingen in de uitwijkaanbevelingen. De definitieve maatregel betreft een wijziging in de software van het Engine Indicating and Crew Alerting System (EICAS), waarbij wordt aangegeven dat acties van de cockpitbemanning zijn vereist bij aanwijzingen van een laag vloeistofniveau in de hydraulische systemen #4 en/of #1.

### **CONCLUSIE**

Het verlies van hydraulische vloeistof uit achtereenvolgens de systemen #4, #1 en #2, is zeer waarschijnlijk veroorzaakt door een klein lek benedenstrooms van de anti-slip wisselkleppen, waardoor de vloeistof langzaam weglekte (minder dan ~ 0.1 USG/min), gecombineerd met een verborgen defect waardoor hydraulische druk bij het lek kan komen.

*Opm.: Dit rapport is gepubliceerd in het Engels en in het Nederlands. Bij verschil in interpretatie prevaleert de Nederlandse tekst.*