

Beperkte review van het rapport
Runway excursion after loss of thrust at low speed,
Boeing 747-400 ERF, Beek, 11 nov. 2017;
OVV, Den Haag, 20 maart 2020

Referenties

- A. *Runway excursion after loss of thrust at low speed*. Incident Boeing 747 Freighter at Maastricht Aachen Airport 2017-11-11. Dutch TSB Report dated March 2020, <https://www.onderzoeksraad.nl/en/page/4875/runway-excursion-maastricht-aachen-airport-11-november-2017>.
- B. *FAA Advisory Circular 25-7D, Flight Test Guide*, https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/25-7D.pdf, § 5.4.4 (V_{MCG}).
- C. *USAF TPS Flying Qualities Textbook*, ADA170960 Volume II Part 2, Chapter 11, Page 11.25, https://ia801001.us.archive.org/17/items/DTIC_ADA170960/DTIC_ADA170960.pdf.
- D. *Boeing 747 Series Type Certificate Data Sheet No. A20WE*, FAA, <http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/misc/A20WE.pdf>.
- E. *Standards and Recommended Practices for Aircraft Accident Inquiries*, ICAO Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation.
- F. *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation*, Part IV – Reporting. ICAO Doc 9756.

1. Inleiding

1.1. Op 11 nov. 2017 raakte een Boeing 747 op Vliegveld Beek, kort na aanvang van de startaanloop, van de baan nadat de stuwkracht van de rechter buitenmotor ver terugviel. Het OVV-rapport van dit incident trok de aandacht van AvioConsult die in de voorbije jaren ruim 480 rapporten reviewde van ongevallen en incidenten met meermotorige vliegtuigen die werden veroorzaakt door een motorstoring, waarvan de meeste kort na de start of tijdens de nadering gebeurden en een fatale afloop hadden voor meer dan 4000 bemanningsleden en passagiers. In Nederland gebeurden dergelijke ongevallen ook: de Bijlmerramp met een Boeing 747 ('92), een Saab SF-340 op Schiphol ('94), een Lockheed Hercules op Vliegbasis Eindhoven ('96), een Dakota DC-3 in de Waddenzee ('96), een PA-44 bij Kampen ('02) en een Britten Norman BN-2 op Bonaire ('09). Een catastrofaal ongeval met een Boeing 737 door een na een vogelaanvaring uitgevallen motor op Schiphol ('10) kon maar ternauwernood en met meer geluk dan wijsheid worden voorkomen.

1.2. De schrijver dezes, Harry Horlings, is 'graduate' Flight Test Engineer van de USAF Test Pilot School, waarvoor de toelatingseis voor vliegers en engineers in 1985 een MSc in engineering of een BSc en een 'entrance exam' was, en is gepensioneerd hoofdofficier van de Koninklijke Luchtmacht, voormalig Hoofd van de Afdeling Operationele Research en Evaluatie van de Luchtmachtstaf, de afdeling die bevoegd is experimentele vliegproeven met, en evaluaties van vliegtuigen uit te voeren. De opleiding aan een van de vijf Test Pilot Schools in de USA, UK of FR is een vliegopleiding op het hoogste beschikbare niveau ter wereld.

De vraag die hem bezighield was waarom al die ongevallen konden gebeuren, omdat tijdens de opleiding aan de Test Pilot School vliegtuigen werden beproefd waarvan een motor opzettelijk werd

uitgezet en er geen ongevallen gebeurden. Die zgn. 'engine-out' vliegproeven worden uitgevoerd om de bestuurbaarheid tijdens start en landing te evalueren en minimumbestuurbaarheidssnelheden vast te stellen om te worden opgenomen in het Airplane Flight Manual van het vliegtuig ten behoeve van het operationele gebruik door verkeersvliegers. De tijdens vliegproeven toe te passen Flight Test Techniques zijn ook voorgeschreven in Flight Test Guides van de Federal Aviation Administration van de USA (ref. B), en van de European Aviation Safety Agency.

Na review van vele rapporten van ongeval en van zoveel mogelijk Airplane Flight Manuals (AFM) was de conclusie dat vliegers en ongevallenonderzoekers de bestuurbaarheid van een vliegtuig, waarvan een motor is uitgevallen, 'anders' uitleggen dan ingenieurs tijdens het ontwerpen ervan, en ook anders dan de aan een Test Pilot School opgeleide experimenteel testvliegers en Flight Test Engineers tijdens de vliegproeven. Er is blijkbaar een grote kenniskloof ontstaan tussen deze twee werelden, die moet worden overbrugd om ongevallen na motorstoring in de toekomst te kunnen voorkomen. Een met grote deskundigheid opgesteld rapport van ongeval zou de aangewezen mogelijkheid kunnen zijn om die kloof te dichten, maar vele onderzoeksinstanties lijden helaas aan het gebrek aan vliegtuigkennis op hoog niveau.

1.3. Het gebrek aan kennis over bestuurbaarheid van vliegtuigen na motoruitval bij vliegers en ongevallenonderzoekers was de aanleiding voor het schrijven van vele publicaties die vrijwel alle beschikbaar zijn voor download op de website van AvioConsult. Presentaties werden verzorgd voor onder meer de OVV op 16 feb. 2006, de Flight Safety Foundation, de FAA, LBA en TUDelft en in een video op YouTube, waarin ook een tweetal ongevallen na motorstoring beknopt worden geanalyseerd, alle gebruikmakend van de kennis van vliegproeven. Deze vrijwillige bezigheden, gericht op de verhoging van de vliegveiligheid wereldwijd, waren mede aanleiding voor de benoeming tot Officier in de Orde van Oranje-Nassau (26 april '22).

Vele vliegers raakten geïnteresseerd en lieten dat ook weten, maar Transportation Safety Boards, inclusief de OVV, helaas niet; zij stellen nog steeds niet de juiste conclusies in hun rapporten van een ongeval na motorstoring. Het onderzoek van de in § 1.1 genoemde ongevallen in Nederland schoot al ernstig tekort, en dat dit nog zo is wordt met deze review aangetoond. Wellicht kan de OVV er met deze review toe worden bewogen het kennisniveau van onderzoekers te verhogen, of een hoger kennisniveau van onderzoekers te eisen, om beter onderzoek te kunnen doen. Slachtoffers en nabestaanden van ongevallen willen de waarheid horen, willen weten waarom een ongeval gebeurde en niet worden afgescheept met ondeskundige schijnredenen.

1.4. In deze beperkte review staan slechts de belangrijkste tekortkomingen van het rapport (ref. A). Voor verklaring van de afkortingen wordt verwezen naar de betreffende tabel in het rapport; de in de tekst ingevoegde paginanummers verwijzen naar pagina's daarin. Deze originele pdf-versie van het rapport van de OVV in de Engelse taal met veel meer bij onjuistheden geplaatste annotaties is te downloaden van de Accidents pagina van de website van AvioConsult.

2. Bestuurbaarheid van een vliegtuig op de grond

2.1. De onderzoekers kopieerden de definitie van de minimumbestuurbaarheidssnelheid op de grond (V_{MCG} – d.w.z. tijdens de startaanloop) uit FAR 25.149(e) naar hun rapport (pag. 20):

" V_{MCG} , the minimum control speed on the ground, is the calibrated airspeed during the take-off run at which, when the critical engine is suddenly made inoperative, it is possible to maintain control of the aircraft using the rudder control alone (without the use of nosewheel steering) as limited by 150 pounds (667 N) of force, and the lateral control to the extent of keeping the wings level to enable to the take-off to be safely continued using normal piloting skill",

en stellen vervolgens:

"According to Boeing, to keep control following an engine failure prior to V_1 requires the crew to follow the recommended rejected take-off (RTO) procedure. Boeing does not maintain or publish controllability data for an engine failure below V_1 . Directional control at low speed is accomplished by a combination of nose wheel steering, differential braking, and rudder effectiveness. There is no definitive speed at which the rudder can be called 'effective'".

De Boeing recommended RTO procedure is echter niet *“to keep control”*, maar *“to expeditiously stop the airplane on the runway”* (pag. 21). De gashendels moeten dus onmiddellijk worden gesloten zodra een van de motoren uitvalt en decision speed V_1 nog niet is bereikt – oftewel de call *“ V_1 ”* nog niet is gegeven door de PM.

Het verwijt *“Boeing does not maintain or publish controllability data for an engine failure below V_1 ”* is pertinent onjuist. Deze data en de *“definitive speed”* publiceert Boeing wel degelijk, want dat is namelijk V_{MCG} , de **minimumsnelheid**, d.w.z. de laagste snelheid waarbij een acceptabele bestuurbaarheid op de grond (*“during the takeoff run”*) mogelijk wordt of, zoals in FAR 25.149 (e) staat, de snelheid waarbij het pad dat het vliegtuig aflegt na het plotseling uitvallen van een buitenmotor, en met de overige motoren werkend op vol vermogen, niet méér afwijkt dan 9,1 m (30 ft, zie ook ref. B) van het oorspronkelijke pad. Deze snelheid wordt tijdens (niet ongevaarlijke) vliegproeven door aan Test Pilot Schools opgeleide experimenteel testvliegers vastgesteld (op een heel brede startbaan). Bij snelheden onder die minimumsnelheid is de afwijking na uitval van een van de motoren groter en rest alleen het snel dichttrekken van alle gashendels om te voorkomen dat het vliegtuig van de baan geraakt.

2.2. In de praktijk wordt de minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCG} verhoogd met een tweetal toevoegingen (FAR 25.107) en heet dan V_1 oftewel Decision speed, de snelheid waarboven de vlieger bij een motorstoring niet meer veilig kan stoppen op de rest van de startbaan, maar het besluit moet nemen om te gaan vliegen. Indien tijdens de startaanloop een motor uitvalt en de snelheid V_1 is nog niet bereikt, d.w.z. zolang de call *“ V_1 ”* nog niet is gegeven door de Pilot Monitoring (PM), dan moet de Pilot Flying (PF) altijd direct alle gashendels dichttrekken en met behulp van de neuswielbesturing, die aan het richtingsstuur (en aan de 'tiller') is gekoppeld, binnen de laterale grenzen van de baan blijven. Er resteert dan ook altijd voldoende baanlengte om het vliegtuig tot stilstand te brengen, wat vooraf is berekend.

2.3. Het is technisch onmogelijk om bij lage snelheid ook aerodynamische bestuurbaarheid te realiseren (en het vliegtuig niet onnodig zwaar te maken). Hoe groot (en zwaar) moet het kielvlak met richtingsroer wel niet worden om die wel 'effective' te kunnen noemen bij het begin van de start? Slechts bij snelheden boven V_{MCG} kan het kielvlak een voldoende groot giermoment produceren om het asymmetrische motorgiermoment na uitval van een buitenmotor tot een acceptabel niveau tegen te werken. Het maximaal door het kielvlak te produceren giermoment is overigens ook afhankelijk van de tijdens take-off heersende dwarswind.

Niet alleen Boeing *“does not maintain or publish controllability data for an engine failure below V_1 ”*, maar geen van de andere fabrikanten van meermotorige vliegtuigen publiceren zulke data. Daarvoor dient nu eenmaal V_{MCG} die alle fabrikanten wel tijdens vliegproeven (moeten) bepalen (conform FAR 25.149 en de Flight Test Guide, ref. B) en publiceren in het AFM. Deze bevinding had beter maar niet in het rapport kunnen staan omdat het de wereld aan de competentie van de OVV doet twijfelen.

2.4. V_{MCG} is altijd hoog, in dit geval 132 kt. Dus als er tijdens de start een motor uitvalt bij een snelheid van 30 kt, ver onder V_{MCG} , dan blijft het vliegtuig alleen maar bestuurbaar en op de baan als de gashendels onmiddellijk worden dichtgetrokken tot 'idle' (of tot taxi-vermogen).

2.5. Met de zin *“Directional control at low speed is accomplished by a combination of nose wheel steering, differential braking, and rudder effectiveness”* geven de onderzoekers op pag. 20 hun eigen interpretatie van de besturing bij lage snelheid, maar ze vergeten, of weten niet dat de hakken van de schoenen van de PF tijdens de start op de cockpitvloer moeten rusten zodat de rempedalen op de bovenkant van de pedalen van het richtingsroer niet bediend kunnen worden tegelijk met het bedienen van het richtingsroer. Het niet juist plaatsen van de voeten heeft tot meerdere ongevallen geleid, ook in Nederland. Het verplaatsen van de voeten tijdens het uitoefenen van richtingsstuurkracht op de pedalen is niet mogelijk, en hoeft ook niet, heeft geen zin. Dat de captain de rempedalen bediende betekent dat zijn voeten niet juist waren geplaatst. Dit had ook een conclusie moeten zijn. Differential braking wordt in formele procedures nooit genoemd, en heeft ook geen zin. Het grote giermoment dat door de grote stuwkracht van een buitenmotor na uitval van de tegenovergelegen buitenmotor wordt gegenereerd kan toch niet worden tegengewerkt door de wielremmen en de neuswielbesturing die een veel kortere momentenarm hebben; dat maakte dit incident ook duidelijk.

Bovendien heeft "differential braking" ook gevolgen voor de acceleratie, en daardoor voor de benodigde baanlengte tijdens de takeoff run en kan er bij een benodigde stop nabij V_1 te weinig baanlengte overblijven, omdat er energie is verspild. De oorspronkelijk berekende V_1 is dan zelfs niet meer geldig. "Differential braking" wordt alleen tijdens het taxiën toegepast wanneer de motorvermogens laag zijn. Toereikende "rudder effectiveness" wordt pas bij V_{MCG} bereikt, op hoge snelheid, zoals hierboven uitgelegd.

2.6. Op pagina 33 wordt de hierboven aangehaalde, onjuiste zin herhaald. Eraan vooraf gaat de volgende zin:

"The purpose of the RTO procedure described in the manuals is to keep an aircraft under control after an engine failure prior to V_1 ".

Maar "to keep an aircraft under control" is niet het doel van de RTO-procedure. Het doel van de RTO-procedure, zoals in § 2.1 hierboven en ook op pag. 21 van het rapport van ongeval staat, is "to expeditiously stop the airplane on the runway" omdat het vliegtuig, na een motorstoring op een snelheid lager dan V_1 en niet onmiddellijk daarna dichtgetrokken gashendels, van de baan af zal raken omdat de bestuurbaarheid ontoereikend is. Op deze pagina staan nog een paar zinnen waaruit blijkt dat de onderzoekers de bestuurbaarheid van een vliegtuig tijdens de start niet begrepen.

2.7. Op pag. 34 schrijven de onderzoekers:

"Certification requirements regarding the controllability of an aircraft on the ground when a critical engine becomes inoperative, V_{MCG} , only apply to speeds at which it is possible to maintain control of the aircraft using the rudder control alone. In the case of TC-ACR, this speed would have been around 132 kts. This highlights the fact that there are no certification requirements for cases in which a critical engine becomes inoperative at low speed".

De certificatie eis (§ 2.1 hierboven) is dat V_{MCG} moet worden bepaald, zijnde de snelheid waarbij het vliegtuig tijdens de startaanloop 9,1 m (30 ft) van de baanmiddenlijn afwijkt nadat een buitenmotor plotseling is uitgevallen. Bij hogere snelheid zal de afwijking na uitval van een buitenmotor kleiner zijn en is het vliegtuig op de baan te houden na motoruitval, maar bij lagere snelheid dan V_{MCG} zal de afwijking groter zijn en raakt het vliegtuig van de baan af omdat de neuswielbesturing en het kielvlak met richtingsroer de benodigde dwarskrachten en giermomenten om op de baan te blijven niet kunnen produceren. De certificatie eis houdt dus niet in dat het vliegtuig bij motorstoring op lagere snelheden dan V_{MCG} bestuurbaar moet zijn en zulk een eis hoeft er helemaal niet te zijn; dat kan technisch gesproken ook helemaal niet worden gerealiseerd. Zolang V_{MCG} (of de ervan afgeleide V_1) niet is bereikt moeten alle gashendels bij uitval van een of meer van de motoren zo snel mogelijk worden dichtgetrokken waardoor ook het asymmetrische motorgiermoment minimaal wordt en het vliegtuig zo snel mogelijk tot stilstand worden gebracht en op de baan kan worden gehouden met behulp van de neuswielbesturing. Bij snelheden hoger dan V_{MCG} is de afwijking kleiner dan de voorgeschreven 9,1 m (30 ft) en is het sowieso mogelijk om op de baan te blijven met behulp van het richtingsstuur. De beperkingen van de bestuurbaarheid op de grond en de werkelijke betekenis van V_{MCG} zijn blijkbaar niet tot de onderzoekers doorgedrongen, maar waren dat ook niet tot de vliegers van het vliegtuig.

Hoewel de actuele V_{MCG} na uitval van een van de binnenmotoren (de non-critical #2 of #3) lager zal zijn omdat het motorgiermoment ervan kleiner is, haalt geen vlieger het in zijn hoofd om de start door te zetten als voor het bereiken van V_{MCG} of V_1 een van de binnenmotoren uitvalt. Dat mag ook niet; er blijft veel minder vermogen over voor de verdere acceleratie op de grond en voor de (initiële) klim.

De betekenis van "critical engine" is blijkbaar ook niet geheel duidelijk. Beide buitenmotoren van een B747 zijn overigens even "critical", behalve als er een dwarswind op de baan staat, zoals reeds genoemd in § 2.1 hierboven. V_{MCG} is van toepassing als 'either engine' uitvalt, of beter nog 'in anticipation of an engine failure'. De vlieger hoeft op dat moment niet te gaan analyseren of de uitgevallen motor de of een "critical engine" is. Er is maar één V_{MCG} gepubliceerd in het AFM.

2.8. Op pag. 39 staat opnieuw de 'finding': "There are no certification requirements for situations in which a critical engine becomes inoperative during take-off below V_{MCG} ".

Het zal de lezer na het lezen van bovenstaande wel duidelijk zijn dat dit niet zo'n competente conclusie is, en de wenkbrauwen zal doen optrekken bij deskundige lezers. Meer kennis over dit onderwerp kan worden opgedaan door het lezen van Test Pilot School textbooks (ref. C), of de papers die zijn gepubliceerd op de website van AvioConsult. Meer koppelingen naar publicaties van een hoog academisch niveau staan op de Links pagina van de website van AvioConsult.

3. Cockpit procedures

3.1. Uit het CVR-transcript blijkt niet dat een take-off briefing plaatsvond, is wel genoemd maar duurde slechts 3 seconden. Hiermee wordt niet de take-off checklist bedoeld, maar het maken of herhalen van afspraken tussen de crewleden over wie wat waarom en wanneer doet, en als er iets bijzonders gebeurt.

De captain als PF moet gezien hebben dat het vliegtuig ging afwijken van de baanmiddenlijn, want hij gaf allerlei stuurinputs. Hij bewoog onder meer het hoogteroer met de stuurkolom op het moment dat motor #4 uitviel en ca. 4 s later de andere kant op samen met de ailerons, wat niet gebruikelijk is. Als de FDR de afname van het toerental van motor #4 weergeeft, dan deden de cockpit instrumenten dat ook. De copiloot (PM) had dat moeten zien en accuraat moeten rapporteren aan de captain.

3.2. In § 2.5 hierboven werd al genoemd dat de captain zijn voeten niet juist op de pedalen had geplaatst.

3.3. Op pag. 35 wordt geanalyseerd dat sprake zou kunnen zijn geweest van een 'startle effect'. A *"startle effect can be defined as an uncontrollable, automatic reflex that is elicited by exposure to a sudden, intense event that violates a pilot's expectations"*. Dit is maar de vraag en is niet waarschijnlijk, want het vliegtuig ging niet onmiddellijk de baan uit, de afwijking van de baanmiddenlijn nam geleidelijk toe, zoals blijkt uit Figuur 3 op pag. 17. 'The event was not sudden, not intense, was not an upset', wat wel zo is bij een 'startle effect'. De takeoff was nog maar net begonnen, het startvermogen amper ingesteld. Blijkbaar was een eventuele motorstoring in de takeoff briefing niet besproken en lette de captain niet op. De bemanning was blijkbaar niet zo betrokken, was 'not engaged to perform well'. En bovendien blijkbaar niet goed getraind.

3.4. *"The selection of reverse thrust"* bij een lage snelheid als 30 kt, zoals de captain deed, mag helemaal niet, zo staat in de formele procedures, maar dit merkten de onderzoekers niet op. In de procedures op pag. 24 schrijven ze over de *"Call out 60 knots"*, maar het doel ervan was blijkbaar niet duidelijk. Die 'call' is niet voor takeoff, maar voor de uitloop na de landing. De reversers mogen namelijk bij een snelheid lager dan 60 kt niet worden gebruikt, ter voorkoming van 'foreign object damage' aan de motoren. Dat dit toch gebeurde had moeten leiden tot een aanbeveling voor het verbeteren van kennis en training van de vliegers en niet alleen tot onderzoek van de uitgevallen motor, maar ook van de andere motoren en motorgondels. De bemanning maakte fouten, die de onderzoekers niet of niet correct rapporteerden.

4. CVR-transcript

4.1. Het CVR-transcript is ook maar heel beperkt in het rapport overgenomen. Het is voor deskundige lezers niet mogelijk om te verifiëren of deze crew wel professioneel handelde. Het ontbreken van de take-off briefing is hierboven al genoemd. De onderzoekers hebben blijkbaar besloten welke delen van het transcript in hun rapport moeten worden opgenomen. Zij ontnemen de deskundige lezer de mogelijkheid de door de bemanning gevolgde procedures te verifiëren, wat niet in lijn is met ICAO Doc 9756 Part IV (ref. F), pag. IV-1-17, § 1.

5. Spectrum analyse

5.1. Op pag. 17 presenteren de onderzoekers een *"Spectrum analysis"* van één van de cockpit microfoons. Maar er wordt in de bijgevoegde figuur geen spectrum weergegeven, doch slechts volume versus tijd. Een spectrum laat de amplitude van de verschillende frequenties in, of de golflengtes van, een opgenomen geluid zien. In een plaatje van een geluidsspectrum staat bij de abcis (horizontale as)

de frequentie (0 – 20 kHz) of golflengte, niet de tijd. Dit geeft toch wel voeding aan de gedachte dat de onderzoekers helemaal niet technisch onderlegd waren.

6. Engine failure

6.1. De onderzoekers schrijven op pag. 34 "*It was the loss of thrust on engine #4 that led to this accident*". Techniek faalt wel eens, wat mede de reden is dat procedures zijn ontwikkeld om de gevolgen van technisch falen te beperken. Het N_1 toerental van motor #4 daalde inderdaad tot 20%, maar het was de failure van de captain om niet direct te reageren op de gierbeweging, oftewel het ongewild afwijken van de baanmiddenlijn, met het dichttrekken van alle vier gashendels.

6.2. Uit de laatste zin op pag. 15 blijkt dat de captain het richtingsroer naar de verkeerde kant – naar rechts – stuurde, waardoor de daaraan gekoppelde neuswielbesturing ook de verkeerde kant op was. Dit is moeilijk te geloven van een ervaren vlieger. De toegepaste 'sign convention' in de FDR-grafieken is anders dan gebruikelijk en anders dan de NTSB toepast. Vermoedelijk hebben de onderzoekers (teken) fouten gemaakt bij het overtekenen van de FDR-grafiek en in de analyse op pagina's 15 en 16, die elkaar tegenspreken. Op pag. 28 staat ook zo'n onduidelijkheid over verschillen in motorvermogens en stuur- en bewegingsrichtingen; de tekst (N_1 #4 hoger) komt niet overeen met de FDR-data (N_1 #1 hoger). De vraag is ook gerechtvaardigd waarom zo'n slecht leesbare grafiek werd geplaatst, en waarom de schalen zo onhandig, zo onlogisch zijn, want de rasterlijnen komen niet overeen met de seconden op de tijdlijn (12 rasterlijntjes per 10 seconden). Dit is wellicht ook de oorzaak van de verschillen tussen de verklarende teksten en de grafieken. Vreemd ook dat de FDR-grafieken niet in zijn geheel zijn opgenomen, maar zijn overgetekend en opgesplitst, wat de analyse bemoeilijkt. Airspeed en heading data hadden ook moeten worden opgenomen, evenals de richtingsroer uitslag i.p.v. alleen de positie van de pedalen. Of hebben de onderzoekers iets te verbergen?

7. Vliegtuigmanuals

7.1. In het rapport wordt gerefereerd naar vliegprocedures in Flight Crew Operating Manual (FCOM), Flight Crew Training Manual (FCTM), Standard Operating Procedures (SOP) en Quick Reference Handbook (QRH). Dit zijn manuals die soms bij de aankoop van een vliegtuig door de fabrikant worden meegeleverd om de vliegoperaties met het pas aangeschafte vliegtuig sneller te kunnen laten aanvangen en om de operator werk te besparen. Er zijn ook maatschappijen, zoals de KLM, die ze zelf schrijven. Deze manuals zijn zgn. company manuals en kunnen en mogen door de luchtvaartmaatschappij worden aangepast en gewijzigd, mits de inhoud niet in strijd is met de inhoud van de bij de luchtwaardigheidscertificatie van het vliegtuig vereiste manuals, waaronder het Airplane Flight Manual (AFM) en het Weight and Balance Control and Loading Manual. Op company manuals is doorgaans geen toezicht van overheidswege; ze zijn niet door de overheid 'approved' zoals een AFM en een Weight and Balance Control and Loading Manual. Het is daarom niet verstandig om alleen company manuals voor ongevalonderzoek te gebruiken.

7.2. Het AFM en het Weight and Balance Control and Loading Manual van de Boeing 747 zijn de enige formele documenten met door luchtwaardigheidsautoriteiten goedgekeurde operationele procedures en performance data. Het AFM en het Weight and Balance Control and Loading Manual staan met titel en nummer voorgeschreven voor gebruik tijdens vliegtuigoperaties op het Type Certificate Data Sheet van de Boeing 747 (TCDS, ref. D) en maken daardoor deel uit van het Bewijs van Luchtwaardigheid van het vliegtuig. Worden procedures en data gebruikt die afwijken van die in een 'FAA approved' manual, dan moet het vliegtuig als niet-luchtwaardig worden beschouwd.

7.3. Op pag. 21 van hun rapport kopieerden de onderzoekers een deel van de Rejected Takeoff Manoeuvre (procedure) uit het FCTM:

"The decision to reject the take-off is the responsibility of the captain, and must be made before V1 speed."

Deze zin staat ook in het Quick Reference Handbook (QRH, pag. 23) maar is beslist fout. Zolang V_1 niet is bereikt, dat wil zeggen zolang de PM de call " V_1 " niet heeft gegeven, moet het besluit om de start af te breken, nadat een motor is uitgevallen, onmiddellijk worden genomen door de Pilot Flying

(wat ook de copiloot kan zijn) en niet "*before (or by) V1 speed*". Gebeurt dat niet dan raakt het vliegtuig onherroepelijk aan de zijkant van de baan af (zie ook § 2.1 en § 2.6 hierboven). Er is niet veel tijd voor overleg in de cockpit over het afbreken van de start. Dat is toch bij dit ongeval/ incident wel duidelijk geworden. Het besluit de takeoff af te breken moet – zeker in training manuals – zijn gekoppeld aan een niet tegen te sturen gierbeweging of afwijking van de baanmiddenlijn, in plaats van aan V_1 . Dit FCTM en het QRH zijn dus niet met deskundigheid geverifieerd door de maatschappij en ook niet door de onderzoekers. De onderzoekers hadden in de Safety Recommendations van het rapport een aanpassing moeten eisen door de luchtvaartmaatschappij of zelfs door Boeing, indien het FCTM en het QRH door Boeing werden geleverd (en onderhouden). De fout in FCTM en QRH zou als een aan het ongeval bijdragende factor kunnen worden gezien.

7.4. Ook staat op pag. 21 een deel van de Standard Operating Procedure: "*Initiating take-off roll*".

"If cleared for take-off before or while entering the runway, maintain normal taxi speed. When the airplane is aligned with the runway centreline ensure the nose wheel steering tiller is released and apply take-off thrust by advancing the thrust levers to approximately 1.1 EPR (PW) or 70% N1 (GE)".

Dit komt niet overeen met de standaard takeoff procedure. Na het loslaten van de tiller moet het toerental eerst op 70% en pas na stabilisatie op takeoff thrust ingesteld worden. De captain liet de tiller blijkaar niet los, maar stelde wel 70% N_1 in. De vooraf berekende en voor de takeoff op Beek benodigde takeoff thrust is in het rapport overigens niet vermeld; de ingestelde N_1 kan alleen worden afgelezen uit FDR-data, maar de lezer kan niet nagaan of deze waarde juist is. De waarde van N_1 heeft gevolgen voor de grootte van het asymmetrische motorgiermoment dat het vliegtuig van de baan af stuurde en is nodig voor goed onderzoek.

7.5. Ook wordt op pag. 22 een deel van de Takeoff procedure overgenomen in een tabel die, gezien de fouten, niet letterlijk kan zijn overgenomen en waarvan de volgorde ook niet klopt. In het QRH, gekopieerd op pag. 23, staat:

"The captain has the sole responsibility for the decision to reject the take-off. The decision must be made in time to start the rejected take-off manoeuvre by V_1 . If the decision is to reject the take-off, the captain must clearly announce "REJECT," immediately start the rejected take-off manoeuvre, and assume control of the airplane".

De tweede zin is toch wel onduidelijk en heel fout: moet het besluit zijn genomen zodat de RTO-procedure kan worden begonnen tegen de tijd dat V_1 is bereikt? Nou, tegen die tijd is het vliegtuig al ruim van de baan af, zoals de vliegers van dit vliegtuig demonstreerden. Zoals hierboven in § 2.1 en § 7.3 hierboven duidelijk is gemaakt en in de derde zin ook staat, moeten de gashandels onmiddellijk worden gesloten zodra een 'thrust asymmetry' ontstaat en de call " V_1 " nog niet is gegeven.

De QRH-procedure op pag. 24 (zie § 3.4 hierboven) kan ook niet juist zijn. Er staat bv. wel "*apply reverse thrust on symmetric engines*", maar niet dat dit alleen maar bij een snelheid boven 60 kt mag, terwijl dat de reden is voor de call "60 knots" tijdens de landing.

7.6. De woorden 'reject' en 'abort' van een takeoff worden beide gebruikt. 'Reject' betekent formeel dat wordt afgezien van de takeoff voordat die is begonnen, 'abort' om een start af te breken die reeds is begonnen. Zelfs Engelssprekenden maken hiermee fouten, maar dat betekent niet dat onderzoekers die fouten moeten overnemen of zelfs ook toepassen. Goede Engelse woordenboeken, zoals die van Webster, lichten de werkelijke betekenis van Engelse termen duidelijk toe.

7.7. In FCTM, FCOM en QRH staan fouten; de schrijvers ervan begrepen blijkaar niet goed wat ze schreven. Ook bij fabrikanten slaat de onkunde blijkaar toe. De manuals zijn waarschijnlijk niet door de daarvoor verantwoordelijke overheid 'approved', hetgeen een conclusie van dit onderzoek had moeten zijn. Bovendien mag je van onderzoekers toch verwachten dat zij de juiste manuals gebruiken tijdens hun onderzoek, zoals het AFM, maar zij waren blijkaar niet op de hoogte van bovenstaande en maakten uitsluitend gebruik van de 'informele' company manuals. Dat zou nog te billijken zijn als was onderzocht of de informele publicaties nog steeds overeenkomen met het AFM en het

Weight and Balance manual, maar daarvan zou dan een melding in het rapport van ongeval (ref. A) moeten zijn gemaakt. In onderhavig geval gebeurde dat niet.

8. ICAO Annex 13 format

8.1. In tegenstelling tot wat op pag. 3 staat wordt een rapport van ongeval geschreven voor luchtvaart- en vliegtuigexperts van over de hele wereld zodat zij kunnen nagaan of er van dit ongeval te leren valt en of zij maatregelen moeten treffen voor het verhogen van de veiligheid in hun eigen organisatie. Een ICAO Annex 13 rapport (ref. E) is een engineering rapport, dat feitelijke data presenteert en gebeurtenissen beschrijft van oorzaak tot gevolg en is niet bedoeld een rapport voor 'Herman en Ingrid' te zijn; er moet van worden uitgegaan dat het gelezen wordt door "*intelligent but uninformed*" deskundigen. Daarom moeten vaktermen worden gebruikt, die de schrijver dan wel moet beheersen. Niet een wollig verhaal, maar een feitelijk rapport.

Het onderhavige rapport gaat te veel uit van ondeskundige lezers en gebruikt ook niet de standaard luchtvaarttaal en -afkortingen. Een deskundige lezer heeft na het lezen van slechts enkele pagina's al door dat deze onderzoekers niet competent zijn waardoor de waarde van het rapport daalt en daarmee het (internationale) aanzien van de OVV, een proces wat overigens al vele jaren gaande is.

8.2. Bovendien moet een lezer het rapport kunnen volgen en verifiëren aan de hand van de opgenomen en bijgevoegde feitelijke data, een eis in Annex 13. Het ICAO Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation, Part IV – Reporting (ref. F) beschrijft de vereiste inhoud van de meeste paragrafen van een ICAO Annex 13 rapport in detail. In het onderhavige rapport ontbreken veel data, zoals Weight and Balance, takeoff, CVR en FDR-data, zodat de lezer de inhoud niet kan verifiëren, maar afhankelijk is van de bevindingen van een OVV 'onderzoeker', die niet echt deskundig is gebleken. Waarom werden, zoals reeds genoemd in § 6.2 hierboven, niet de complete grafieken uit het FDR Factual Report van de NTSB, dat de OVV ongetwijfeld heeft ontvangen, toegevoegd aan het rapport? Hebben de onderzoekers iets te verbergen? Zij maakten blijkbaar zelf grafieken die bijna onleesbaar en onbruikbaar zijn, en hebben helaas niet de (data) keuze gemaakt die een deskundige zou maken en nodig heeft om de analyse goed te kunnen volgen. Ook aan de juistheid van de schalen wordt getwijfeld alsook aan de toegepaste 'sign convention' van de weergegeven parameters. De feitelijke informatie is niet overal in de juiste paragraaf terecht gekomen, delen van de analyse ook niet.

8.3. De onderzoekers schreven op pag. 38: "*The takeoff performance calculations were in accordance with the procedures*", maar zij lieten die calculations alsmede veel data weg en dat hoort niet zo volgens Annex 13. Een deskundige lezer moet de data kunnen verifiëren.

8.4. Er zijn afkortingen gebruikt die niet algemeen bekend zijn, en ook niet voorkomen in Boeing manuals. De indruk wordt gevestigd dat de onderzoekers zelf afkortingen bedachten en gebruikten, zoals dat in eerdere rapporten van de OVV ook gebeurde. Er zijn talloze formele publicaties waarin de wel te gebruiken en wereldwijd in de luchtvaart bekende afkortingen worden gedefinieerd.

9. Conclusion

9.1. In de conclusie van het onderzoek op pag. 39 staat:

"The runway excursion was caused by the pilot's inability to maintain directional control under the conditions of prolonged asymmetric thrust that resulted from the loss of thrust on engine #4 at low speed. The loss of engine thrust was caused by a compressor stall.

Contributing factors

The thrust levers were not retarded immediately after the loss of thrust. Such delays and not following trained procedures have been associated with the phenomenon known as the 'startle effect'".

Een vlieger is nooit bij machte om de richtingsbestuurbaarheid te handhaven bij lage snelheid en bij hoog asymmetrisch vermogen van de motoren; daarvoor is het vliegtuig niet ontworpen en zijn de motorvermogens te groot. Die conclusie is dus pertinent onjuist/onmogelijk en getuigt niet van begrip. Nadat motor #4 uitviel door een compressor stall die optrad toen takeoff thrust werd ingesteld,

duurde het veel te lang voordat de throttles werden dichtgetrokken, terwijl de RTO-procedure vereist dat het vliegtuig in dat geval "*expeditiously*" tot stilstand wordt gebracht. Dit is geen aan de oorzaak bijdragende factor, maar juist de oorzaak van het ongeval/ incident. Dat aan het begin van de start, met beide vliegers 'in-the-loop' en actief betrokken, sprake zou zijn van een 'startle effect' is zeer twijfelachtig, en is meer het zoeken naar een excuus, een smoesje. En is te wijten aan het gebrek aan goede training van de vliegers, of aan competentie van hun instructeurs.

9.2. In § 1.14.1 staan "*measures taken by the operator*". Deze paragraaf hoort volgens Annex 13 in § 4, Safety actions already implemented.

9.3. Er werden geen **safety recommendations** gegeven zoals Annex 13 vraagt, terwijl die er wel degelijk zijn, zoals o.m.:

- Improve pilot training for engine failures on the runway at (very) low speed, and improve the knowledge of the real value of V_{MCG} .
- Improve pilot knowledge and training on the use of reverse thrust (at low speed).
- Improve cockpit procedures, control handling during takeoff and Crew Resource Management (takeoff briefing en procedural calls).
- Recommend both the company and Boeing to improve their manuals.

10. Conclusies en aanbevelingen van deze review

10.1. Deze review was beperkt, niet alle opmerkingen en suggesties voor verbetering zijn opgenomen. De originele pdf-versie van het rapport van de OVV in de Engelse taal, waarin veel meer bij onjuistheden geplaatste annotaties zijn toegevoegd, is te downloaden van de Accidents pagina van de website van AvioConsult.

10.2. Het technische en operationele niveau van dit onderzoek en van het rapport schiet schromelijk tekort, is helaas nauwelijks deskundig te noemen. Naast de hierboven reeds gegeven conclusies kan worden toegevoegd dat het onderzoek niet door deskundige onderzoekers (competente vliegers en ingenieurs) is uitgevoerd en dat het rapport, net zoals meerdere luchtvaartongevallenrapporten van de OVV uit het verleden, overduidelijk ook niet zijn geschreven door deskundigen, maar een hoog Herman & Ingrid gehalte hebben en onnauwkeurig zijn in de beschrijving van bevindingen. Het voldoet beslist niet aan de ICAO-richtlijnen. Het onderzoek zou, in overeenstemming met ICAO Annex 13, § 5.13 (ref. E), waaraan Nederland zich ook heeft gecommitteerd, moeten worden heropend nu in deze review nieuwe en belangrijke aanwijzingen gemeld zijn.

10.3. In het algemeen ontbreken data, waarvan in ICAO Annex 13 en Doc 9756 Part IV is voorgescreven die in de rapporten in te voegen, om het de "*intelligent but uninformed*" lezers mogelijk te maken de analyse, de bevindingen en de conclusies van de onderzoekers te beoordelen en met voldoende informatie te kunnen staven (ICAO Doc 9756 Part IV (ref. F), pag. IV-1-17, § 1).

10.4. Tenslotte is het uitermate teleurstellend te moeten constateren dat de OVV blijkbaar nog steeds niemand heeft die goede en accurate luchtvaartongevallenrapporten kan schrijven, en ook niemand die ze nauwgezet kan en wil beoordelen en corrigeren. Er zullen meer landen te kampen hebben met hetzelfde probleem; overal slaat de armoede aan luchtvaartkennis toe. Indien de OVV er niet in kan slagen competente onderzoekers en onderzoekleiders aan te trekken en het jaren geleden al verloren gegane aanzien in de wereld te heroveren, dan wordt het tijd om een European Transportation Safety Board te overwegen. De populatie waaruit deskundige en vooral onafhankelijke onderzoekers kunnen worden geworven is dan veel groter.

Ing. H. Horlings

Officier in de Orde van Oranje-Nassau

Luitenant-Kolonel b.d., voormalig Hoofd Afdeling Operationele Research en Evaluatie Luchtmachtstaf Graduate Flight Test Engineer USAF Test Pilot School (1985)