

Inleiding

In dit rapport worden twee ernstige incidenten bij dezelfde luchtvaartmaatschappij geanalyseerd. Bij beide incidenten was bij de start onvoldoende vermogen van de motoren ingesteld. Dat kwam doordat er verkeerde gegevens waren gebruikt voor het berekenen van het te selecteren motorvermogen. Doordat deze verkeerde gegevens ook werden gebruikt om de startsnelheden te berekenen, waren ook de startsnelheden niet correct. Bij beide incidenten werd daardoor niet voldaan aan de veiligheidsmarges die zijn gesteld aan startprestaties voor verkeersvliegtuigen. Het te lage motorvermogen had in beide gevallen tot gevolg dat de startrol langer was dan gebruikelijk.

Het is gebruikelijk dat verkeersvliegtuigen tijdens de start geen gebruik maken van het volledige vermogen van de vliegtuigmotoren. De bemanning berekent het minimale vermogen dat nodig is voor een veilige start. Dit heeft voordelen, zoals een grotere betrouwbaarheid en lagere onderhoudskosten van de motoren. Deze prestatieberekeningen zijn altijd gebaseerd op de mogelijkheid van een motorstoring op het meest kritieke punt tijdens de startprocedure. In het geval van een storing van één van de motoren moet het vliegtuig ofwel in staat zijn om de start veilig af te breken, of de start voort te zetten binnen de resterende lengte van de startbaan.

Incidenten waarbij er sprake is van onvoldoende motorvermogen tijdens de start komen in de luchtvaart wereldwijd regelmatig voor. Verschillende keren leidde dit tot ongevallen met catastrofale gevolgen. De meerderheid van deze voorvallen werd veroorzaakt door fouten in de berekening, of door fouten in de gegevensinvoer voor het berekenen van de startparameters.

Onjuistheden in de berekeningen van startprestaties hebben tot gevolg dat de beschikbare veiligheidsmarges worden gereduceerd of overschreden. Wanneer de fout in de berekening van de startprestaties ernstig is, kan dit leiden tot een situatie waarin, zelfs zonder motorstoring, er niet voldoende startbaanlengte beschikbaar is voor de start. Een startprestatiefout heeft invloed op de berekende startsnelheden, die daardoor niet meer kloppen. Als gevolg hiervan is de werkelijke snelheid waarmee de start veilig kan worden afgebroken of moet worden voortgezet op de werkende motor(en) onbekend. Er is dan een fase tijdens de start waarbij, in het geval van een motorstoring, noch voldoende startbaanlengte overblijft om het vliegtuig tot een veilige stop te brengen, noch voldoende startbaanlengte overblijft om veilig de start voort te zetten en veilig het luchtruim te kiezen. Een ernstige fout in de startprestaties vergroot de risico's op een *runway overrun*; een *tail strike* waarbij de achterkant van een vliegtuig de

startbaan raakt door een te grote invalshoek bij het opstijgen; een botsing met een obstakel; of het verliezen van lift (stall) na vertrek.

Bij de twee onderzochte ernstige incidenten werden de startprestaties op een verschillende manier bepaald. Tijdens het eerste voorval (in 2014) werden de startprestaties door de cockpitbemanning handmatig bepaald. Deze methode bestond uit het invullen van het load en trim sheet (LTS), waarbij de cockpitbemanning onder andere handmatig de startgewichten berekende. Vervolgens nam de bemanning de gewichten en andere gegevens over op de *take-off and landing data card (bugcard)*. De bemanning bepaalde tenslotte de startprestaties met behulp van de op de bugcard verzamelde gegevens en de *take-off and landing performance tabellen (TL-tabellen)*.

Bij het tweede voorval (in 2015) werd de handmatige methode niet meer standaard toegepast door de luchtvaartmaatschappij. De cockpitbemanning maakte gebruik van digitale startprestatieberekeningen op een Electronic Flight Bag (EFB). De EFB is een tabletachtige computer die informatie bevat die de cockpitbemanning tijdens de vlucht gebruikt, zoals handleidingen en navigatiekaarten. De EFB kan ook gebruikt worden voor het bepalen van de gewichten van het vliegtuig en de berekening van de startprestaties.

Toedracht

Het eerste incident vond plaats op Groningen Airport Eelde op 18 september 2014. Een Boeing 737-800 vertrok om 15:07 uur voor een vlucht naar Rotterdam The Hague Airport. Tijdens de startrol merkten de piloten dat de versnelling van het vliegtuig minder was dan verwacht. De start werd doorgezet en het vliegtuig had bijna de hele startbaan nodig voor de start. De rest van de vlucht verliep zonder problemen. Het vliegtuig landde om 15:53 uur in Rotterdam. Er was geen schade aan het vliegtuig en de bemanning en passagiers bleven ongedeerd.

Het startgewicht dat de cockpitbemanning gebruikte voor de berekening van de startprestaties was 10.000 kg te laag. Dit kwam doordat de cockpitbemanning een verkeerde berekening van het startgewicht op de bugcard had uitgevoerd. Hierdoor waren de startprestaties die de bemanning bepaalde aan de hand van de TL-tabellen niet correct, waardoor het geselecteerde vermogen lager was dan vereist. Het vliegtuig kwam ongeveer 60 meter voor het einde van de startbaan los van de grond.

Het tweede incident vond plaats op de luchthaven van Lissabon, Portugal, op 3 december 2015. Een Boeing 737-800 vertrok om 19:27 uur lokale tijd naar Amsterdam Airport Schiphol. Tijdens de start, merkten de piloten kort voor de rotatie dat de resterende baanlengte op dat punt minder was dan verwacht. Het vliegtuig kwam ongeveer 430 meter voor het einde van de startbaan los van de grond. De rest van de vlucht verliep zonder problemen. Er was geen schade aan het vliegtuig en de bemanning en passagiers bleven ongedeerd.

Uit het onderzoek blijkt dat de startprestaties in Lissabon op de EFB waren berekend voor een andere startbaan dan vanwaar het vliegtuig vertrok. De cockpitbemanning had een onjuiste combinatie van oplijningspositie en startbaan geselecteerd. De onduidelijke

en niet-unieke benaming van oplijningsposities op de luchthaven van Lissabon heeft hier mogelijk aan bijgedragen. Het gevolg van de selectiefout was dat de startprestaties werden berekend op basis van een landingsbaan die 1120 meter langer was. De berekeningen resulteerden in onvoldoende motorvermogen om de vereiste veiligheidsmarges te halen.

Bij beide voorvallen selecteerden de cockpitbemanningen geen extra motorvermogen nadat zij zich realiseerde dat de startrol ongewoon lang was.

Crosschecks

Een gemeenschappelijke factor bij beide voorvallen is dat fouten niet werden opgemerkt, omdat er geen adequate *crosschecks* waren om de specifieke fouten van de cockpitbemanning op te sporen. Crosschecken is een manier om fouten in de gegevensinvoer of berekeningen te voorkomen of te detecteren. Bij crosschecken wordt de validiteit van een getal, bijvoorbeeld een berekend gewicht of een berekende startprestatie, gecontroleerd door het te vergelijken met de waarde uit een andere beschikbare bron. Een andere manier om een crosscheck uit te voeren is door twee leden van de cockpitbemanning onafhankelijk een berekening te laten uitvoeren, en de resultaten achteraf met elkaar te vergelijken. Crosschecks zijn vastgelegd in de *Flight Crew Operations Manual (FCOM, bron: Boeing)* en zijn onderdeel van trainingsprogramma's voor de cockpitbemanningen.

Bij het Groningen-incident ontbrak een crosscheck die het foutieve startgewicht op de *bugcard* detecteerde. Bij het incident in Lissabon ontbrak een crosscheck die kon identificeren dat beide piloten dezelfde selectiefout hadden gemaakt op de EFB.

Risicomanagement door de luchtvaartmaatschappij

Toen de luchtvaartmaatschappij in 2013 een risico-assessment voor het invoeren van de EFB uitvoerde, is er geen risicobeoordeling uitgevoerd voor de software die op de EFB zou worden geïnstalleerd, omdat deze nog niet beschikbaar was op dat moment.

De luchtvaartmaatschappij vermeldde in een intern onderzoeksrapport (voltooid op 1 oktober 2014) dat het bestaande crosschecking-beleid ontoereikend zou kunnen zijn om fouten bij het invoeren van gegevens (zogenaamde *data-entry errors*) te ontdekken. Het rapport formuleerde echter geen aanbevelingen om de *bugcard* in een crosscheck op te nemen. De handmatige procedure van de luchtvaartmaatschappij voor het bepalen van de startprestaties, inclusief het gebruik van de *bugcard*, werd niet onderzocht na het incident in Groningen, hoewel deze procedure nog steeds in gebruik is als back-up in het geval van een EFB-storing.

Toen het tweede voorval plaatsvond was de luchtvaartmaatschappij door continu monitoren op de hoogte dat dat er regelmatig fouten in de gegevensinvoer worden gemaakt tijdens de operatie. Toch heeft de luchtvaartmaatschappij geen intern onderzoek uitgevoerd naar de oorzaken van fouten bij het invoeren van gegevens op de EFB.

Op basis van deze bevindingen concludeert de Onderzoeksraad voor Veiligheid dat het beleid van de luchtvaartmaatschappij voor de beheersing van de risico's met betrekking

tot het bepalen van de startprestaties te reactief is gebleken. Het beleid zou meer proactief moeten zijn, in overeenstemming met de uitgangspunten van het veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Daarbij zouden actief mitigerende maatregelen moeten worden geïdentificeerd en vervolgens worden ingevoerd.

Automatisering

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft ook gekeken naar verdere systeemautomatisering als mogelijke barrière voor incidenten waarbij onvoldoende vermogen is geselecteerd voor de start door fouten in de berekening of de gegevensinvoer. Nieuwe en onafhankelijke monitoringsystemen, zoals *Onboard weight and balance systems (OBWBS)* en *Take-Off Performance Monitoring Systems (TOPMS)* zijn in ontwikkeling met als doel om cockpitbemanningen tijdig te waarschuwen als de berekende startprestaties niet kloppen.

Een *OBWBS* is een gewicht- en balanscontrolesysteem aan boord van het vliegtuig, dat piloten actuele informatie geeft over gewicht en zwaartepunt van het vliegtuig (real-time). Deze informatie kan dienen als crosscheck (secundair systeem) of als de primaire bron (primaair systeem) voor de gewichts- en zwaartepuntswaarden die worden gebruikt voor het bepalen van de startprestaties.

Een *TOPMS* of *TOPM* is een autonoom controlesysteem voor startprestaties, dat piloten real-time informatie en waarschuwingen geeft met betrekking tot de startprestaties. Het is een barrière die bescherming biedt tegen een groot aantal fouten in het bepalen van de startprestaties.

Hoewel bovengenoemde systemen veelbelovend zijn, verloopt de ontwikkeling van deze systemen door de industrie traag. Ook heeft de European Aviation Safety Agency (EASA) het ontwikkelen van het regelgevingskader van deze systemen niet als hoge prioriteit geclassificeerd mede doordat het aantal dodelijke slachtoffers in aan startprestaties gerelateerde voorvallen (3 fatale ongevallen in 16 jaar) gering is ten opzichte van ander typen voorvallen. De Onderzoeksraad voor Veiligheid is echter van mening dat deze systemen grote potentie hebben om dergelijke in potentie ernstige voorvallen te voorkomen.

Naast automatisering kan EASA op de kortere termijn preventieve maatregelen nemen die zich richten op richtlijnen en regelgeving op het gebied van EFB-ergonomie, en op procedures voor het gebruik van EFB. Daarnaast kunnen luchtvaartmaatschappijen actief *best practices* delen op het gebied van *weight and balance* en *performance procedures*, omdat startprestatie-gerelateerde voorvallen voorkomen bij diverse types vliegtuigen en vluchtuitvoeringen.

Aanbevelingen

EASA wordt aanbevolen:

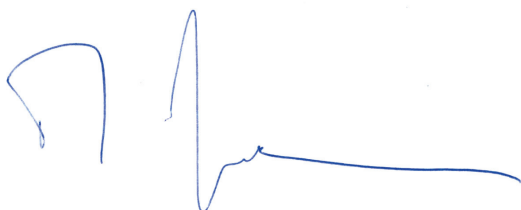
1. Om prioriteit te geven aan de ontwikkeling van specificaties en het vaststellen van eisen voor *Onboard weight and balance systems* (RMT.0116).
2. Om onverwijld te starten met de ontwikkeling van specificaties en het vaststellen van eisen voor *Take-Off Performance Monitoring Systems* en daarbij samen te werken met andere regelgevende instanties, standaardisatie-instituten, luchtvaartindustrie en luchtvaartmaatschappijen.

De luchtvaartmaatschappij wordt aanbevolen:

3. Om periodieke risico-assessments uit te voeren en mitigerende maatregelen te nemen op de geïdentificeerde risico's met betrekking tot het gehele vluchtvoorbereidingsproces. Deze periodieke risico-assessments moeten in ieder geval het volgende omvatten, maar zijn hier niet toe beperkt:
 - Handmatige *weight and balance* en *performance procedures*;
 - *Take-off and landing data card (bugcard)*;
 - EFB (hardware, software, procedures en alternatieven);
 - Het afwegen van de risico's die ontstaan door het reduceren van het motorvermogen bij de start, tegen de financiële voordelen die dit oplevert.
4. Om cockpitbemanningen simulatortraining te geven waarbij uitzonderlijke situaties getraind worden die vereisen dat de crew extra motorvermogen selecteert tijdens de startrol.

Het management van de luchthaven van Lissabon wordt aanbevolen:

5. Om de naamgeving van de ophijningsposities aan te passen, in overeenstemming met de richtlijnen van de Airports Council International.



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter van de Onderzoeksraad



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