

VAN DE LANDINGSBAAN AFGEREDEN

In Nederland wordt er naar gestreefd het gevaar van ongevallen en incidenten zoveel mogelijk te beperken. Wanneer het toch (bijna) misgaat, kan herhaling voorkomen worden door, los van de schuldvraag, goed onderzoek te doen naar de oorzaak. Het is dan van belang dat het onderzoek onafhankelijk van de betrokken partijen plaatsvindt. De Onderzoeksraad voor Veiligheid kiest daarom zelf zijn onderzoeken en houdt daarbij rekening met de afhankelijkheidspositie van burgers ten opzichte van overheden en bedrijven. De Raad is in een aantal gevallen wettelijk verplicht onderzoek te doen.¹

ALGEMENE GEGEVENS

Nummer voorval:	2010077
Classificatie:	Ernstig incident
Datum, tijd ² voorval:	2 oktober 2010, 19.06 uur
Plaats voorval:	Luchthaven Schiphol
Registratie luchtvaartuig:	TC-TJF
Type luchtvaartuig:	Boeing 737-4Y0
Soort luchtvaartuig:	Tweemotorig straalvliegtuig
Soort vlucht:	Passagiersvlucht
Fase van de vlucht:	Landing
Schade aan luchtvaartuig:	Licht
Aantal bemanningsleden:	6
Aantal passagiers:	167
Persoonlijk letsel:	Geen
Overige schade:	Geen
Lichtcondities:	Schemering

SAMENVATTING

Op 2 oktober 2010 kwam een Boeing 737-4Y0 tijdens de landing op baan 22 van luchthaven Schiphol ongeveer negen meter voorbij het einde van de baan tot stilstand. Niemand van de leden van de bemanning noch van de passagiers aan boord raakte hierbij gewond. Het vliegtuig liep lichte schade op aan het neuswiel.

¹ Onderzoek naar schuld of aansprakelijkheid maakt nadrukkelijk geen deel uit van het onderzoek door de Raad. Verklaringen die zijn afgelegd in het kader van een onderzoek van de Raad, informatie die de Raad heeft verzameld, resultaten van technische onderzoeken en analyses, opgestelde documenten (inclusief het gepubliceerde rapport) mogen niet worden gebruikt als bewijs in strafrechtelijke, tuchtrechtelijke of civielrechtelijke procedures.

² Alle tijden in dit rapport zijn lokale tijden tenzij anders vermeld.

FEITELIJKE INFORMATIE

Verloop van de vlucht

De Boeing 737-4Y0 van luchtvaartmaatschappij Corendon Airlines maakte een lijnvlucht van Dalaman Airport (LTSB, Turkije) naar luchthaven Schiphol (EHAM). Aan boord waren 6 bemanningsleden en 167 passagiers. Om ongeveer 18.45 uur vloog het vliegtuig het Nederlandse luchtruim binnen en werd contact opgenomen met de luchtverkeersleiding. De cockpitbemanning, bestaande uit een gezagvoerder als "pilot flying" en een eerste officier als "pilot monitoring", had initieel een aanvliegeroute naar baan 18R gepland. Als gevolg van het verslechterende weer werd de landingsbaan door de luchtverkeersleiding gewijzigd in baan 22. De baanverandering werd 15 minuten voor de landing, vliegend op FL200 (circa 20.000 voet), door de bemanning ontvangen.

De bemanning had de referentielandingsnelheid³ (V_{ref}) voor baan 18R met flapstand 30 bepaald op 140 knopen. Volgens de standaardprocedure werd daar 5 knopen bij opgeteld en werd de naderingssnelheid 145 knopen. De bemanning heeft de referentielandingsnelheid niet gewijzigd voor baan 22. De bemanning selecteerde stand II van het 'auto brake' systeem en flapstand 30.

Volgens de bemanning werd de toestemming om te landen gegeven op ongeveer 600 voet. De toestemming om te landen bevatte geen informatie over de baangesteldheid. De ruitenwissers stonden op de maximale snelheid, maar hevige regen verminderde het uitzicht en zicht op de baan. Op 200 voet werd het automatische besturingssysteem (hierna te noemen autopilot (AP)⁴) uitgeschakeld en het resterende deel van de vlucht met de hand gevlogen. Het automatische gashendelbedieningssysteem (hierna te noemen autothrottle (AT)⁵) bleef actief.

Het vliegtuig vloog over de baandrempel en het afvangen (flare) werd geïnitieerd. Volgens beide piloten bleef het vliegtuig vervolgens boven de baan zweven op een hoogte van circa 30 voet. Na het uiteindelijke neerkomen werd het 'auto brake' systeem geactiveerd, kwamen de 'spoilers' en 'speed brakes' uit en werd vol 'reverse' geselecteerd. Toen het vliegtuig het einde van de baan naderde, is maximaal met de voeten geremd, maar het vliegtuig kwam circa negen meter voorbij het einde van de baan tot stilstand. Niemand van de leden van de bemanning noch van de passagiers aan boord raakte hierbij gewond. Het vliegtuig liep lichte schade op aan het neuswiel.



Figuur 1: TC-TJF voorbij baan 22 met de neus buiten de baanverharding (Bron: Amsterdam Airport Schiphol)

³ De referentielandingsnelheid is gedefinieerd als de snelheid van een vliegtuig in een bepaalde landingsconfiguratie op het moment dat het door de referentiehoogte (50 voet) daalt met inachtneming van de vastgestelde landingsafstand voor handmatig uitgevoerde landingen.

⁴ Een systeem waarmee automatisch de koers, hoogte of het door de bemanning ingestelde vluchtpad wordt gehandhaafd.

⁵ Een systeem dat automatisch de stuwkracht van de motoren regelt door het bewegen van de gashendels.

Benodigde landingsafstand

De benodigde landingsafstand van een vliegtuig is onder meer afhankelijk van het landingsgewicht en de configuratie van het vliegtuig, de heersende weercondities aan de grond, de baangesteldheid, de landingssnelheid en de beschikbare remsystemen.

Weersomstandigheden

Tijdens het voorval trok een regenfront met ongeveer 20 knopen van zuidwest naar noordoost over Nederland. In de regio van de luchthaven Schiphol was lichte tot matige regen aanwezig. De bemanning luisterde 'automatic terminal information service' (ATIS) Charlie (C) van 18.25 uur uit. De ATIS informatie vermeldde motregen met enkele wolken op 600 voet, een wind uit de richting 130 graden variërend tussen 100 en 160 graden en een snelheid van 9 knopen.

Toen het vliegtuig landde werden de windrichting en de windsnelheid gemeten door meteorologische sensors naast het begin van de baan. Deze sensors registreerden een wind uit de richting 135 graden en een snelheid van ongeveer 7 knopen.

Weerinformatie weergegeven door ATIS Delta (D) om 18.55 uur (net voor het voorval) liet lage bewolking zien (400, 700 en 1100 voet) en de aanwezigheid van neerslag (motregen). Zie tabel 1.

Code	Tijd	Bericht
C -	021625Z	13009KT 100V160 4500 DZ FEW006 BKN011 BKN025 16/15 Q1007 TEMPO 2500 BKN008
D -	021655Z	14009KT 2500 DZ FEW004 SCT007 BKN011 16/15 Q1007 RADZ TEMPO BKN007=
E -	021725Z	14007KT 110V170 3200 RADZ FEW003 SCT005 BKN007 16/15 Q1007 RERADZ BECMG 6000=

Tabel 1: ATIS weerinformatie

Beschikbare systemen voor het vertragen van een vliegtuig op een landingsbaan

Om de snelheid van een vliegtuig na de landing te verminderen en de taxisnelheid te bereiken of tot stilstand te komen voor het eind van de baan (of eerder) zijn de volgende voorzieningen aanwezig.

- 'Speed brakes';
- Wielremmen (inclusief 'auto brake' en 'anti-skid' systemen);
- Stuwstraalomkeerders ('thrust reversers').

De 'speed brakes', die op de grond zowel bestaan uit lucht- en grondspoilern, zijn de primaire voorzieningen om het vliegtuig af te remmen. Het systeem wordt voor de landing bekrachtigd en wordt automatisch geactiveerd als de hoofdwielen de grond raken en levert twee aerodynamische effecten. Ten eerste vergroot het de aerodynamische weerstand van het vliegtuig wat bijdraagt aan de vertraging en ten tweede verstoren de spoilers de draagkracht van de vleugel wat het gewicht op de wielen vergroot. Dat is van belang voor de hoeveelheid remkracht die kan worden toegepast op een bepaald baanoppervlak.

De tweede voorziening is het gebruik van de remmen op de hoofdwielen. De vertraging is het resultaat van wrijving tussen de banden en het baanoppervlak. Verscheidene factoren beïnvloeden de vertraging waaronder de conditie van het baanoppervlak en het gewicht dat op de wielen rust. Het 'auto brake' systeem richt zich op een geleidelijke vertraging en varieert hiervoor de remdruk om dit te bereiken. Deze mate van vertraging kan door de bemanning worden ingesteld. Een elektronisch systeem ('anti-skid' systeem) voorkomt dat de wielen blokkeren tijdens het remmen waardoor de best mogelijke remprestatie wordt geleverd.

De 'thrust reversers' (stuwstraalomkeerders) die ervoor zorgen dat een deel van de lucht door de motor wordt omgebogen, vormen de derde voorziening. De 'thrust reversers' zijn het meest effectief bij hoge snelheid en/of bij een glad baanoppervlak. Bij lage snelheid of op een droge baan zijn de

wielremmen veel effectiever. Bij lagere snelheden wordt straalomkering niet aanbevolen omdat motorschade kan optreden door het opzuigen van voorwerpen of een 'stall' van de motor. Echter, in een noodsituatie mag maximaal 'reverse' worden gebruikt om tot stilstand te komen.

ONDERZOEK EN ANALYSE

Na het voorval zijn onderzoekers van de Onderzoeksraad ter plaatse gegaan. De bemanning is geïnterviewd en de vluchtreorders zijn meegenomen voor onderzoek.

Onderzoek en analyse opgeslagen informatie

De flight data recorder (FDR) en de cockpit voice recorder (CVR) zijn uitgelezen en geanalyseerd. De cockpit voice recorder registreert voor een duur van ongeveer 30 minuten de gesprekken en achtergrondgeluiden in de cockpit. Omdat na het voorval de elektrische spanning op het vliegtuig is blijven staan en de zekering van de cockpit voice recorder niet is getrokken, is deze blijven opnemen. Het gevolg was dat de geluidsopnamen van de nadering en de 'overrun' zijn overschreven en niet beschikbaar waren voor het onderzoek. Dit heeft het onderzoek en de reconstructie bemoeilijkt.

De data op de flight data recorder was van slechte kwaliteit. Het vliegtuig was verder uitgerust met een quick access recorder (QAR), die dezelfde data opnam als de flight data recorder. Deze data was van goede kwaliteit en is voor het onderzoek gebruikt.

Van Luchverkeersleiding Nederland (LVNL) is de radiocommunicatie tussen de bemanning en luchtverkeersleiding ontvangen. Er is een transcript gemaakt en dat is in de tijd gesynchroniseerd met de vluchtdata. Ook is de data van de grondradar van de luchthaven Schiphol gebruikt.

De vluchtdata laat zien dat het vliegtuig om 18.54:30 uur op een hoogte van 8000 voet vloog met een snelheid van 240 knopen en autopilot 1 actief. Tijdens de daling werd op 6600 voet flapstand 10 geselecteerd. Op een hoogte van 3000 voet werden de signalen van het instrumentlandings-systeem (ILS) ontvangen.

Op een radiohoogte van 2600 voet werd flapstand 15 geselecteerd en op 1200 voet stand 30. Op 1000 voet radiohoogte was het vliegtuig gestabiliseerd met het landingsgestel naar beneden en flapstand 30 geselecteerd. De ILS localizer en de glide slope waren onderschept met een minimale afwijking.

De baanverkeersleider in de verkeerstoren had contact opgenomen met de TC-TJF en gaf toestemming om te landen met de instructie: "Corendon 603, Runway 22 cleared to land, vacate at the end to the right and remain on this. The wind is 120 degrees at 8 knots". De bemanning beantwoordde de instructie om 19.02:34 uur op een radiohoogte van 520 voet met: "Cleared to land Runway 22, vacate at the end and stay on this frequency".

Om 19.02:41 uur werd op een hoogte van 300 voet en een weergegeven luchtsnelheid ("computed airspeed") van 147 knopen de MCP SPD⁶ mode van de autopilot uitgeschakeld en de autothrottle in de ARM modus gezet. Acht seconden later werd de autopilot uitgeschakeld. Er was geen glide slope afwijking op het moment dat de autopilot werd uitgeschakeld.

Om 19.03:00 uur was de neusstand van het vliegtuig ongeveer 1 graad. Op dat moment werd aan de stuurkolom getrokken waarmee een hoogteroeruitslag werd gegeven en de neusstand van het vliegtuig toenam. Een seconde later, op 53 voet radiohoogte, werd een maximum grondsnelheid van 154 knopen en een maximum luchtsnelheid van 153 knopen opgenomen op de quick access

⁶ Mode control panel speed, een snelheidsmodus waardoor het vliegtuig een snelheid vliegt die door de bemanning is geselecteerd. Deze modus wordt aangegeven als 'MCP SPD'.

recorder. Deze luchtsnelheid was 8 knopen boven de berekende naderingssnelheid van 145 knopen.

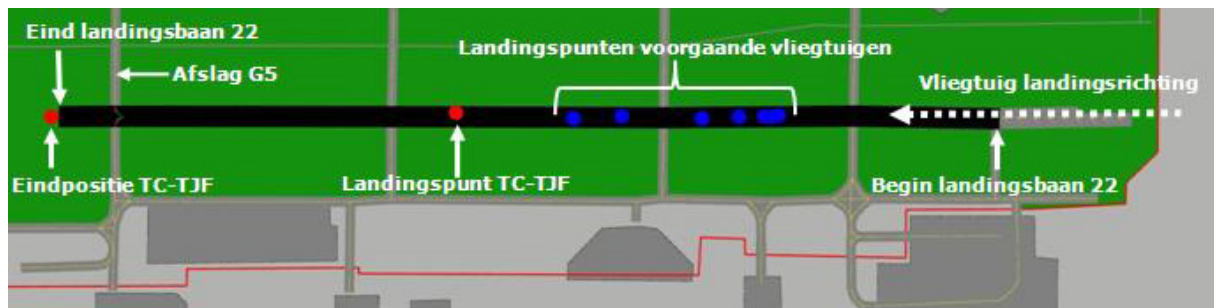
Om 19.03:02 uur werden de gashendels van de motor in de stationaire toestand gezet en nam de luchtsnelheid af. De neusstand van het vliegtuig bleef toenemen terwijl het vliegtuig daalde. Na zes seconden was de neusstand van het vliegtuig op een hoogte van 15 voet tot ongeveer 5 graden toegenomen. Op 11 voet radiohoogte was de neusstand van het vliegtuig 5.27 graden. Om 19.03:10 uur op 9 voet werden de 'MIN SPD' en 'RETARD' modus van de autothrottle geactiveerd.

Om 19.03:15 uur met een weergegeven luchtsnelheid van 136 knopen, werd de gronddetectie op de recorder opgenomen. Vier seconden later werden de 'thrust reversers' geactiveerd en 80% N1 (motortoerental) motorvermogen geselecteerd. Op hetzelfde moment werd een maximale remdruk van 3000 psi⁷ geregistreerd. De automatische 'speed brake' hendel ging slechts deels uit en bereikte een stand van 40 graden ('in-flight' stand). Er was een maximale longitudinale deceleratie van -0.4486g opgenomen.

Om 19.03:39 uur nam de neusstand van het vliegtuig af en werd -2.81 graden (neusstand omlaag) opgenomen. Drie seconden later werden geen acceleratiebewegingen meer opgenomen en stond het vliegtuig stil. Nadat de motoren werden afgezet, stopte de flight data recorder met opnemen.

Analyse van de landing

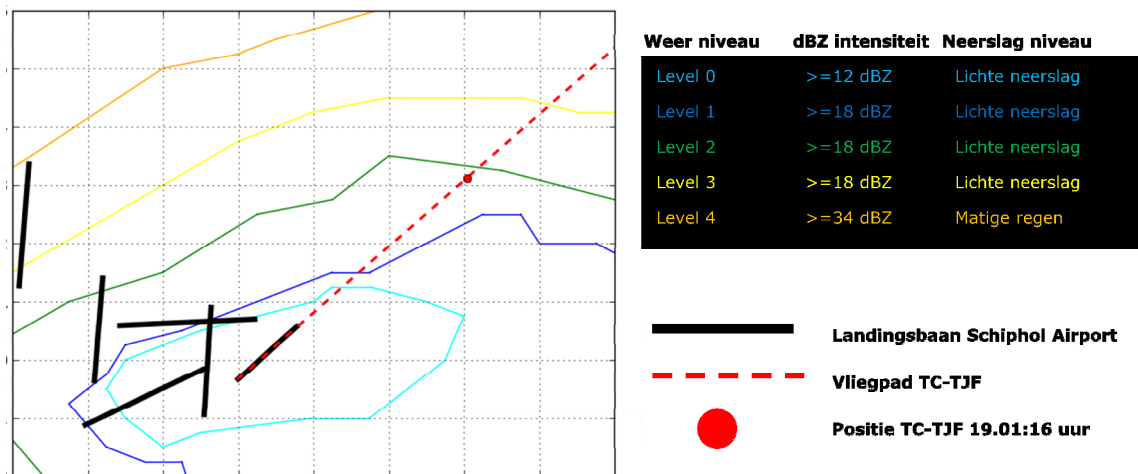
De bemanning is van mening dat de landingsklaring vrij laat werd gegeven. De landingsklaring werd op een hoogte van 600 voet gegeven, 45 seconden voor het landen op baan 22. Het is niet ongevoel, zoals in dit geval, dat een voorgaand vliegtuig relatief lang op baan 22 blijft omdat er geen 'hoge snelheidsafslagen' zijn. Ook is afslag G5 (figuur 2), aan het einde van de baan, de meest gunstige om de baan te verlaten omdat de taxiroute naar de luchthaventerminal het kortst is. Het gevolg is dat een late landingsklaring verwacht kan worden als er voorafgaand verkeer is. Omdat het vliegtuig op 1000 voet boven de grond gestabiliseerd was, kan de late landingklaring echter geen invloed hebben gehad op de positie van het vliegtuig en de afvangmanoeuvre om te landen.



Figuur 2: overzicht landingsbaan 22, luchthaven Schiphol, met de landingspunten (blauw) van voorgaande vliegtuigen en het landingspunt (rood) en de eindpositie (rood) van de TC-TJF

Analyse van de weerdata en de regenradar laat zien dat er laaghangende bewolking met neerslag aanwezig was op het moment van aanvliegen voor de landing. De weerradar laat zien dat het vliegtuig op een hoogte van 500 voet een buengebied kruiste met lichte neerslag (figuur 3). Berekeningen uitgevoerd door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) laten zien dat door de aanwezige neerslag en wolken er op 500 voet een zicht (in schuine richting) van 2 kilometer was. Dit, samen met de heersende lichtconditie, zorgde er voor dat het zicht van de bemanning werd beïnvloed.

⁷ Psi staat voor pound per square inch = 0.0689 bar.



Figuur 3: weerradar op 19.01:16 uur met het vliegpad van de TC-TJF en het banenstelsel op Amsterdam Schiphol Airport

Uit de vluchtdata blijkt dat op een hoogte van ongeveer 200 voet de autopilot werd uitgeschakeld en de autothrottle actief bleef. Volgens het handboek van de luchtvaartmaatschappij (Operations Manual, Part A) moeten bij de nadering, voor zover mogelijk, de flight director, autopilot en autothrottle worden gebruikt. Dat vermindert de werkdruk voor de bemanning en zorgt er voor dat de instrumenten en weercondities beter geobserveerd kunnen worden. Wanneer het gebruik van de autopilot en/of autothrottle contraproductief wordt, dienen deze uitgeschakeld te worden. Bij alle vluchtfases wordt aangeraden de autothrottle te gebruiken in het geval de autopilot ook actief is. Door het uitschakelen van de autopilot is de werkdruk van de piloot niet verminderd.

De vluchtdata laat zien dat op een hoogte van ongeveer 50 voet de neusstand van het vliegtuig licht toenam. Deze toename kan worden gezien als een afvangmanoeuvre (flare) welke normaal geproken op 20 voet boven de 'touchdown zone' van de landingsbaan plaatsvindt (figuur 4). Als gevolg van de afvangmanoeuvre nam de daalsnelheid af wat betekende dat het landingspunt van het vliegtuig verder op de baan kwam. Dit gaf de bemanning het gevoel dat het vliegtuig over de baan bleef zweven.

NB: figuur is niet op schaal



Figuur 4: schematische weergave van de afvangmanoeuvre (flare) op 20 voet (grijs) en de afvangmanoeuvre op 50 voet (geel) met het daarbij behorende landingspunt op de baan

De door het vliegtuig opgenomen windrichting en -snelheid waren 110 graden en 6 knopen op een hoogte van ongeveer 20 voet. Deze data laat zien dat er sprake was van een lichte rugwind. De meteorologische sensoren nabij de landingsbaan hebben een windrichting en -snelheid van 135 graden en 7 knopen geregistreerd. Hier was sprake van een lichte tegenwind. Beide waarden vallen binnen de zijwindlimieten van het vliegtuig.

Analyse van het landingspunt van het vliegtuig op de landingsbaan

Met behulp van de grondradar is het punt bepaald waar het vliegtuig op de landingsbaan is geland. Voorgaande vliegtuigen zijn ongeveer op een derde van de landingsbaan geland (figuur 2). Volgens de radar is de TC-TJF op ongeveer 860 meter voor het einde van de landingsbaan geland, dit is ongeveer halverwege de landingsbaan.

Na de landing werden beide 'thrust reversers' gebruikt en werd hoog motorvermogen geselecteerd. Verder registreerde de flight data recorder een maximale remdruk (3000 psi). Uit de quick access recorder blijkt verder dat de 'speed brake' hendel niet volledig is uitgegaan met als gevolg dat de landingsafstand toenam. Een reden voor het onvolledig uitgaan kon met de beschikbare informatie niet worden achterhaald.

De door de quick access recorder opgenomen longitudinale vertraging is geanalyseerd en de remcoëfficiënt is berekend. Deze berekening laat zien dat de grondconditie, ofwel de frictiecoëfficiënt, als 'GOOD'⁸ kon worden geclassificeerd. De analyse laat verder zien dat het vliegtuig in een frictiegelimiteerde situatie terecht kwam. Dat betekent dat de vertraging van het vliegtuig werd gelimiteerd door de aanwezige grondfrictiecoëfficiënt. Hierdoor was meer baanlengte nodig dan de beschikbare lengte die er was.

CONCLUSIE

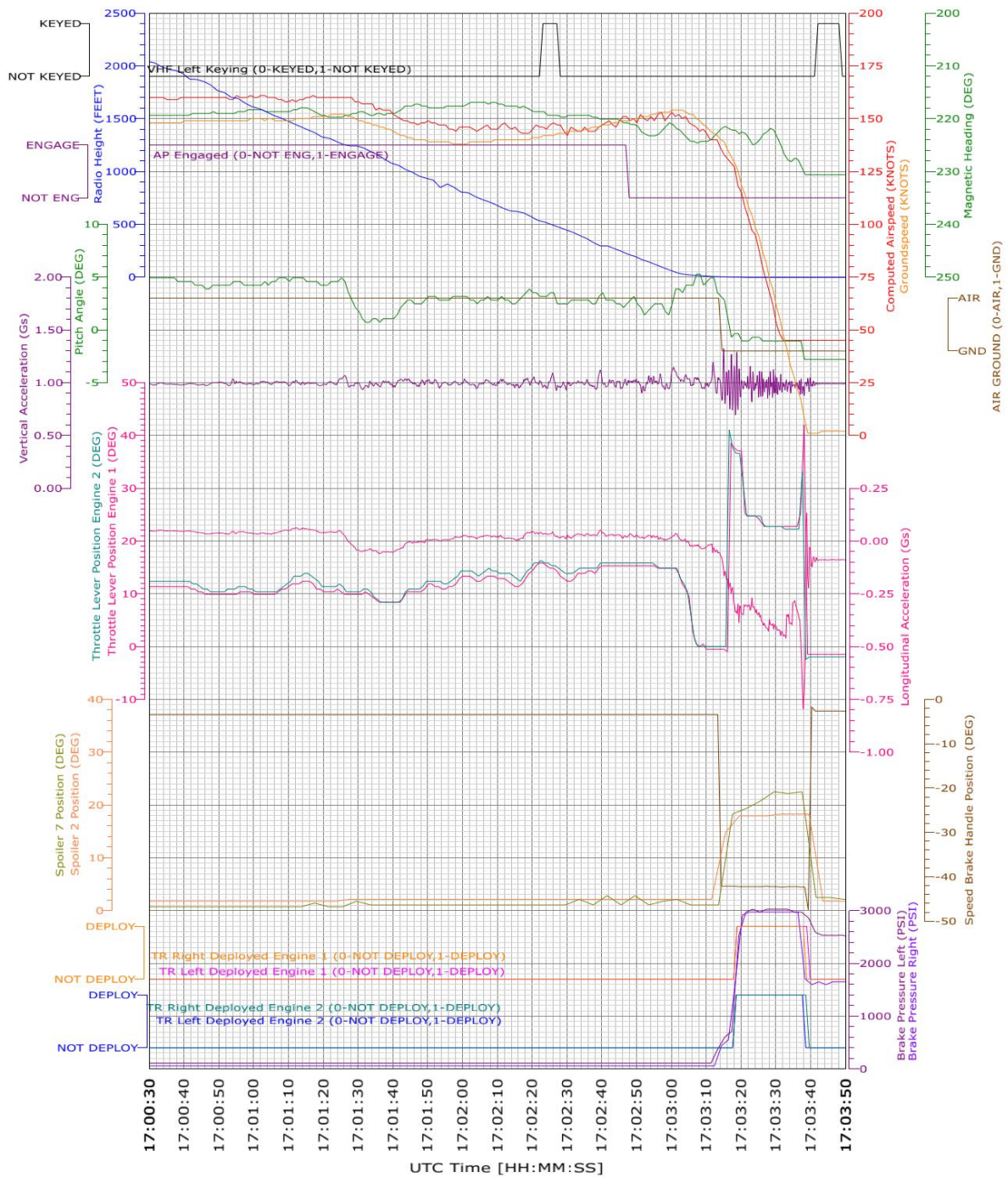
Het onderzoek kan worden samengevat met de volgende punten:

- Als gevolg van een vroege afvangmanoeuvre landde het vliegtuig halverwege de landingsbaan.
- Het deels uitgaan van de 'speed brakes' reduceerde het remvermogen.
- De nog beschikbare lengte van de landingsbaan in relatie tot de remcapaciteit was onvoldoende om voor het einde van de baan tot stilstand te komen.
- De zicht- en regencondities hebben de perceptie van de bemanning van de baan tijdens de nadering waarschijnlijk beïnvloed.

Dit rapport is in de Nederlandse en Engelse taal gepubliceerd. Bij verschil in interpretatie dient de Nederlandse tekst als bindend te worden beschouwd.

⁸ 'GOOD' betekent dat het frictiecoëfficiënt tussen de 0.2 en 0.4 μ ligt wat wijst op een natte baan (Wet Runway) [BOEING].

BIJLAGE A: QUICK ACCESS RECORDER DATA



Figuur 5: grafiek van 21 relevante parameters van de quick access recorder

BIJLAGE B: ONTVANGEN COMMENTAAR

Een inzageversie van het rapport is, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid, aan de betrokken partijen of personen voorgelegd. Deze partijen of personen is gevraagd het rapport te controleren op fouten en onjuistheden. De inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partijen of personen:

- Gezagvoerder
- Eerste officier
- De Turkse Inspectie voor de Luchtvaart (Turkish Directorate General of Civil Aviation)
- De luchtvaartmaatschappij Corendon Airlines
- De Amerikaanse Onderzoeksraad (National Transportation Safety Board)
- De vliegtuigfabrikant Boeing

Allen hebben gebruik gemaakt van de gelegenheid te reageren.

Het commentaar heeft in sommige gevallen wel, en in andere gevallen niet geleid tot aanpassing van het rapport. De reacties die niet hebben geleid tot aanpassing van het rapport staan hieronder vermeld, waarbij tevens is opgenomen waarom de reactie niet is verwerkt.

Luchtvaartmaatschappij Corendon Airlines

Opmerking:

In investigation and analysis part, Analysis of the flown approach to runway 22 section. The DSB has noted that recorded wind speeds both on board and meteorological sensors showed crosswind around 7 knots. But QAR data shown us, aircraft was having tailwind from 3000 feet to touchdown with subsiding trend. You can see wind component chart in the attachment. This light tailwind component might have been a contributing factor as well.

Reactie Raad:

De luchtvaartmaatschappij heeft een onderzoeksrapport opgesteld. De Onderzoeksraad heeft de resultaten van dit rapport vergeleken met de eigen analyse. Er werden verschillen geconstateerd met betrekking tot de analyse van de windcondities tijdens de nadering.

Bij de analyse van de quick access recorder data heeft de Onderzoeksraad gebruik gemaakt van conversiefactoren die door de vliegtuigfabrikant zijn voorgeschreven. Deze conversiefactoren zijn zeer nauwkeurig. De analyse van de beschikbare data (grond- en luchtsnelheid en windgegevens) laat zien dat de data consistent is. Analyse van de gegevens (windsensoren naast de baan) en prestatieberekeningen uitgevoerd door de fabrikant laten tevens dataconsistentie zien. Het verschil tussen de analyseresultaten van de luchtvaartmaatschappij en de Onderzoeksraad (in samenwerking met Boeing en de NTSB) is waarschijnlijk het gevolg van de door de luchtvaartmaatschappij gebruikte conversiefactoren die minder accuraat dan wel anders zijn, dan die gebruikt door de Onderzoeksraad.

De analyse door de Onderzoeksraad laat zien dat het vliegtuig tijdens de nadering tegen de wind in vloog. Nabij de baan waren de windcondities ten tijde van het voorval 135 graden met 7 knopen. Dit resulteerde in een lichte tegenwind.