

ANALYSE

van

ONGEVAL MARTINAIR DC-10-30F, MP495

FARO, 21 DEC. 1992

**Beperkte aanvullende analyse
en commentaar op het onderzoek**

Uitgevoerd op verzoek van

Qualimax B.V.

en

Mr. J.W. Koeleman

namens

Dhr. en Mw. Vroombout

17 december 2012

H. Horlings

AvioConsult

Onafhankelijke vliegtuigexpert en -consultant

Beperkte aanvullende analyse van Ongeval Martinair DC-10-30F, MP495

FARO, 21 DEC. 1992

Inclusief commentaar op het Rapport van Ongeval en de reactie van de Raad voor de Luchtvaart.

Copyright © 2012 - 2017, AvioConsult. Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze analyse mag worden gebruikt, verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AvioConsult (info@avioconsult.com).

AvioConsult is een onafhankelijke vliegtuigexpert en -consultant. Zie ook www.avioconsult.com. Auteur Ing. H. Horlings is Lt-Kol b.d. van de Kon. Luchtmacht, 'Graduate' van de USAF Test Pilot School te Edwards Air Force Base, CA, USA (1985) en een ervaren privévlieger.

De bij de Kamer van Koophandel gedeponeerde Algemene Voorwaarden waren van toepassing bij het uitvoeren van deze analyse.

Versie 1: 26 mei 2010, versie 2: 17 december 2012, versie 3: 2017

INHOUDSOPGAVE

Lijst met afkortingen	iv
Samenvatting	v
1. Inleiding	1
2. Commentaar op de toegepaste gegevens in het Rapport van Ongeval	1
2.2. Kloktijden	1
2.3. Meteo	4
2.4. Vliegveld en vliegtuig informatie	6
2.5. Vergelijking data in DFDR Factual Report NTSB en Rapport van Ongeval	7
3. Commentaar op de reconstructie van het ongeval in het Rapport van Ongeval	9
3.1. De nadering	9
3.2. Onderzoek windshear in Rapport van Ongeval	13
3.3. Landing Data Card	15
4. Aanvullende analyse van nadering en landing door AvioConsult	17
4.1. Inleiding	17
4.2. Naderingskoers	18
4.3. Naderingssnelheid	21
4.4. Glijpad	23
4.5. Actuele wind en conditie van de landingsbaan	23
4.6. Landing	25
4.7. Windshear of turbulentie	29
4.8. Procedures	32
5. Opmerkingen op het commentaar van de Raad voor de Luchtvaart	33
5.1. Inleiding	33
5.2. RVDL – Algemeen	33
5.3. RVDL – Vastgestelde feiten	36
5.4. RVDL – Oorzaken	37
5.5. RVDL – Bijdragende factoren	38
6. Conclusies over het RvO, de analyse van de RVDL en deze aanvullende analyse	39
7. Conclusies over het uitgevoerde onderzoek door CvO en RVDL	43
8. Hoofdconclusies over de oorzaken van het ongeval	43
9. Oorzaken van het ongeval	44
Index	63
Bijlage 1. Martinair DC-10 Landing Data Card MP495	45
Bijlage 2. Approach Chart Faro Runway 11 with radar data plot MP495	46
Bijlage 3. Pagina 1 uit RvO, Annex 15. Deel van DFDR Factual Report NTSB (Ref. 2)	47
Bijlage 4. Pagina 2 uit RvO, Annex 15. Deel van DFDR Factual Report NTSB (Ref. 2)	48
Bijlage 5. Gecombineerde DFDR grafiek t.b.v. analyse	49
Bijlage 6. Grafiek 6 uit RvO, Annex 9. Richtingsstuur, remmen, rolhoek	50
Bijlage 7. Grafiek 9 uit RvO, Annex 9. Hoogtestuur en langshelling (pitch), hoogte	51
Bijlage 8. Grafiek 14 uit RvO, Annex 9. Rolstuur en rolhoek, hoogte	52
Bijlage 9. Grafiek 18 uit RvO, Annex 9. Snelheid, langshelling, g, N ₁ , daalsnelheid, hoogte	53
Bijlage 10. Vastgestelde feiten en commentaar uit versies Rapport van Ongeval § 3.1	54
Bijlage 11. Oorzaken uit versies Rapport van Ongeval § 3.2	61
Bijlage 12. De aan het ongeval bijdragende factoren uit versies RvO § 3.2	62
Tabel 1. Vergelijking van gegevens in DFDR Factual Report NTSB en Rapport van Ongeval.	7
Tabel 2. Naderingssnelheden uit DC-10 voorschrift.	16

LIJST VAN REFERTES

- 1 – Rapport van Ongeval, DC-10-30F Martinair Holland NV, DGAC, No. 22/ACCID/GPI/92, 31-10-1994.
- 2 – DFDR Factual Report, NTSB, DCA 93-RA-011, February 12, 1993.
- 3 – Brief NTSB aan Portugese Commissie van Onderzoek, October 26, 1994.
- 4 – Martinair DC-10 Flight Crew Operating Manual, Volume II, Sep 1/91.
- 5 – Commentaar Raad voor de Luchtvaart op het Draft Final Report, versie RVDL 3, d.d. 6 sept. '94.
- 6 – NLR Contract Report CR 94238 C, opgenomen als Annex 4 in het RvO (Ref. 1).
- 7 – ICAO Doc 4444 ATM/50, Procedures for Air Navigation Services, Air Traffic Management, page A1-4.
- 8 – Nationaal Archief, toegangsnummer 2.16.107, diverse inventarisnummers.
- 9 – MD-11 accident report, 31 Jul 1997, PB2000-910402, NTSB/AAR-00/02, DCA97MA055 (Newark).

LIJST MET AFKORTINGEN**Afkorting Betekenis**

A/T of ATS	Autothrottle (Systeem) – automatische gashendelregelaar (motortoerenregeling)
ACT	Actual
ACN	Aircraft Classification Number
AIDS	Airborne Integrated Data System – gegevensregistratiesysteem in het vliegtuig
AINS	Area Inertial Navigation System – traagheidsnavigatiesysteem
ALT	Altitude – hoogte
ANA	Aeropostos e Navegação Aérea, E.P. – Exploitant vliegveld Faro
AOM	Airplane Operating Manual – Vliegtuig gebruiksaanwijzing
ATC	Air Traffic Control – verkeersleiding
ATIS	Automatic Terminal Information Service – Vliegveld info, verzonden via een VOR baken
CAP	Capture – een mode van de automatische piloot om een ingestelde hoogte te bereiken
Cb	Cumulonimbus – onweerswolk
CvO	Commissie van Onderzoek
CVR	Cockpit Voice Recorder – cockpitgeluiden recorder
CWS	Control Wheel Steering – besturing vliegtuig met het stuurwiel via de automatische piloot
DFDR	Digital Flight Data Recorder – zwarte doos
DGAC	Direcção-General da Aviação Civil – Portugese luchtvaartautoriteit
DME	Distance Measuring Equipment – afstandmeter, op Faro gecombineerd met VOR
F.O.	First Officer – copiloot
FWD	Forward – naar voren
FCOM	Martinair DC-10 Flight Crew Operating Manual – vliegtuighandboek voor bemanningen
FE	Flight Engineer – boordwerktuigkundige
ft	foot of feet – lengte maat (1 ft = 0,3048 m)
g	versnelling van de zwaartekracht (9,81 m/s ²)
HDG	Heading – magnetische kompascoers
HLD	Hold – mode van automatische piloot voor het aanhouden van bv. de hoogte (ALT)
ICAO	International Civil Aviation Organization – Internationale burgerluchtvaart organisatie
kt	knot(s) – knoop, eenheid van snelheid: nautische mijl per uur (1,852 km/h)
lb	pound(s), Engelse pond (0,454 kg)
LW	Landing weight – landingsgewicht
METAR	Meteorological Aerodrome Report – Weerbericht van het vliegveld
MP	Maatschappijcode van Martinair Holland NV
N1	Toerental van de compressor (voorin de straalmotor)
nm	Nautical Mile (1 nm = 1,852 km)
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium te Amsterdam
NTSB	National Transportation Safety Board – Amerikaanse Onderzoeksraad voor Veiligheid
PAPI	Precise Approach Path Indicator – naderings-glijpad indicator (zie voetnoot op pag. 3)
PCN	Pavement Classification Number
RA	Radio Altitude, Radar Altitude – hoogte boven de grond, gemeten met radiogolven
RVDL	Raad voor de Luchtvaart
RvO	Rapport van Ongeval (Ref. 1)
SEL	Select – een mode van de automatische piloot
SIO	Sistema Integrado de Observação Meteorológica – Portugees meteowaarnemingssysteem
TAF	Terminal Area Forecast – Weersvoorspelling rond een vliegveld
UTC	Universal Time Coordinated (voorheen Greenwich Mean Time)
VERT	Vertical – verticaal, bv. verticale snelheid
VOR	VHF Omni Directional Ranging – radionavigatiebaken

SAMENVATTING

1. **Inleiding.** Na het catastrofale ongeval met Martinair DC-10-30F op het vliegveld van Faro, Portugal, op 21 dec. 1992 werd onderzoek uitgevoerd door Portugese onderzoekers met medewerking van ondermeer Nederlandse en Amerikaanse onderzoekers. De Nederlandse onderzoekers verzorgden ondermeer de uitlezing van de Cockpit Voice Recorder (CVR), de Amerikaanse National Transportation Safety Board (NTSB) verzorgde de uitlezing en rapportage van de op de Digital Flight Data Recorder (DFDR – de zwarte doos) opgenomen vluchtgegevens.

2. Het concept van het Rapport van Ongeval (RvO, 21 juli 1993) werd ter becommentariëring aangeboden aan ondermeer de NTSB en aan de Nederlandse Raad voor de Luchtvaart (RVDL) die het RvO vertaalde of liet vertalen in de Engelse taal. Beide instanties leverden hun commentaar, waarna de eindversie van het RvO werd gemaakt en verspreid (6 sept. 1994).

3. Op verzoek van enkele slachtoffers is een nieuwe aanvullende analyse uitgevoerd naar de oorzaak van het ongeval, waarbij gebruik werd gemaakt van het RvO van de Portugese onderzoekers en van de in bijlagen daarvan opgenomen brieven van de NTSB over en met de in de DFDR geregistreerde vluchtgegevens, de transcripten van de CVR, een rapport van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR) en het commentaar van de RVDL.

4. **Conclusies van de Commissie van Onderzoek.** De belangrijkste conclusies uit het Rapport van Ongeval, kort samengevat waren als volgt. Een (✖) betekent dat niet wordt ingestemd met de conclusie.

- (1) Het vliegtuig kruiste in de naderingsfase een zone met turbulentie die geassocieerd werd met verschijnselen van microburst en downburst en die longitudinale instabiliteit van het vliegtuig veroorzaakte (✖);
- (2) De bemanning werd door de naderingsverkeersleiding tweemaal geïnformeerd dat de landingsbaan was ondergelopen (flooded), maar de term 'flooded' werd niet geassocieerd met slechte remcondities (poor), hoewel de betekenis ervan, naar een verklaring van de gezagvoerder, bekend was en in ICAO Doc 4444 (PANS-RAC) gedefinieerd. De bemanning heeft ondanks de beschikbare informatie over de instabiliteit en de tijdelijke verslechtering van het zicht in de laatste fase van de nadering en door de onjuiste interpretatie van de aan hen doorgegeven staat van de landingsbaan (flooded) niet besloten om de nadering af te breken;
- (3) Op 150 ft hoogte werd het vermogen verlaagd tot 'flight idle', waarschijnlijk door toedoen van de copiloot. Onder normale condities begint het Auto Throttle System (ATS) de verlaging op 50 ft. Een voortijdige vermindering van het vermogen, verergerde waarschijnlijk de daalsnelheid die waarden bereikte die de operationele grenzen van het vliegtuig overschreed (✖). Er was geen significante variatie van windsnelheid en windrichting in de laatste 20 seconden, volgens de waarden geregistreerd bij de meteoriedienst;
- (4) De breuk van het rechter landingsgestel was te wijten aan een combinatie van de hoge daalsnelheid met de correctie voor oplijning op het moment van het contact met de landingsbaan (✖).

5. **Conclusies van de RVDL.** De plotselinge variatie in windrichting en -snelheid tijdens de eindfase van de nadering zorgde voor een dwarswind component die de vliegtuiglimieten in het Airplane Operating Manual overschreed (✖). Door de vroegtijdige grote en aangehouden vermogensreductie en de staartwindcomponent in de laatste fase van de landing werd de daalsnelheid van het vliegtuig ongeveer 1000 ft/min (✖). De breuk van het rechter landingsgestel werd veroorzaakt door de combinatie van neerkomen op het rechter achterwiel, de krabhoek en de hoge daalsnelheid (✖).

6. **Conclusies van deze aanvullende analyse.** Ondanks dat belangrijke gegevens uit het RvO waren weggelaten of gewist kon, gebaseerd op zowel de door de NTSB in hun DFDR Factual Report in woorden, getallen en grafieken gepresenteerde gegevens van de laatste fase van de vlucht, als op de feitelijke gegevens uit het RvO, voorlopig objectief worden vastgesteld dat:

- (1) ten minste vier minuten voor de landing aan de bemanning werd medegedeeld dat de landingsbaan 'flooded' was (onder water stond), waarvoor de 'braking action poor' zou zijn. De gezagvoerder was bekend met de betekenis van de term 'flooded'. De onder die condities benodigde landingsbaanlengte zou, volgens de door de bemanning zelf berekende en opgestelde Landing Data Card, ca. 600 m (!) meer zijn dan de landingsbaan lang was. Als het vliegtuig goed zou zijn neergekomen dan zou het vliegtuig op de 'flooded' landingsbaan niet tijdig tot stilstand zijn gekomen;
- (2) de dwarswindlimiet voor de actuele conditie van de landingsbaan ('flooded') werd met 15 kt overschreden;
- (3) de nadering op een hoogte van 500 ft nog niet stabiel was voor wat betreft de naderingshoek, snelheid en motorvermogen, zoals was voorgeschreven in het Flight Crew Operating Manual (FCOM);
- (4) de afwijking in de hoek tussen het naderingspad dat het vliegtuig volgde en de voorgeschreven naderingsradiaal in het horizontale vlak te groot was. Er werd geen poging tot correctie gedaan terwijl daarvoor wel tijd was. Het vliegtuig vloog de landingsbaan in een te schuine lijn aan, te weinig opsturend tegen de dwarswind, en bereikte daardoor de landingsbaan niet;
- (5) de gashendels van de drie motoren te vroeg werden dichtgetrokken of dichtgehouden waardoor het motortoerental en de vliegsnelheid te vroeg en veel te veel terugliepen tijdens het laatste deel van de nadering en tevens de door de captain op het allerlaatste moment voor de landing alsnog geïnitieerde doorstart mislukte.

- (6) de standaard manoeuvre om de langsas van het vliegtuig op te lijnen met de richting van de landingsbaan, ter voorkoming van een traverserende landing, met de nodige aarzeling te hoog en te vroeg werd ingezet en de voor het in lijn houden met de landingsbaan benodigde rolhoek niet werd aangenomen en behouden, waardoor het vliegtuig niet met de landingsbaan opgelijnd is geweest en met een opstuurhoek landde;
 - (7) het vliegtuig voor de helft naast en voor een op de PAPI aanvliegende DC-10 te ver op de landingsbaan neerkwam met naar aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ook nog geremde wielen waardoor de krachten op het landingsgestel gigantisch toenamen en tot breuk daarvan leidden;
 - (8) er in de grafieken van de gegevens uit de DFDR en in de op de CVR opgenomen gesprekken geen enkele aanwijzing werd gevonden dat het vliegtuig tijdens de nadering een gebied met windshear passeerde. Bovendien bleek dat de daalsnelheid normaal was en dat er geen harde landing werd gemaakt, maar wel traverserend. De ondervonden turbulentie was volgens de definitie van de ICAO slechts licht;
 - (9) de bemanning niet handelde in overeenstemming met de voorschriften voor het vliegen bij of het herstellen uit ondervonden windshear, en dus noch windshear verwachtte, noch ondervond;
 - (10) er vanaf een hoogte van 500 ft meerdere, op voorschriften gebaseerde, redenen waren om een doorstart uit te voeren, wat werd nagelaten;
 - (11) de gashendels onjuist en niet in overeenstemming met de voorschriften werden bediend en de automatische piloot onbehoorlijk werd gebruikt;
 - (12) de bemanning de nadering voor de landing niet uitvoerde in overeenstemming met de voorgeschreven (Martinair) procedures, en ook niet in overeenstemming met de door de Portugese overheid voorgeschreven naderingsprocedure en -route;
 - (13) de berekening van de naderingssnelheid in het Martinair FCOM niet klopt indien de autothrottle wordt toegepast.
7. **Oorzaken volgens de Commissie van Onderzoek.** De waarschijnlijke oorzaken van het ongeval waren:
- (1) de hoge daalsnelheid tijdens de laatste fase van de gemaakte nadering en de landing op het rechter landingsgestel, waarop structurele limieten van het vliegtuig werden overschreden (✖);
 - (2) de dwarswind, die de limieten van het vliegtuig overschreed, die werd ondervonden in de laatste fase van de nadering en de landing.
 - (3) Door de combinatie van deze twee factoren werden de structurele limieten van het vliegtuig overschreden (✖).
 - (4) *De aan het ongeval bijdragende factoren:* De instabiliteit van de nadering, het voortijdig reduceren van de motoren en het aanhouden van deze conditie, waarschijnlijk te wijten aan het optreden van de bemanning, de onjuiste informatie van de wind door de naderingsverkeersleiding, de onjuiste beoordeling van de toestand van de landingsbaan, de te laat uitgevoerde doorstartpoging, en de verslechtering van vleugeldraagkracht veroorzaakt door de hevige regenval.
8. **Oorzaken volgens de RVDL.** Een plotselinge en onverwachte windvariatie in richting en snelheid (windshear) in het laatste stadium van de nadering (✖). Vervolgens ontwikkelde zich een hoge daalsnelheid en een extreme zijdelingse verplaatsing, die een harde landing veroorzaakten op het rechter hoofdlandingsgestel, wat in combinatie met een aanzienlijke krabhoek de structurele limieten van het vliegtuig overschreed (✖).
9. **Oorzaken volgens deze aanvullende analyse.** Het ongeval werd veroorzaakt doordat de bemanning:
- (1) de aan hen bekendgestelde actuele en in het vliegtuig afgelezen windgegevens en conditie van de landingsbaan negeerde en daarop niet reageerde door tijdig een voorgeschreven doorstart uit te voeren en uit te wijken naar een andere luchthaven. De dwarswindlimiet werd overschreden;
 - (2) gedurende het laatste deel van de nadering teveel afweek van het door de Portugese overheid voorgeschreven naderingspad (Approach Chart) en op de daartoe in het FCOM voorgeschreven hoogte nog steeds niet stabiel op het naderingspad vloog en desondanks de nadering doorzette en niet de voorgeschreven doorstart maakte;
 - (3) de gashendels van de motoren te vroeg geheel had dichtgetrokken of dichtgehouden, waardoor de op zeer lage hoogte alsnog geïnitieerde doorstart mislukte;
 - (4) ernstige, zelfs fatale bedieningsfouten maakte, zowel tijdens het laatste deel van de nadering als bij het landen, waardoor het vliegtuig deels naast en hoogstwaarschijnlijk met geremde wielen op de landingsbaan terecht kwam en er diensgevolge structurele limieten werden overschreden;
 - (5) onbekwaam omging met de automatische piloot, het autothrottle systeem en het landen bij dwarswind. ■

1. Inleiding

1.1. Op 21 december 1992 vertrok een DC-10-30F van Martinair Holland NV als chartervlucht MP495 om 04:52 Universal Time Coordinated (UTC), met 327 passagiers en 13 bemanningsleden aan boord, van Amsterdam met bestemming Faro in Portugal. Het vertrek was 40 minuten vertraagd voor het verhelpen van een storing in de straalomkeerder van de middelste motor. Twee uur en 41 minuten later verongelukte de DC-10 op het vliegveld van Faro. Van de 340 inzittenden vonden 56 de dood, 106 werden zwaar gewond en 178 licht of niet gewond.

Het onderzoek van het ongeval werd uitgevoerd door het Kantoor inzake Preventie en Veiligheid Luchtvaart van het Portugese 'Direcção-General da Aviação Civil' (DGAC - Directoraat-Generaal voor Burgerluchtvaart), die de Digital Flight Data Recorder (DFDR, de zwarte doos) van het vliegtuig liet uitlezen door de Amerikaanse National Transportation Safety Board (NTSB).

Het concept Rapport van Ongeval (RvO) werd op 21 juli 1994 aangeboden aan de Nederlandse Raad voor de Luchtvaart (RVDL) en op 10 augustus 1994 aan de NTSB met het verzoek om commentaar. Het rapport werd vertaald in het Engels. Een deel van de aanvullingen en het commentaar van zowel de RVDL (d.d. 6 september 1994) als van de NTSB (d.d. 26 oktober 1994) werden verwerkt in de eindversie van het Portugese RvO. Beide commentaren werden als Annex in het Portugese RvO (Ref. 1) opgenomen.

1.2. Deze beperkte aanvullende analyse van het ongeval is uitgevoerd op verzoek van Qualimax BV, Dr. Ir. C. Spaans, en letselschade advocaat Mr. J.W. Koeleman namens Dhr. en Mw. Vroombout. Een dossier met diverse documenten werd beschikbaar gesteld, waaronder het RvO (Ref. 1) en een niet-officiële vertaling in het Engels van een deel ervan, alsook bijlagen uit het RvO met transcripten van de Cockpit Voice Recorder (CVR) en een tweetal brieven van de NTSB (Ref.'s 2 en 3) met ondermeer grafieken van gegevens uit de DFDR, de 'zwarte doos' (Ref. 1).

1.3. AvioConsult is een onafhankelijk ingenieursbureau, tevens vliegtuigexpert en adviseert op vliegoperationeel gebied, zoals het beoordelen en beproeven van vliegtuigen, waaronder het gebruik ervan, en over vliegeigenschappen en boordsystemen. AvioConsult beoordeelt desgevraagd ook ongevallenonderzoek en vliegtuighand- en lesboeken voor bemanningen. Ing. H. Horlings, Luitenant-kolonel b.d. van de Koninklijke Luchtmacht en oprichter van AvioConsult, is opgeleid tot vliegproefingenieur aan de USAF Test Pilot School voor de bevoegdheid tot het voorbereiden, uitvoeren en beoordelen van experimentele vliegproeven met alle typen vleugelvliegtuigen en beschikt over meer dan 15 jaar ervaring in dat vakgebied bij de Kon. Luchtmacht, waarvan de laatste 5 jaar als Hoofd van de Afdeling Operationele Research en Evaluatie (vliegproeven).

1.4. In deze aanvullende analyse, die zich beperkt tot de ter beschikking gestelde gegevens, wordt het RvO kritisch beschouwd, worden relevante gegevens uit het RvO vergeleken met de door de NTSB geleverde gegevens, worden de door de bemanning toegepaste landingsbaan- en windgegevens en de uitgevoerde nadering voor de landing op het vliegveld van Faro geanalyseerd en wordt ook het commentaar van de RVDL (Ref. 5) kritisch beschouwd. Tenslotte wordt op basis de beschikbaar gestelde gegevens een aanvullende analyse en een van het RvO afwijkende oorzaken van het ongeval gegeven.

2. Commentaar op de toegepaste gegevens in het Rapport van Ongeval

2.1. De als niet-officieel gemerkte Engelse vertaling van het Rapport van Ongeval van de Portugese DGAC, gedateerd november 1994, werd voor deze analyse gebruikt. Een aantal paragrafen werd geverifieerd, gebruikmakend van het originele RvO in de Portugese taal dat via het Internet kon worden gedownload van de website van de Portugese DGAC.

2.2. Kloktijden

2.2.1. In het RvO (Ref. 1) komen maar liefst vijf tijdschalen/ klokken voor. In de tabel van Annex 5 van het RvO staan drie kolommen met tijdstippen in de volgende kloktijden: Radar, standaard (Padrão) en CVR. Boven de drie kolommen staat UTC, terwijl er verschillen zijn tussen de tijden die in de drie kolommen bij dezelfde gebeurtenis staan, zie Figuur 1 hieronder. In Annex 9, bij de x-as van de grafieken (zie o.m. Bijlage 6), staan de – uit de in de DFDR opgenomen 'elapsed time' (verstreken tijd) berekende – Radartijden en ten slotte werd ook nog een klok van de

Registo			
Hora UTC			
D	RADAR	Padrão	CVR
06:48:04	06:48:35	06:46:15	
	06:48:36	06:46:17	

Fig. 1. Drie 'UTC' tijden in RvO Annex 5.

meteorologische dienst (SIO, Sistema Integrado de Observação Meteorológica) genoemd. Volgens § 1 van het RvO refereren de tijden genoemd in het RvO naar de 'ATC Communications' klok, die elders weer 'ATC system' klok wordt genoemd. Deze blijkt overeen te komen met de standaard (Padrão) klok (de werkelijke UTC). In RvO § 1.11.3 en 1.11.4 staat de correlatie tussen de klokken en kloktijden beschreven. Deze tekst roept echter vragen op, m.n. over de toegepaste 'adjustments' en over welke kloktijd de 'adjusted time' nu eigenlijk is. Er worden veel verschillende benamingen gebruikt waardoor verwarring kan ontstaan.

Een aantal toegepaste klokken wordt hieronder nader besproken.

2.2.2. *CVR-tijd.* In het transcript van de CVR in Annex 6 van het RvO staan bij de in de cockpit opgenomen gesproken woorden en geluiden UTC tijden genoemd. Dit kunnen echter geen oorspronkelijke UTC tijden zijn, want een CVR registreert geen tijd. De opnameduur van een CVR is beperkt tot een maximum periode die afhankelijk is van het toegepaste opslagmedium (bij MP495: ca. 40 min.); de oudste opnamen op het eindloze bandje worden overschreven. Bij aanvang van een vlucht wordt de UTC niet in de CVR ingesteld. De in het RvO gegeven tijdstippen bij de op de CVR opgenomen geluiden zijn dus de door de Commissie van Onderzoek (CvO) berekende tijden waarvoor doorgaans onbetwistbare synchronisatiemomenten worden gebruikt, zoals geluiden van schakelaars in de cockpit die tevens op de DFDR staan of tijdstippen van gesprekken met de verkeersleiding, waarna de opnamesnelheid van de CVR kan worden berekend en interpolatie wordt toegepast om het juiste tijdstip van overige opgenomen geluiden te kunnen herleiden, zie ook RvO § 1.11.1.

De CVR transcripten in Annex 6 zijn, inclusief de onterecht UTC genoemde tijden, overgenomen in de tabel van Annex 5. In Annex 5 staan de tijden van de CVR uit Annex 6 echter niet als UTC tijden, maar in een aparte kolom als CVR tijden. De synchronisatie van CVR opnames met de UTC is aan die kolom met CVR tijden goed te zien. Het verschil tussen de UTC en CVR kloktijden is op de eerste regel van de tabel in Annex 5 (zie figuur in de vorige paragraaf) twee minuten 20 sec. en neemt af tot 31 sec. aan het eind van de opname (zie Figuur 2 hieronder). Volgens de tabel in Annex 5 van het RvO liep de CVR tijd in bijna drie kwartier dus liefst 108 sec. sneller op dan de UTC tijd. Dit is wel een heel groot verschil.

Registo das Comunicações ATS e CVR					
Hora UTC				Factos	
D	RADAR	Padrão	CVR	Origem	Relato ATS - CVR
200	07:32:49	07:33:20	07:32:49	C1-2-3-4	TOUCHDOWN
		07:33:21	07:32:50		4 = 31 sec. eerder

Fig. 2. Drie 'UTC' tijden bij de landing (touchdown), RvO Annex 5 pag. 117.

2.2.3. Onduidelijk is ook waarom in de uitgebreide tabel in Annex 5 tijden zijn vermeld in de CVR kolom van de periode dat de opnamen in de CVR al waren overschreven (van 06:48:35 tot 06:54:55 UTC). Hieruit zou ook kunnen worden geconcludeerd dat een lineaire vergelijking werd toegepast om de CVR tijden te converteren naar UTC die werd berekend met slechts twee synchronisatiemomenten en niet met meerdere onbetwistbare momenten van bv. gesprekken met de verkeersleiding gedurende de laatste 40 min. van de vlucht. Aangezien een cassettebandje altijd wel wat rekt bij opname en weergave, zou het dus kunnen dat een opname op de CVR niet precies op het in RvO Annex 5 weergegeven UTC moment was, maar (vele) seconden eerder of later. Het geconstateerde verschil tussen de klokken heeft consequenties voor de betrouwbaarheid van de analyse van belangrijke op de CVR opgenomen gebeurtenissen op bepaalde momenten tijdens de laatste 40 minuten van de vlucht.

2.2.4. *Radartijd.* Het verschil tussen Radartijd en UTC was tussen 29 en 31 sec. (afronding?). Uit het RvO wordt niet duidelijk of de Radartijd werd gecorrigeerd naar de werkelijke UTC ten behoeve van de analyse of dat dit wellicht de enige correct lopende klok was. In RvO Annex 9, waaruit een viertal grafieken als figuur in deze analyse zijn opgenomen (vanaf Bijlage 6), wordt de

Radartijd echter UTC genoemd op de x-as van de grafieken. De landing vond volgens deze grafieken plaats om 07:32:50 UTC, terwijl in het RvO een landingstijdstip van 07:33:20 UTC staat. Geconstateerd kan worden dat de UTC onjuist werd gebruikt.

2.2.5. *Meteotijd.* De SIO (meteo) klok zou een afwijking van 1½ minuut hebben gehad ten opzichte van UTC (RvO § 1.7.4.3.1, pag. 111). In het RvO wordt steeds gesproken over "een afwijking", maar niet of deze afwijking een voor- of achterlopende klok betrof. Pas in RvO § 3.1 op pagina 127 staat in de opsomming van vastgestelde feiten dat de meteoklok 1½ minuut achterliep op de ATC klok. Het is niet duidelijk gemaakt of de hierdoor noodzakelijke correctie steeds correct werd uitgevoerd; ook is onduidelijk waarom hier gerefereerd wordt naar de ATC klok en niet naar UTC.

2.2.6. *Elapsed time.* De DFDR heeft een interne klok die continue doorloopt; de verstreken tijd. Deze tijd moet ten behoeve van het gebruik van de op de DFDR opgenomen data worden geconverteerd naar UTC. De conversie van de 'elapsed time' van de DFDR klok naar de standaard UTC verliep ook niet steeds vlekkeloos, zoals hieronder duidelijk zal worden.

2.2.7. *Klokverschillen en onnauwkeurigheden in tijd.* Enkele voorbeelden ter illustratie. In RvO § 1.1, History of flight, staat bij UTC tijdstip 06:57:50 dat de gezagvoerder aan de copiloot aanbeveelt de landing met een 'positive touchdown' te maken. Deze zin staat ook in het CVR transcript in Annex 6, maar bij UTC tijdstip 06:55:54, een verschil van 1 min. 56 sec. In RvO Annex 5 op pag. 23 staat deze tijd weer als CVR-tijd genoemd in kolom CVR. In dezelfde rij staat onder UTC tijd (Padrão): 06:57:50 en onder Radartijd: 06:57:19. Ontoelaatbare verschillen. Op de laatste pagina (118) van RvO Annex 5 staat dat de touchdown (de eerste aanraking met de grond) op Radartijd 07:32:49 was. In dezelfde rij staat UTC 07:33:20 en CVR 07:32:49. De Meteotijd ontbreekt in deze bijlage. Bij de x-as van alle 18 grafieken van Annex 9 staat 'UTC' die echter 'Radartijd' blijkt te zijn en niet de in § 1 van het RvO aangekondigde 'ATC communication' tijd. Het verschil tussen Radartijd en UTC was liefst 30 sec.

2.2.8. Tussen 07:26:50 en 07:39:18 was volgens het RvO § 1.11.2 de 'Command Altitude Hold' van de autopilot geselecteerd. De DFDR gaf hiervoor omgerekend 07:27:25 resp. 07:30:13, liefst 9 minuten verschil met de eindwaarde in het RvO (07:39:18). Het ongeval was om 07:33:20. Een tyfefout?

2.2.9. In het RvO § 1.1 staat dat de copiloot, die verder vlieger wordt genoemd ('pilot flying'), om 07:32:34 "PAPI¹ hè" zegt. Maar in RvO/ Annex 5 op pag. 116 staat dat deze opmerking werd gemaakt om 07:32:45 'standaard' UTC, volgens deze Annex overeenkomend met CVR tijd 07:32:15 en met Radartijd 07:32:14. Een onverklaarbaar groot verschil.

2.2.10. De gezagvoerder zou 30 sec. voor de landing, om 07:32:50 (= 07:32:19 op de grafieken in RvO/Annex 9) hebben gewaarschuwd dat de snelheid wat laag was. Volgens de grafiek nam de snelheid op dat moment weliswaar af, maar was nog 147 kt, hoger dan nodig was. Pas 4 sec. later was de snelheid 138 kt, slechts één knoop lager dan de ingestelde naderingssnelheid. Ook hierdoor wordt getwijfeld aan de juistheid van de verstrekte tijden en daarmee aan de synchronisatie van de diverse klokken.

2.2.11. Op 07:33:10 (= 07:32:39 Radar-/ Grafiektijd) waarschuwde de gezagvoerder dat de wind 190°/20 kt was. Ook stelt het RvO in § 1.1 dat op dat moment de autopilot van 'Control Wheel Steering' (CWS) naar 'manual' (=autopilot off) ging. In de grafieken van RvO Annex 9, zie bv. Bijlage 6, staat echter dat de CWS om 07:32:44 'off' ging. Een onverklaarbaar groot verschil van 5 seconden.

2.2.12. **Subconclusie kloktijden in het RvO.** Drie van de in het RvO gebruikte tijden, waartussen verschillen bestonden, werden UTC genoemd; er bestaat echter maar één UTC, een kloktijd die vroeger Greenwich Mean Time werd genoemd. Geconcludeerd moet worden dat de CvO blijkbaar niet begreep wat UTC precies is.

2.2.13. De CVR-tijden in het RvO vertoonden een onverklaarbaar toenemende afwijking met de UTC klok. De toegepaste synchronisatiemomenten werden niet vermeld en kunnen dus niet worden geverifieerd. Geconstateerd werd dat of de UTC in het RvO, of de CVR tijden in Annexen 5

¹ PAPI is een 'Precision Approach Path Indicator', een samenstel van 4 lampen, geplaatst aan weerszijden van de landingsbaan, waaraan naderende vliegers kunnen zien of het juiste glijpad wordt gevolgd (evenveel witte als rode lampen: ●●○○), of dat met een te grote hoek (meer witte dan rode lampen: ●○○○) of een te kleine hoek (meer rode dan witte lampen: ●●●○) wordt genaderd.

en 6 van het RvO in enkele gevallen niet correct waren en dat de aan de hand van de CVR en/of UTC kloktijden uitgevoerde analyse niet nauwkeurig genoeg was. Het werd ook niet duidelijk of de bij de feiten en in de analyse in het RvO genoemde Radar- en Meteotijden op de juiste wijze werden gecorrigeerd naar UTC, ten onrechte communicatie-UTC genoemd, ten behoeve van een nauwkeurige en correcte analyse. De afwijking tussen de klokken was in enkele gevallen te groot. Geconcludeerd kan worden dat de in het RvO toegepaste tijden niet betrouwbaar zijn voor een grondige analyse van het ongeval; met de afwijkingen moet terdege rekening worden gehouden. Deze conclusie wordt ook ondersteund door de in Bijlage 2 geplotte en op de CVR opgenomen hoogte- en afstandmeldingen van de gezagvoerder, die niet overeen blijken te komen met de hoogtes die door de CvO in het RvO zijn gebruikt. Het toepassen van ten minste vijf verschillende klokken in één RvO is bijzonder verwarrend en werkt fouten bij de analyse in de hand.

2.3. Meteo

2.3.1. Voor vertrek zou de beschikbare meteo-informatie van Faro door de bemanning zijn ontvangen aan de meteo-balie op Schiphol (RvO § 1.1). De gezagvoerder en de copiloot (deze staat wel in het Portugese rapport genoemd, maar niet in de Engelse vertaling) zouden satellietfoto's hebben bestudeerd waarop een gebied van lage druk te zien was nabij de zuidkust van Portugal. In de weersvoorspelling stonden ook geïsoleerde (losse) onweers- en regenbuien genoemd. Echter, een meteo medewerker verklaarde later (RvO § 1.7.2.1) dat noch de gezagvoerder, noch copiloot van vlucht MP495 aan de balie is geweest. Wel zouden twee bemanningsleden van Martinair zijn gezien, maar dat zou dus ook de bemanning van Martinair vlucht MP461, een Boeing 767, die 10 minuten voor MP495 op Faro arriveerde, kunnen zijn geweest. Hierover geeft het RvO geen uitsluit. Dit zou kunnen betekenen dat de bemanning van MP495 heeft volstaan met de ontvangen flight folder en met de tijdens de vlucht ontvangen weersinformatie van Flight Information Centers en niet goed was voorbereid.

2.3.2. In het RvO § 1.7.2.2 zouden de feiten moeten staan over het op het moment van ongeval heersende weer. Beschreven wordt het weer in een periode die zich uitstrekt tot 12:00 UTC, 4½ uur na het ongeval. Ondermeer de windsterkte wordt genoemd, maar de gegeven windrichting op het moment van het ongeval (180°) wijkt af van de elders in het RvO gegeven richting (160°). Ook de gegeven windsnelheid (35 – 40 kt) klopt niet met de waarden die in het SIO werden geregistreerd (24, max. 35 kt).

2.3.3. In RvO § 1.7.2.4 pag. 39 staat dat de windgegevens elke 10 min worden geprint door het SIO. Vervolgens wordt de wind van 07:40 meteo-tijd gegeven (= 07:41:30 UTC): 170°/24 kt max. 220°/35 kt. Deze wind was van 8 min. en 10 sec. na het ongeval. De wind van 07:30 (07:31:30 UTC), 1 min. 50 sec. voor het ongeval, werd niet vermeld bij de door de commissie opgesomde feiten. Wel wordt gesteld dat de windsnelheid hoger zou kunnen zijn geweest dan 20 – 25 kt tijdens passage van een Cumulonimbus (Cb – een onweerswolk). Volgens de weerberichten bedekte de Cb 1/8 deel van de hemel en bevond zich op een hoogte van 2.500 ft. Om 07:30 UTC naderde blijkbaar een zware regenbui waaruit volgens het Portugese RvO hevige regen viel. In het Portugese RvO staat "violent down pour" (hevige neerslag), in de Engelse vertaling van de RVDL staat dat 'a violent storm arose'; dit is wel wat overdreven. Het zal slecht weer zijn geweest, maar in het RvO wordt er alles aan gedaan om de indruk te wekken dat het heel erg is geweest. Als dat inderdaad zo was, dan hebben de vliegers een kardinale fout gemaakt door de nadering door te zetten. Verderop in deze analyse zal uit gegevens van de DFDR blijken dat het vliegtuig geen grote versnellingen onderging en dus niet werd blootgesteld aan een 'violent storm'. Op de CVR werden evenmin opmerkingen geregistreerd over heel slecht weer tijdens de nadering.

2.3.4. In RvO § 1.7.2.4 staat ook dat een 'gedetailleerde' analyse opleverde dat de wind begon te draaien en in sterkte toenam. In § 1.7.4.4 staat een tabel met aan vliegtuigen doorgegeven windinformatie, maar de genoemde getallen komen niet overeen met de in hetzelfde hoofdstuk opgenomen tabel met gemiddelde en maximale wind zoals die elke halve minuut werden geregistreerd door het SIO. De herkomst van deze 'feiten' uit de 'gedetailleerde' analyse is daarom onduidelijk. Het hoofdstuk zou alleen feitelijke informatie moeten verstrekken, maar de schrijvers van het RvO hebben zich waarschijnlijk laten verleiden hieraan ook analyses en eigen interpretaties toe te voegen.

2.3.5. In RvO § 1.7.4.5 staat dat het meteosysteem tussen 07:34:00 en 07:35:30 UTC een windshear waarschuwing genereerde en dat die niet naar het vliegtuig werd gezonden. Dat had ook

niet meer zoveel zin, want het vliegtuig was al gecrasht (om 07:33:20 of 07:32:50, afhankelijk van welke "UTC tijd" wordt gehanteerd...).

2.3.6. In RvO § 1.7.4.6 staat een tabel met de elke 30 sec. geregistreeerde maximum windsnelheden tussen bepaalde tijdstippen. Boven de tabel staat dat in de tabel de waarden zijn opgenomen van de wind tussen 07:33:00 en 08:10:00 UTC, maar in de eerste regel van de tabel staat dat de geregistreeerde maximale wind in de periode van 07:32:30 UTC tot 07:43:00 UTC 35 kt was. Deze tijden kloppen niet; Meteotijd en UTC zijn waarschijnlijk door elkaar gebruikt. Geconstateerd kan worden dat de correctie naar (of van) UTC onzorgvuldig is gedaan, waardoor wordt getwijfeld aan de juistheid van de getabelleerde wind bij de gegeven tijden. Ook staat op regel 5 van de tabel van baan 11 dat de wind op een later tijdstip 'between 27 and 22 kt' was; als het een tabel met maximale winden zou zijn, dan had hier dus 27 kt moeten staan en niet 'between'. Een slordig samengestelde tabel die ongeschikt is voor een gedegen ongevalsanalyse. De vraag blijft ook of de 1½ minuut grote meteoklok-afwijking op de juiste wijze werd gebruikt om de Meteotijd te corrigeren naar UTC (§ 2.2.5).

2.3.7. In de eindversie van het RvO voegde de CvO het vastgestelde feit toe dat er in de laatste 20 seconden van de vlucht geen significante verandering van snelheid en windrichting was volgens de in het SIO opgenomen waarden (Zie de opsomming van de vastgestelde feiten in Bijlage 10, § 27).

2.3.8. *Bij de bemanning bekende meteo-info voor vertrek.* Om 06:54:56, ruim 38 minuten voor de landing, werd op de CVR opgenomen dat de copiloot tijdens het oplezen van de vliegveldgegevens noemde dat de landingsbaan nat zou zijn ('wet runway'). Om 07:09:58 UTC, een half uur voor de landing, werd de bemanning door de verkeersleiding op de hoogte gebracht van de op Faro heersende weersomstandigheden, waaronder onweer, 3/8 bewolking op 500 ft, 7/8 op 2300 ft en 1/8 Cb (cumulonimbus – hoge onweerswolk) op 2500 ft en een wind van 150°/ 18 kt. Om 07:30:47 UTC, twee en een halve minuut voor de landing, noemde de gezagvoerder van MP495 een wind van rechts, 30 kt en een drift van 12° zodat de aanvliegkoers 123° (= 111° van de landingsbaan incl. 5° offset van de VOR + 12° drift) zou moeten zijn. De herkomst hiervan is niet genoemd, maar is vermoedelijk afgelezen van het traagheidsnavigatiesysteem van het vliegtuig (AINS), een standaard procedure tijdens de nadering om vroegtijdig eventuele windshear te herkennen (zie ook § 4.5.2); het was een plaatselijke wind op dat moment, maar wel hoger dan de landingslimieten. Uit die plaatselijke windsterkte van 30 kt, een drift van 12°, een grondkoers van 111° en een luchtsnelheid van 139 kt volgt een windrichting van 185°.

De bemanning is blijkbaar uitgegaan van slechts een 'wet runway', ondanks dat al twee minuten eerder, om 07:28:56 UTC, volgens de CVR door de verkeersleiding aan MP495 was gemeld: 'runway surface conditions are flooded'. Er stond dus water op de landingsbaan. De volgens het RvO (§ 2.2.3) toegestane max. dwarswindcomponent voor 'braking action medium' (een 'wet runway') was 15 kt en voor 'braking action poor' (een 'flooded runway') slechts 5 kt. De laatste windinformatie, die tegelijk met de toestemming tot landen werd verstrekt, was 150°/ 15 max. 20 kt (om 07:32:15 UTC). De dwarswindcomponent daarvan was $15 \cdot \sin(150^\circ - 106^\circ) = 10,4$ kt max. 13,9 kt, dus nog binnen de limieten voor een 'wet' landingsbaan, maar beslist niet voor een 'flooded' landingsbaan. De 10 sec. voor de landing door de gezagvoerder van de AINS afgelezen wind was 190°/ 20 kt, waarvan de dwarswindcomponent $20 \cdot \sin(190^\circ - 106^\circ) = 19,9$ kt dus veel hoger was dan de limiet (15 kt) voor een 'wet runway' en heel veel hoger dan de 5 kt limiet voor een 'flooded' landingsbaan. Hoewel de door de verkeersleiding gegeven wind altijd wordt gebruikt en niet de van het AINS afgelezen wind, had de aan boord afgelezen hogere windrichting en -snelheid op z'n minst een belletje moeten laten rinkelen. Het verschil was te groot.

2.3.9. **Subconclusies Meteo in het RvO.** De in Hoofdstuk 1 (Factual information) van het RvO weergegeven weer- en windgegevens zijn niet alleen maar feitelijke gegevens; het is daardoor lastig, zo niet onmogelijk, om te reconstrueren wat er meteorologisch precies gebeurde kort voor het ongeval. De ene keer wordt een gemiddelde wind gegeven, maar op momenten dat het (voor de schuldvraag) beter uitkomt wordt een piek-wind gegeven waarvan het dan weer onduidelijk is of het momentele waarden betreft of gemiddelden gedurende een bepaalde verstreken tijd en wat de herkomst ervan is. De meteoklok liep 1,5 minuut achter bij UTC. Het is onduidelijk of tijd-correcties werden toegepast. De meeste weergegeven meteo-informatie betreft overigens de periode van na het ongeval.

2.3.10. Geconcludeerd kan worden dat de in het RvO gerapporteerde meteorologische 'feiten', waarvan de herkomst soms dus onverklaarbaar is, in onvoldoende mate kunnen bijdragen aan een

juiste beeldvorming van de weersomstandigheden kort voor en tijdens het ongeval. Het Hoofdstuk Meteorologische informatie in het RvO (§ 1.7) is een chaotisch bijeengebrachte verzameling van opmerkingen die waarschijnlijk door meerdere onderzoekers zijn gemaakt.

2.3.11. Hoewel de door de verkeersleiding aan het vliegtuig medegedeelde wind binnen de limiet viel voor de door de bemanning veronderstelde conditie van de landingsbaan ('wet runway'), was de door de gezagvoerder, in overeenstemming met de voorschriften, van zijn AINS afgelezen wind ver boven die limiet, wat niet tot de enige juiste actie, t.w. een doorstart, leidde. Ondanks dat de verkeersleiding tweemaal aan MP495 had medegedeeld dat de landingsbaan 'flooded' was, een term waarmee de gezagvoerder bekend was, leidde dit niet tot de in dat geval noodzakelijke doorstart. De windsterkte was groter dan toegestaan voor het landen op Faro onder de gegeven baancondities. De landingsbaan zou veel te kort zijn.

2.3.12. De CvO concludeerde ook dat de voor de landing van MP495 benodigde landingsbaanlengte niet alleen voor een ondergelopen ('flooded') landingsbaan, maar zelfs al voor een natte ('wet') landingsbaan langer zou zijn dan de beschikbare lengte (RvO § 1.17.4, pag. 105). Ook concludeerde de CvO dat er in de laatste 20 seconden van de vlucht geen significante verandering van windsnelheid en -richting werd geregistreerd in het SIO (RvO § 3.1, pag. 127).

2.4. Vliegveld en vliegtuig informatie

2.4.1. In het RvO § 1.6.1 bij vliegtuigdata ontbreekt het Aircraft Classification Number (ACN) om te bepalen of de landingsbaan aan de voor een DC-10-30 gestelde eisen voldeed. De actuele en maximale landingsgewichten staan ook niet vermeld (het maximum is vermoedelijk 192.322 kg). Zonder deze gegevens kan ook de toegestane maximale daalsnelheid niet worden berekend voor een actueel vliegtuiggewicht dat lager is dan het maximum.

2.4.2. In RvO § 1.6.3 staat dat landingen in Amsterdam verplicht zijn met drie werkende straalomkeerders. Dit klopt niet. Verderop staat in RvO § 1.17.1.4 dat een vliegtuig niet zou moeten vertrekken met een defecte straalomkeerder vanaf een vliegveld waar reparatie mogelijk is. Dit is een regel van de vliegmaatschappij en heeft geen verband met de luchtwaardigheid en veiligheid, omdat werd voldaan aan de voorschriften; de defecte straalomkeerder werd voor de vlucht mechanisch geblokkeerd door de Technische Dienst.

2.4.3. In RvO § 1.6.5 staat dat gewicht en zwaartepunt binnen de limieten waren, maar ook dat het 'weight and balance automatic system unserviceable' was. Dit systeem werd reeds geruime tijd niet meer gebruikt omdat handmatige berekeningen betrouwbaarder bleken. Het defect had geen invloed op het ongeval. Ook in deze paragraaf ontbreekt het landingsgewicht van het vliegtuig.

2.4.4. De lengte van de landingsbaan staat in het RvO § 1.10.2 vermeld als 2490 m, terwijl de beschikbare landingslengte volgens de Landing Data Card (Bijlage 1) 2445 m was. Dit verschil wordt in het RvO niet verklaard. De lengte van de landingszone (is 'touchdown zone') staat hier aangegeven als zijnde 268 m. Deze lengte wordt verderop in deze analyse gebruikt.

2.4.5. In de in RvO § 1.10.2 opgenomen vliegveld-data staan nog een paar kleine foutjes die een indicatie zijn voor de (on)zorgvuldigheid waarmee het rapport is gemaakt. Er staat ondermeer 'magnetic deviation': 06° (JAN 90), terwijl dat 'magnetic variation' moet zijn. Ook de richting van de 'deviation', Oost of West, ontbreekt. Deviatie is een aanwijzingsfout als gevolg van de locatie waar het kompas (in het vliegtuig) is bevestigd. Variatie is de hoek tussen het ware (kaart) Noorden en de magnetische Noordpool, die bij Faro blijkbaar 6° West was.

2.4.6. In RvO § 1.10.2 wordt niet gesproken over de voor de nadering van baan 11 zeer belangrijke opmerking dat de voorgeschreven magnetische naderingskoers van 111° een 'offset' heeft van 5° van de magnetische baanrichting 106°, zie de 'Note' op de 'Approach Chart' in Bijlage 2. Op 1 nm voor de landingsbaan, op een hoogte van ca. 300 ft, is daardoor een (gecoördineerde) bocht nodig voor een koerscorrectie van deze 5° naar links. De consequentie van een van de landingsbaanrichting afwijkende naderingskoers is dat het deel van de nadering tot aan de laatste mijl niet in het verlengde van de (verlichte) landingsbaan ligt. Het is onverklaarbaar dat deze voor de analyse van het ongeval belangrijke gegevens niet in het RvO staan. De vliegers waren er wel van op de hoogte gezien hun opmerking op de CVR om 07:01:00 UTC, ruim 32 minuten voor het ongeval.

2.4.7. In dezelfde paragraaf staat ook dat de breedte van de 'hardened area' 150 m was. Het 'Pavement Classification Number' (PCN) daarvan stond er echter niet bij. Dit is relevant omdat het

vliegtuig half naast de landingsbaan zou zijn geland (§ 3.1.15) en dus met het linker en het middelste hoofdlandingsgestel in de 'hardened area' zou kunnen zijn weggezakt. Op foto's (Ref. 8) is te zien dat een velg van het middelste landingsgestel een lange bijna rechte diepe groef aan de linkerzijde van de baan heeft getrokken.

2.4.8. Volgens RvO § 1.11.5 was er geen in het Airborne Integrated Data System (AIDS) opgenomen data meer vanaf een hoogte van 47 ft vanwege schade aan de recorderband, vermoedelijk veroorzaakt door de landingsschok. De registratie van data op de DFDR ging echter, getuige het DFDR Factual Report (Ref. 2, zie Bijlage 3 tot Bijlage 5), gewoon door. De DFDR data werden, wellicht opzettelijk, niet overgenomen in de grafieken van RvO Annex 9 (zie Bijlage 6 tot Bijlage 9), terwijl in het kopje daarvan wel AIDS / DFDR als herkomst van de parameters staat.

2.4.9. **Subconclusie vliegveld en vliegtuig informatie in het RvO.** Het 45 m verschil in beschikbare landingslengte van baan 11 wordt in het RvO niet verklaard. Behalve een foutief benoemde magnetische afwijking wordt niet gerefereerd naar de 5° afwijkende naderingskoers ('offset') die is voorgeschreven door de Portugese autoriteiten. Gegevens over de 'Classification' van de 'hardened area', de strook grond naast de landingsbaan, en van het vliegtuig ontbreken.

Geconcludeerd kan worden dat vele van de wel op de DFDR opgenomen gegevens van de laatste 50 ft hoogte niet zijn overgenomen en weergegeven in de grafieken van Annex 9 van het RvO en niet zijn gebruikt bij de analyse van de gebeurtenissen.

2.5. Vergelijking data in DFDR Factual Report NTSB en Rapport van Ongeval

2.5.1. De grafieken in het DFDR Factual Report van de NTSB, die in RvO Annex 14 zijn opgenomen, zijn verkleind en moeilijk te lezen. De analisten van de NTSB hebben wel enkele voor deze analyse belangrijke gegevens in de tekst van de aanbiedingsbrief (Ref. 2) beschreven.

Hieronder worden de in de aanbiedingsbrief van het DFDR Factual Report van de NTSB verstrekte en beschreven gegevens gebruikt, die overigens al toereikend blijken te zijn voor het formuleren van de van het RvO afwijkende conclusies en oorzaak van het ongeval. Het originele DFDR rapport werd in Portugal opgevraagd, maar er werden slechts iets betere kopieën van de NTSB grafieken ontvangen die als Bijlage 3 en Bijlage 4 zijn opgenomen.

2.5.2. Tijdens het analyseren van de beschikbaar gestelde documenten werden verschillen geconstateerd tussen de grafieken uit het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2, zie Bijlage 3 en Bijlage 4) en de grafieken uit Annex 9 van het RvO (Ref. 1) waarvan enkele vanaf Bijlage 6 zijn bijgevoegd. In Tabel 1 hieronder kunnen de in Ref. 2 door de NTSB verstrekte gegevens worden vergeleken met de gegevens uit het RvO. In de tweede kolom staan de in de aanbiedingsbrief van het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) beschreven data, die afkomstig zijn uit de DFDR. In de derde kolom staan de gegevens die op overeenkomstige tijdstippen aan de grafieken van Annex 9 van het RvO (Ref. 1) zijn ontnomen. Deze gegevens werden vergeleken; in de vierde kolom is gemarkeerd of het verschil acceptabel (✓) of niet acceptabel (✗) is. In Bijlage 6 tot Bijlage 9, zijn enkele van de grafieken uit RvO Annex 9 bijgevoegd.

Zoals al in § 2.2 werd besproken, waren meerdere klokken in het RvO in gebruik. In onderstaande tabel staan de 'Elapsed time' uit het DFDR Report en in de derde kolom de Radartijd, die ook langs de x-assen in de grafieken van Annex 9 staat (maar daar onjuist UTC is genoemd).

Tabel 1. Vergelijking van gegevens in DFDR Factual Report NTSB en Rapport van Ongeval.

Vergeleken gegevens	Data van NTSB (Ref. 2, Factual Report DFDR) <i>Elapsed time</i> (mm:ss)	Data uit RvO (Ref. 1 Annex 9) Martinair PH-MBN – AIDS / DFDR <i>Radartijden</i> (uu:mm:ss)	Verskil acceptabel?
<i>Tijdsynchronisatie, 'touchdown':</i> Bij de NTSB tijd (elapsed time) moet 07:25:48 worden opgeteld voor vergelijking met data uit de grafieken van het RvO (Radartijd)	07:02 (mm:ss)	07:32:50 (uu:mm:ss)	
<i>Op tijdstip:</i> Drukhoogte Magnetische koers Snelheid	05:40 (mm:ss) 995 ft 125° 140 kt	07:31:28 (uu:mm:ss) grafiek ontbreekt grafiek ontbreekt 143 kt (Bijlage 9)	✗ ✗ ✗

Vergeleken gegevens	Data van NTSB (Ref. 2, Factual Report DFDR) <i>Elapsed time (mm:ss)</i>	Data uit RvO (Ref. 1 Annex 9) Martinair PH-MBN – AIDS / DFDR <i>Radartijden (uu:mm:ss)</i>	Verskil acceptabel?
<i>Op tijdstip:</i> Drukhoogte Vert. acceleratie variaties	05:52 (mm:ss) 815 ft 0.75 – 1.25 g	07:31:40 (uu:mm:ss) grafiek ontbreekt 0.8 – 1.25 g (Bijlage 9)	✗ ✓
<i>Op tijdstip:</i> Radiohoogte Uitslag richtingsroer Rolhoek	06:52 (mm:ss) 104.3 ft -22.5° (naar links) -1.76° (naar links)	07:32:40 (uu:mm:ss) 150 ft (Bijlage 6) 21° naar links (Bijlage 6) 0° (= vleugels horizontaal) (Bijlage 6)	✗ ✓ ✓
<i>2 sec later, op tijdstip:</i> Max. rolhoek Radiohoogte	06:54 (mm:ss) -14.41° (naar links) 82.8 ft	07:32:42 (uu:mm:ss) 1° links (piek 2 sec later = 15° links) 105 ft (Bijlage 6)	✗ ✗
<i>1 sec later, op tijdstip:</i> Radiohoogte Linker binnenrolroer Rechter buitenrolroer	06:55 (mm:ss) 70.6 ft -11.612° (naar rechts) +7.11° (naar rechts)	07:32:43 (uu:mm:ss) 96 ft (Bijlage 6) 4.5° links = tegenovergesteld (grafiek 11) 2.5° naar rechts (grafiek11)	✗ ✗ ✗
<i>Eén sec. voor landing:</i> Rechter nr. 3 spoiler Linker nr. 5 spoiler	07:01 (mm:ss) 6.7 en 7.0° 0.0 en 0.4°	07:32:49 (uu:mm:ss) 1.5° (grafiek 12) 7° (grafiek 12)	✗ ✗
<i>Bij de landing:</i> Radiohoogte Snelheid Magnetische koers Langshelling Rolhoek Verticale g Uitslag hoogteroer	07:02 (mm:ss) 1.2 ft 126.0 kt 116,72° +8.79° neus omhoog +5.62° naar rechts 1.9533 max. up	07:32:50 (uu:mm:ss) laatste deel grafiek ontbreekt (Bijlage 6) laatste deel grafiek ontbreekt (Bijlage 9) grafiek ontbreekt in RvO 9° (Bijlage 9) in laatste sec. van 0 naar 5.62° naar rechts (Bijlage 6) piek naar 1.96 (Bijlage 3) 20° up (= max.?) (Bijlage 7)	✗ ✗ ✗ ✓ ✓ ✓ ✓
<i>Autopilot modes</i> Autopilot #2 stond in: - Rol mode: HDG-SEL - Langshelling (pitch) mode: ALT-CAP tussen ALT-HOLD tussen daarna op VERT-SPEED Autopilot uitgeschakeld, CWS in-geschakeld	01:00 – 06:0x (mm:ss) = 07:26:48 – 07:31:4x 01:00 – 01:06 (mm:ss) = 07:26:48 – 07:26:54 01:07 – 03:55 (mm:ss) = 07:26:55 – 07:29:43 03:56 – = 07:29:42 – 06:09 (mm:ss) = 07:31:57 –	07:26:13 – 07:31:55 07:26:13 – 07:26:19 07:26:20 – 07:38:48 (Ongeval was om 07:32:50!) 07:38:49 – 07:31:56	✗ ✗ ✗ ✗ ✓

2.5.3. Uit de vierde kolom van bovenstaande Tabel 1 blijkt dat er niet-acceptabele verschillen zijn tussen de in het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) beschreven DFDR data en de grafieken uit Annex 9 van het RvO (Ref. 1). Geconstateerd werd dat de gegevens over vliegsnelheid, radiohoogte en besturing om de langsas (rolroeren en stroomverstoorders) grote en onverklaarbare verschillen vertonen. Enkele voor de analyse van het ongeval belangrijke gegevens van de laatste fase van de vlucht, waaronder barometrische (druk)hoogte en magnetische koers, ontbreken in de grafieken van het RvO, terwijl die wel in het DFDR Factual Report van de NTSB staan (zie ook Bijlage 3). In een aantal grafieken ontbreken de gegevens van de laatste 3 sec. voor 'touchdown', oftewel vanaf een radiohoogte van ongeveer 50 ft, terwijl die ook wel in het DFDR Factual Report van de NTSB staan.

2.5.4. In de bijlagen met grafieken van het in het RvO opgenomen DFDR Factual Report van de NTSB ontbraken alle grafieken met stuurinputs van de vliegers; het is echter niet zeker of die informatie op de DFDR werd opgenomen; een overzicht van de in de DFDR geregistreerde data ontbreekt in het RvO. In de bijlage van het NTSB rapport (Bijlage 3 en Bijlage 4) is aan de discontinuïteiten van het raster te zien dat er vermoedelijk is geknipt en geplakt. Er zouden dus belangrijke gegevens kunnen zijn weggelaten.

In de grafieken van Annex 9 van het RvO (waarvan enkele zijn opgenomen vanaf Bijlage 6) staan wel stuurinputs, maar de weergave daarvan stopt ook 3 sec. voor 'touchdown', op een hoogte van ongeveer 50 ft. De grafieken uit het RvO zijn bovendien niet bijzonder duidelijk en vermoedelijk ook niet zo nauwkeurig als de brondata. Pas nadat ook al deze brondata ter beschikking zijn gesteld kan, indien gewenst, een betere analyse van het laatste deel van de vlucht worden gemaakt.

2.5.5. In het kopje van de grafieken staat "AIDS/ DFDR parameters". Onduidelijk is welke data uit het AIDS komt en welke uit de DFDR. Ook is niet aangegeven welke data objectief werden gemeten en welke werden berekend en waaruit (zoals de daalsnelheid in Bijlage 9). De schalen langs de verticale (y-) assen zijn in enkele gevallen onrealistisch ver uiteengetrokken, waardoor een onjuist beeld van de werkelijkheid kan ontstaan (wat misschien de bedoeling was). De wel beschikbare DFDR data werden in ieder geval niet gebruikt om de grafieken aan te vullen (vanaf 50 ft hoogte).

2.5.6. **Subconclusie vergelijking data DFDR Factual Report NTSB en RvO.** Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat in het RvO veel data ontbreekt die wel in het oorspronkelijke DFDR Factual Report van de NTSB staan en dat er te grote verschillen zijn in de radiohoogte en in de uitslagen van de stuurvlakken (rolroeren en stroomverstoorders) enkele seconden voor de landing. Het lijkt alsof er in de NTSB grafieken is geknipt en geplakt. Ook stopt de weergave van de voor de analyse van groot belang zijnde grafieken in het RvO met gegevens over de stuurinputs door de vliegers kort voor het landingstijdstip. De in het RvO opgenomen kopie van het DFDR Factual Report van de NTSB is hoogstwaarschijnlijk niet de oorspronkelijke door de NTSB aan de onderzoekers verstrekte versie met alle relevante data. In het RvO ontbreken zeer belangrijke gegevens (of zijn gewist) en de wel beschikbare gegevens zijn niet gebruikt om de grafieken in het RvO aan te vullen.

3. Commentaar op de reconstructie van het ongeval in het Rapport van Ongeval

3.1. De nadering

3.1.1. In RvO § 1.11.2 zijn gegevens uit het DFDR Factual Report van de NTSB overgenomen. Afgezien van een tweetal kleine afwijkingen in tijd bij de vermelding van radiohoogtes om 07:33:12 (104,3 ft) en bij 07:33:15 (70,6 ft), welke volgens de NTSB beide 2 sec. eerder werden bereikt, ontbreken in deze paragraaf van het RvO de 'spoiler' data (gegevens van de stand van de stroomverstoorders op de vleugels) en de opmerking dat de rolhoek bleef fluctueren. Zoals al in § 2.2.6 genoemd verliep de conversie van de 'elapsed time' van de DFDR klok naar de standaard UTC tijden, die in dit RvO hoofdstuk worden gebruikt, niet steeds vlekkeloos.

3.1.2. Voor het dalen onder 500 ft moet de autopilot van 'command mode (Vertical speed)' naar CWS zijn overgeschakeld. Volgens de NTSB gebeurde dat om 07:31:57, op een drukhoogte van 597 ft. Deze hoogte komt niet overeen met de in de grafieken van RvO Annex 9 als radiohoogte vermelde hoogte, die een seconde eerder 560 ft was, zie de hoogtegrafiek in o.a. Bijlage 6. Volgens de DFDR (Bijlagen 3 en 4) gaf de radiohoogtemeter voor hoogtes boven 245 ft continu 245 ft aan. De hoogtegrafieken in de Bijlagen 6 - 9, de AIDS grafieken, zijn dus de barometrische hoogtegrafieken.

3.1.3. De rest van deze RvO paragraaf geeft de analyse van het verloop van de laatste fase van de vlucht. Genoemd worden kleine variaties in neusstand rond een gemiddelde van 4° 'nose-up'. Deze variaties zijn zo klein dat ze niet relevant zijn en niet genoemd zouden moeten worden. Verder staat er dat er grote variaties tussen 0 en 8° begonnen die niet gedempt waren, met bovendien toenemende turbulentie tussendoor. In de grafiek van de langshelling (zie Bijlage 7) is inderdaad een variatie zichtbaar. Acht graden is echter niet zo groot, bovendien traden de twee hoogste neusstanden op precies op het moment dat de vlieger blijkbaar iets te laag, onder het voorgeschreven naderingsglijpad, vloog en de neus iets optrok om terug te keren naar het juiste glijpad en weer evenveel witte als rode lampen van de PAPI te zien. Als verontschuldiging zegt hij na deze eerste glijpad correctie "PAPI hè". Uit de in Bijlage 2 opgenomen tabel met op de CVR opgenomen hoogterapportage blijkt dat het vliegtuig gedurende bijna de gehele eindnadering onder het voorgeschreven glijpad heeft gevlogen. Om de vlieger te attenderen op opnieuw een te lage hoogte zegt de gezagvoerder op Radartijd 07:32:34 "a bit low bit low", waarna de vlieger de neus weer iets optrekt om weer op het juiste glijpad te komen. Drie sec. later zegt de gezagvoerder "OK OK OK" omdat hij blijkbaar heeft geconstateerd dat de correctie goed werd uitgevoerd. Deze glijpad-correcties, waarvan niets bijzonders is af te leiden, worden elders in het RvO uitgelegd als effecten van 'windshear'. In de cockpit werd 'windshear' of een andere invloed van buitenaf op het gevolgde glijpad echter niet genoemd; op de CVR was daarover namelijk niets opgenomen.

3.1.4. Volgens het RvO gaf de beweging om de langsas van het vliegtuig (de rolhoek) aan dat de stabiliteit afnam, voornamelijk vanaf 07:33:20 UTC. Dat klopt wel, want toen raakte het

vliegtuig de grond en rolde het om de langsas. (...) Bedoeld is waarschijnlijk een eerder tijdstip, want bewegingen om de langsas zijn in de laatste minuut van de vlucht wel in de grafieken te zien. Die bleven echter, op twee pieken tot 9° en 10° graden na, nogal beperkt. Niet bijzonder gezien de dwarswind die op dat moment heerste. Er was volgens de grafieken nauwelijks tegen-rolstuur nodig om de rolbewegingen te corrigeren (Bijlage 8).

3.1.5. Het RvO vervolgt met de daalsnelheid (verticale snelheid) die vanaf 07:31:51 UTC begon te variëren van +130 tot -1300 ft/min. De tekens moeten natuurlijk omgekeerd zijn (daalsnelheid), maar dit terzijde. Bij de landing zou de daalsnelheid 900 ft/min zijn geweest. Het is van belang te weten waar deze data vandaan komt, want deze worden niet op de DFDR opgenomen, maar zijn vermoedelijk berekend door de hoogtedata van het vliegtuig te differentiëren (dh/dt). De DFDR neemt echter niet continu op, maar gesamplede data. Hierdoor ontstaan sprongen in de grafieken die bij het differentiëren veel ruis en hoge waarden leveren die blijkbaar niet werden uitgefilterd. Uit de radiohoogte-grafieken blijkt echter dat er helemaal geen grote verticale bewegingen waren die voor een dergelijke grote variatie van de daalsnelheid zou kunnen hebben gezorgd. De berekening komt nogal onzorgvuldig over; het is des te erger dat de uitkomst wordt gebruikt om aan te tonen dat het vliegtuig werd blootgesteld aan grote verticale bewegingen (als gevolg van 'wind-shear'). Het ware beter geweest te vermelden dat de verticale, de normale, acceleratie slechts varieerde van 0,9 tot 1,22 g. Het vliegtuig bewoog, maar het was volgens de hierbij behorende definitie in Doc. 4444 van de International Civil Aviation Organisation (ICAO, Ref. 7) slechts licht turbulent. Zo heel erg was het nou ook weer niet; de vliegtuiglimiet lag veel hoger. Op de CVR is over grote variaties in de daalsnelheid dan ook geen enkele opmerking opgenomen.

3.1.6. Dan staat er dat de grondsnelheid geen abnormaliteiten vertoonde. Het enige vermeldenswaardige was dat er omstreeks 07:31:31 UTC een verlaging van de grondsnelheid zou zijn geweest, die later weer normaal werd. Grondsnelheid is de vliegsnelheid minus de van voren komende tegenwindcomponent. Het tijdstip was van voordat de grafieken gegevens weergeven, dus meer dan twee minuten voor het ongeval. Hoe men aan deze bevinding komt werd niet duidelijk gemaakt en is dat ook niet. Het geeft wel aan dat er toen nog geen grote en variërende of abnormale windsterkte was.

3.1.7. Het verticale naderingsprofiel refereerde volgens het RvO naar zowel barometrische hoogte als radiohoogte. De radiohoogte liet een 'oscillerend' karakter zien met een 'level off' op 400 ft om 07:32:10. Nu ineens staat in deze RvO paragraaf niet de standaard UTC tijd maar de Radartijd. Volgens de DFDR grafieken (Bijlage 3) zijn er inderdaad twee verschillende hoogtegrafieken: de barometrische hoogte (uit luchtdrukmeting in het vliegtuig) en de radiohoogte (de hoogte boven de grond). De radiohoogte is, zo blijkt uit de grafiek, blijkbaar beperkt tot max. 250 ft hoogte boven de grond. Genoemde 400 ft moet dus afkomstig zijn van de luchtdrukhoogte en niet van de radiohoogte zoals in deze paragraaf staat. Bij de grafieken in Annex 5 staat echter dat de weergegeven hoogte de radiohoogte betreft, wat dus niet correct is. De hoogtegrafiek varieert weliswaar een weinig, maar van een 'oscillerend' karakter kan toch niet worden gesproken. De 'level off' is precies op het moment dat de vlieger constateert dat hij iets onder het glijpad zit en even rechtuit vliegt om weer op dat glijpad te komen, zoals hierboven in § 3.1.3 werd besproken.

3.1.8. Het verloop van de magnetische koers en het door het vliegtuig gevolgde pad (over de grond) laten geen abnormaliteiten zien, zo stelt het RvO, in aanmerking nemende de heersende wind, de voorgeschreven naderingskoers van 111° en het feit dat de laatste bocht te ruim werd gevlogen ('overshoot'). De magnetische koers werd echter niet uit het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) overgenomen in de grafieken van Annex 9 van het RvO. Is dit wellicht bewust gedaan? Verderop in deze aanvullende analyse wordt uitgebreid ingegaan op de grote – horizontale – afwijking tussen het gevlogen en het voorgeschreven naderingspad. Dit wordt wel degelijk als abnormaal gezien.

3.1.9. Ook staat in deze paragraaf dat de opstuurhoek na 07:32:10 significant begon te 'oscilleren' en om 07:33:17 een grootte van 9° bereikte. De opstuurhoek staat niet in de grafieken, want deze kan niet worden gemeten. Vermoedelijk is de magnetische koers afgelezen uit het NTSB rapport en is het verschil tussen de magnetische koers en de landingsbaanrichting opstuurhoek genoemd. De drift als gevolg van de heersende dwarswind is hierin echter niet meegenomen, maar was wel degelijk een factor van betekenis.

De grafiek van de magnetische koers in het NTSB rapport (Bijlage 3) gaf echter helemaal geen 'oscillaties' weer, maar alleen de verandering van de koers als gevolg van de – vroegtijdige –

poging van de vlieger om de langsas van het vliegtuig op te lijnen met de richting van de landingsbaan door het geven van richtingsroeruitslag. Deze beweging lukte niet, zoals later in deze analyse wordt besproken, zodat in een zijwaartse beweging, onder een (krab)hoek, werd geland, wat niet is toegestaan voor een DC-10 op een natte landingsbaan.

Tijdstip 07:32:10 is waarschijnlijk weer de Radar- of Grafiektijd omdat de vlieger op dat moment het richtingsstuur bediende. Eerder had hij ook al een paar keer onnodig het rempedaal bediend, zie Bijlage 6. In die uitslag zijn weliswaar variaties (niet 'oscillaties' want die zijn periodiek) inbegrepen, maar die zijn niet terug te vinden in de koersgrafiek, misschien door de massatraagheid van het grote zware vliegtuig (Bijlage 3). De 'oscillaties' waren zeker niet significant.

3.1.10. Tot 07:32:00 werden volgens het RvO de toerentallen van de motoren binnen de limieten gehouden, maar daarna begonnen opmerkelijke oscillaties als resultaat van de reactie van het autothrottle systeem op de langshelling-oscillaties (variaties dus). Het is onduidelijk wat wordt bedoeld met 'binnen de limieten'. Een autothrottle systeem reageert snel op veranderingen in ondermeer de langshelling (pitch), longitudinale acceleraties en vanzelfsprekend op de vliegsnelheid. In Bijlage 9 is duidelijk te zien dat de neus van het vliegtuig om 07:31:42 van 4° up naar 0° gaat (door de autopilot die nog aan stond om de ingestelde verticale snelheid te handhaven). De snelheid liep op tot ca. 153 kt zodat er blijkbaar even minder motorvermogen nodig was; de autothrottle reageerde door de gashendels wat te sluiten. De snelheid bleef even constant en nam daarna af en dat moest ook wel want de vlieger had 139 kt ingesteld als naderingssnelheid, zie § 3.3.6. Om 07:31:50 Radartijd bleef de neus op de horizon en de autothrottle berekende blijkbaar dat als dit zo zou blijven, de snelheid onder de ingestelde waarde zou dalen. De automaat gaf dus tijdig weer wat gas bij. De snelheid liep weer op waarna het gas weer een stuk dicht ging. De vlieger bemerkte echter dat hij onder het glijpad raakte en trok de neus wat omhoog, de enige juiste reactie. De autothrottle reageerde ook direct op de hogere neusstand, omdat daardoor de snelheid altijd afneemt en 'gas' nodig is. De neusstand nam tot 6° toe en dientengevolge ook het N1 motortoerental, tot wel 98%. Nadat het vliegtuig weer op het glijpad was zei de vlieger: "PAPI hè" en duwde het hoogtestuur weer naar voren tot ca. 2,5° om op het glijpad te blijven. De snelheid varieerde nog wat en om 07:32:30 Grafiektijd trok de vlieger de neus weer wat op tot 8° omdat hij blijkbaar opnieuw onder het voorgeschreven glijpad was geraakt. De gezagvoerder had drie seconden daarvoor uitgeroepen "a bit low bit low bit low". De autothrottle reageerde onmiddellijk op de hogere neusstand en verhoogde het toerental tot 102%. Nadat het vliegtuig weer op het vereiste glijpad was werd de neus weer naar voren geduwd en nam het toerental weer snel af omdat minder motorvermogen nodig was. Daarna nam in 9 seconden tijd het toerental af van 102% tot 40% of lager (grafiek 10 in het RvO stopte op dat punt), zie Bijlage 9. In het DFDR Factual Report van de NTSB liep de N1 data wel nog enige tijd door, tot ruim twee seconden na de landing. Na nog wat kleine bewegingen in de langshelling volgde de landing.

Er was dus geen sprake van 'opmerkelijke oscillaties', maar van variaties die nodig waren om op het voorgeschreven glijpad te blijven; volstrekt normaal dus. Wel lijkt het erop dat de throttles, de drie gashendels bij een DC-10, vanaf een hoogte van 150 ft, bij het toerental 102%, zijn dichtgetrokken of dichtgehouden door de vlieger. Een autothrottle systeem sluit de gashendels pas langzaam en volgens een bepaald schema nadat een radiohoogte van 50 ft is gepasseerd. De vermoedelijke reden van dichttrekken van de gashendels door de vlieger wordt hieronder in § 3.1.12 genoemd.

3.1.11. Het RvO stelde dat aan de verticale versnellingen het turbulente karakter van de nadering is te zien en ook aan de oscillaties in de langshelling. De nadering was inderdaad wat turbulent, de verticale versnelling was tussen 0,8 en 1,22 g. Volgens Doc. 4444 van de International Civil Aviation Organisation (ICAO, Ref. 7) wordt de turbulentie die leidt tot dergelijke g-variaties echter slechts als licht gespecificeerd (0,75 – 1,25 g). Van de zgn. oscillaties in de langshelling kan worden gesteld dat deze het gevolg waren van kleine langshellingcorrecties die nodig waren voor het volgen van het voorgeschreven glijpad, zoals in de vorige paragraaf en eerder ook in § 3.1.3 werd uitgelegd.

3.1.12. Het reduceren van het motorvermogen op 150 ft hoogte tot 40% resulteerde volgens het RvO in een 'sinking'. Deze 'sinking' is echter in de radiohoogtegrafiek van de DFDR (Bijlage 3) niet waar te nemen en in de grafieken van RvO Annex 9 ook niet tot een hoogte van 50 ft werd bereikt; het laatste deel van de radiohoogtegrafieken daarin is weggelaten. Om bij een landing, na het reduceren van het motorvermogen, te voorkomen dat een vliegtuig 'doorzakt' wordt de neus van het vliegtuig net voor 'touchdown' vrijwel altijd iets opgetrokken waardoor de invalshoek, en daarmee de lift die de vleugels leveren toeneemt, de daalsnelheid dus afneemt en de landing niet te

hard zal zijn. Dit zgn. afvangen gaat wel ten koste van de snelheid, maar dat is bij een landing geen bezwaar als het vliegtuig vlak boven de grond is; het is zelfs de bedoeling. In het Engels wordt deze manoeuvre 'flare' genoemd. Het reduceren van het motorvermogen gebeurde echter op een te grote hoogte (150 ft). Aangezien de motoren door het dichthouden van de gashendels niet konden reageren op de toename van de langshelling, zoals eerder in de nadering gebeurde, liep de snelheid er uit. Ook het laatste deel van de snelheidsgrafiek werd weggelaten uit Annex 9 van het RvO (Bijlage 9), maar kon wel worden gelezen en was ook beschreven in het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2): de vliegsnelheid was bij het passeren van 50 ft hoogte al teruggelopen tot 134 kt, 5 kt onder de vereiste drempelsnelheid van 139 kt. De landingssnelheid, de vliegsnelheid bij 'touchdown', was 126 kt.

Een reden voor het te vroeg dichttrekken van de gashendels zou ook kunnen zijn dat de vlieger doorkreeg dat het vliegtuig te ver op de landingsbaan zou neerkomen als de snelheid niet snel zou worden gereduceerd. Dit kan op een toch al korte baan catastrofale gevolgen hebben, tenzij alsnog een doorstart wordt geïnitieerd. De doorstart werd wel geïnitieerd, maar het ontwikkelen van voldoende motorvermogen duurde te lang; het vliegtuig bleef dalen en landde. Op het moment van 'touchdown' was het N1 toerental van de motoren opgelopen tot gemiddeld 100% en liep daarna nog verder op tot boven de 100%.

3.1.13. De reconstructie in het RvO besluit met de bevinding dat de extreme waarden van de verticale versnelling tussen 1,29 en 0,8 g lagen maar wel binnen de limieten van het vliegtuig bleven. Die 1,29 g is in de DFDR grafieken niet terug te vinden (Bijlage 3). Er zijn slechts twee korte pieken te zien, eenmaal tot 1,22 g en eenmaal tot 1,2 g; het gemiddelde was slechts ca. 1,05 g, helemaal dus niet extreem. Zoals hierboven al genoemd was het volgens de definitie van ICAO in Doc. 4444 (Ref. 7) slechts licht turbulent, met variaties van maximaal 0,5 g, zelfs inclusief de twee pieken.

3.1.14. In RvO § 1.11.5 staat nog dat de in het AIDS opgenomen data eindigde op een hoogte van 47 ft. De band van de recorder zou zijn beschadigd, vermoedelijk door de kracht van de landing. Het RvO vervolgt met de mededeling dat met de combinatie van AIDS en DFDR data in Annex 9, het vluchtprofiel van de laatste fase van de vlucht kan worden vastgesteld, maar vele voor een goede analyse benodigde grafieken stopten vanaf die hoogte. Er was dan wellicht geen AIDS data meer, maar de DFDR data grafieken liepen alle door tot onder 47 ft, zelfs tot ten minste 7 sec. na de landing. Deze data werd om onverklaarbare redenen niet in de grafieken van Annex 9 verwerkt terwijl dat in het kopje van de grafieken wel staat ('AIDS / DFDR parameters'). De grafieken zijn dus niet zo compleet mogelijk.

3.1.15. Volgens het RvO § 1.12.1 landde het vliegtuig aan de linkerzijde van baan 11. De schets met de juiste locatie in RvO Annex 11 is echter niet leesbaar door het verkleinen en kopiëren. In § 2.3.1 van het rapport van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR) te Amsterdam (Ref. 6) wordt de plaats van neerkomen in woorden beschreven: Het vliegtuig kwam neer op een afstand van 392 m van de baandrempel, 124 m voorbij de 268 m lange 'touchdown' zone, op 22 m links van het midden van de 45 m brede landingsbaan, met het middelste landingsgestel (midden onder de romp, tussen beide hoofdlandingsgestellen) op de rand tussen de baanlampen en het terrein. Volgens het NLR kwam het linker hoofdlandingsgestel dus geheel buiten de landingsbaan terecht; slechts het rechter hoofdlandingsgestel kwam neer op het asfalt van de landingsbaan. Het werd niet duidelijk of het terrein naast de baan hoger of lager lag dan het asfalt en of het linker landingsgestel wellicht daarin wegzakte, waarmee de breuk in het rechterlandingsgestel ook zou kunnen worden verklaard. Zie Figuur 3 hieronder en ook § 2.4.7.

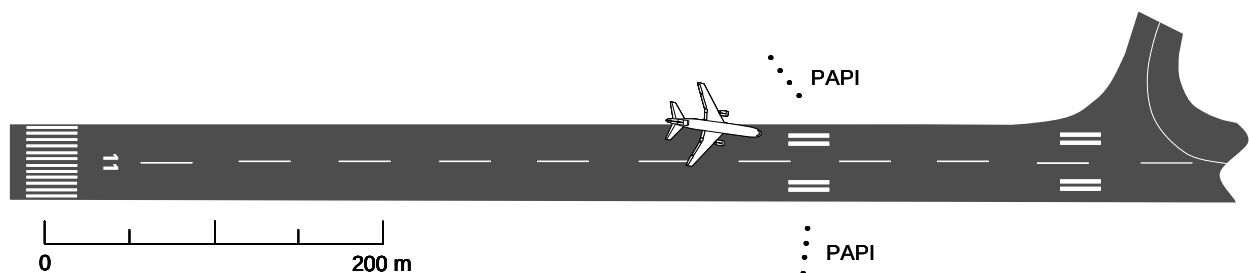


Fig. 3. Plaats landing (touchdown) op het eerste deel van de landingsbaan.

3.1.16. In RvO § 1.16.1 staat dat de breuk in het rechter hoofdlandingsgestel uitsluitend het gevolg was van de klap bij de landing; de mogelijkheid dat er tijdens de landing wielen waren

geblokkeerd door vroegtijdig bekrachtigde remmen werd niet genoemd. Hierop wordt in de aanvullende analyse in § 4 hieronder ingegaan.

3.1.17. *RvO Hoofdstuk 2* heeft de titel *Analyse*, maar bevat eigenlijk alleen maar herhalingen van reeds in *RvO Hoofdstuk 1* gegeven (onjuiste) analyses en conclusies. *Hoofdstuk 2* uit het *RvO* wordt hier daarom niet besproken.

3.1.18. **Subconclusies nadering in het RvO.** De reconstructie van het ongeval werd deels gegeven in *Hoofdstuk 1*, waarin alleen maar factuele informatie zou moeten staan, en deels in het *Hoofdstuk 2, Analyse*, waarin echter geen echte analyse staat, maar meer een opsomming van conclusies. Er werden verschillen geconstateerd tussen gegevens in het DFDR Factual Report en het *RvO*. Hoogtecorrecties om het voorgeschreven naderings-glijpad te blijven volgen en motortoeentalvariaties werden onterecht uitgelegd als zijnde effecten van windshear. Volgens de ICAO definities was het vliegtuig slechts onderworpen aan lichte turbulentie. De herkomst van de hoge daalsnelheid is twijfelachtig; deze gegevens kunnen niet juist zijn. De in grafieken als radiohoogte aangeduide hoogte is niet alleen radiohoogte; volgens het NTSB rapport was de beschikbare radiohoogte beperkt tot 250 ft. Het verloop van de nadering was abnormaal, niet volgens de voorgeschreven koers. De vlieger was al (te) vroeg bezig het vliegtuig op te lijnen met de landingsbaan voor de landing. Deze oplijning werd niet voltooid zodat met een zijwaartse beweging (krabbend) werd geland. Van veel grafieken in het *RvO* ontbreekt het laatste deel, vanaf een hoogte van 50 ft terwijl de NTSB grafieken wel doorlopen. Volgens een NLR rapport landde het vliegtuig veel te ver en voor de helft naast de landingsbaan. De breuk van het rechterlandingsgestel zou ook veroorzaakt kunnen zijn doordat met geremde wielen werd geland.

3.2. Onderzoek windshear in Rapport van Ongeval

3.2.1. In *RvO* § 1.16.4 wordt het bestaan van windshear condities onderzocht. Het NLR leverde desgevraagd twee rapporten, waarvan alleen het tweede (Ref. 6) was opgenomen in het *RvO* als Annex 4. Uit de studie werd geconcludeerd dat het turbulent was, maar ook dat het vliegtuig door een downburst zou zijn gevlogen tijdens het laatste deel van de nadering waar het op 700 ft hoogte uitkwam zonder negatieve effecten, behalve dat dit het begin was van 'oscillaties' in vluchtparameters. In daaropvolgende paragrafen van het *RvO* wordt er alles aan gedaan om de lezer ervan te overtuigen dat er sprake was van windshear en dat daarvoor zeker een waarschuwing was gegeven als het vliegtuig zou zijn uitgerust met een windshear waarschuwingssysteem. Maar uit de grafieken van het NTSB rapport, uit de grafieken in Annex 9 van het *RvO* (Figuren 2 – 10) en uit de transcripten van de CVR blijkt helemaal niet dat er sprake was van windshear. De radiohoogtegrafiek (o.m. in Bijlage 6) vlakkt een paar keer wat af, maar dat was omdat het vliegtuig heel geleidelijk onder het glijpad terecht was gekomen waarna een correct uitgevoerde en volstrekt normale correctie volgde, zoals hierboven in § 3.1.10 is besproken. Ook in de transcripten van de CVR stond geen enkele opmerking van een van de bemanningsleden over windshear. Uit grafieken met uitslagen van de aerodynamische stuurvlakken blijkt ook niet dat de limieten daarvan zelfs maar zijn benaderd. Het was licht turbulent en er was een dwarswindcomponent, maar niets wijst erop dat het vliegtuig onderworpen is geweest aan grote onoverkomelijke weersinvloeden, laat staan aan windshear.

3.2.2. Het NLR zou hebben geconcludeerd dat de windshear waarden bereikte die de vliegtuigprestatie-limieten tijdelijk zou hebben overschreden en dat de response van de gashendels in de laatste 10 seconden normaal was. In de introductie van het NLR rapport (ref. 7) stelt het NLR: "In summary it was concluded that a windshear (a downburst) had been present, however, it was not a hazardous factor in itself during the approach of the aircraft". Wel nam het NLR aan dat de gashendels waren dichtgetrokken terwijl de autothrottle aan stond. Uit geen enkele grafiek blijkt dat vliegtuiglimieten tijdens het laatste deel van de vlucht zijn overschreden. De gashendels kunnen alleen maar zijn dichtgetrokken en -gehouden door de vlieger en dat is niet normaal en is ook niet in overeenstemming met de voorgeschreven procedures.

3.2.3. Het *RvO* stelt vervolgens in § 1.16.4 sub 6 dat uit het gedrag van het autothrottle systeem nog enkele conclusies kunnen worden getrokken. De onstabiliteit in de langsricting, in snelheid en in motorvermogen begon volgens het *RvO* toen de autopilot nog in de 'vertical speed' mode stond en werd getriggerd door de verticale 'upburst' die hoorde bij de eerste 'downburst'. Deze stabiliteit verslechterde toen de autopilot van CMD naar CWS werd overgeschakeld. Uit de grafiek in Bijlage 6 blijkt echter dat de vlieger op dat moment al met zijn voeten richtingsstuurinputs naar links gaf, alsof hij al wilde oplijnen met de landingsbaan. Richtingsroeruitslag leidt tot draaiing om

het zwaartepunt en daarmee tot vergroting van de weerstand van het vliegtuig met als gevolg een snelheidsafname en vergroting van de daalhoek waarop autopilot en autothrottle dan weer reageren, indien ingeschakeld. In het verdere verloop van de vlucht is te zien dat de vlieger steeds meer stuurinputs geeft, wat leidde tot grotere instabiliteit die hij dus zelf veroorzaakte. Geconstateerd moet worden dat de vlieger blijkbaar niet wist om te gaan met de CWS mode van de autopilot. Dit wordt ook bevestigd door de 'US Accredited Representative' van de NTSB in zijn brief van 26 oktober 1994 (Ref. 3) waarin hij schrijft: "de CWS en autothrottle functies werden onbehoorlijk gebruikt door de bemanning". De gezagvoerder greep aanvankelijk niet in terwijl zijn richtingsstuur mechanisch is gekoppeld aan het richtingsstuur van de copiloot en hij dus diens stuurinputs had kunnen voelen. Verderop in deze analyse wordt hierover meer geschreven.

3.2.4. In RvO, § 1.16.4 sub 6.3, staat dat juist voor de landing de dwarswind boven de voorgeschreven vliegtuiglimiet was. De wind was niet alleen 'juist' voor de landing boven de limiet, maar was dat al toen de verkeersleiding de windgegevens en de 'flooded' landingsbaanconditie aan de bemanning doorgaf, geruime tijd vòòr de landing, zie § 2.3.8. De dwarswindlimiet, volgens het RvO 5 kt voor een landing op een baan met 'braking action poor' ('flooded'), werd overschreden.

3.2.5. Het RvO schreef ook (in § 1.16.4 sub 6.4) dat het overschakelen van CWS mode naar 'off' ('manual flight') net voor de landing bijgedragen moet hebben aan de abrupte 'flare', gevolgd door een harde landing vanwege het feit dat de landingstechniek met CWS significant anders is dan met de hand. CWS viel uit vanwege gelijktijdige en conflicterende rolstuurkrachten van vlieger en gezagvoerder; de gezagvoerder had daaraan voorafgaand niet, zoals is voorgeschreven in het AOM, gezegd: 'My controls' (RvO § 1.17.1.3), zodat de copiloot het stuur los kon laten. Onder CWS bestuurt de autopilot nog steeds het vliegtuig, maar deze 'luistert' dan naar de door de vlieger(s) op het hoogte- en rolstuur uitgeoefende stuurkrachten en bepaalt dan hoeveel de uitslag van de aerodynamische stuurvlakken moet zijn om aan de wens van de vlieger(s) tegemoet te komen. Als een kleine deviatie van het gewenste vliegpad wordt geconstateerd, dan hoeft de vlieger onder CWS alleen maar een kleine stuurkracht in de gewenste richting uit te oefenen; de autopilot zorgt voor de benodigde stuurvlakuitslagen. Maar als de vlieger grote en wisselende krachten op zijn stuurorganen blijft uitoefenen, zoals bij 'manual' (op de hand) vliegen, dan reageert de CWS mode van de autopilot daarop en wordt het nog erger. De landingstechniek met CWS is niet significant anders dan met de hand en had zeker geen abrupte flare en harde landing tot gevolg, zo blijkt uit DFDR en AIDS data. Dit is heel ver gezocht. In de grafieken (Bijlage 7 voor hoogtestuur en Bijlage 8 voor rolstuur) is af te lezen dat de vlieger grote en wisselende stuurinputs gaf alsof CWS niet aanstond. De CWS functie van de automatische piloot werd door hem onbehoorlijk gebruikt, zie nogmaals de opmerking van de NTSB in § 3.2.3 hierboven. In § 4.1.2 wordt CWS nog eens kort uitgelegd en ook de landing wordt verderop in deze analyse (§ 4.6) uitgebreider beschreven.

3.2.6. Het RvO stelde in § 1.16.4 sub 6.6 dat de dwarswindinformatie uit het traagheidsnavigatiesysteem werd beïnvloed door de sliphoek die aanzienlijk was. Een sliphoek kan niet worden gemeten, maar als het richtingsroer is uitgeslagen, dan is er wel een sliphoek. Kort voor het aflezen werd het richtingsroer een paar keer naar links gepiekt tot 30%, waardoor ook de koers ca. 10° kromp. Dit had nauwelijks effect op snelheid en motorvermogen, zodat niet van een aanzienlijke sliphoek kan worden gesproken. Uit het CVR transcript blijkt dat de gezagvoerder de wind, niet de dwarswind, aflas van het display van het systeem. Dat gebeurde om Grafiektijd 07:32:39, 3 – 4 sec. nadat de vlieger richtingsstuur naar links gaf om de langsas van het vliegtuig op te lijnen met de landingsbaan. Er was daarom waarschijnlijk helemaal geen aanzienlijke sliphoek op het moment dat de wind werd afgelezen. Aan de windinformatie uit het traagheidsnavigatiesysteem (AINS) had dus wel waarde toegekend moeten worden.

3.2.7. Volgens § 3.3.5-08 van het AOM (opgenomen in het RvO § 1.17.1.4) is de minimum hoogte om de autopilot vanuit CWS geheel uit te schakelen 150 ft. Hier gebeurde de uitschakeling automatisch op ca. 80 ft hoogte na de hierboven reeds genoemde conflicterende stuurkrachten van vlieger en gezagvoerder. Als uitschakeling van CWS op deze hoogte gevaarlijk zou zijn en zou kunnen bijdragen aan een abrupte flare gevolgd door een harde landing, dan zouden op z'n minst zichtbare en hoorbare waarschuwingen worden gegeven; anders had de automatische piloot niet door de overheid mogen zijn gecertificeerd.

3.2.8. Zoals hierboven gesteld greep de gezagvoerder in en gaf andere stuurkracht-inputs dan de vlieger zonder eerst "My controls" te zeggen, zoals is voorgeschreven; dan had de vlieger (copiloot) het stuur moeten loslaten. De CWS mode van de automatische piloot reageerde op de verschillende stuurkracht-inputs door CWS uit te schakelen. De gezagvoerder veroorzaakte de uitval

van de CWS mode op lage hoogte omdat hij niet "my controls" riep, waarmee duidelijk zou worden dat hij de besturing overnam en de copiloot het stuur moest loslaten. Wellicht was ook hij niet geheel bekend met de werking van CWS wat zou kunnen duiden op een trainingstekort.

3.2.9. **Subconclusies windshear in het RvO.** De reconstructie van het laatste deel van de vlucht was, wat de weersinvloeden betreft, niet juist. Er is geen enkel bewijs voor windshear. Het was licht turbulent tijdens de laatste fase van de vlucht, maar de bewegingen waren op geen enkel moment extreem en bovendien verklaarbaar. In het RvO wordt zeer nadrukkelijk naar windshear toegeschreven, terwijl uit de objectieve data van de DFDR niet kan worden geconcludeerd dat de bewegingen die het vliegtuig maakte de normen voor windshear benaderden. De onstabieleit werd uitgelegd als het doorkruisen van gebieden met 'up- en downbursts', terwijl het normale glijpadcorrecties betroffen. De vlieger veroorzaakte zelf onstabieleit door onnodige richtingsroeruitslagen te geven en gebruikte de CWS mode van de autopilot niet op een behoorlijke manier. De gezagvoerder veroorzaakte het uitvallen van CWS door de besturing niet op de juiste wijze over te nemen.

3.2.10. De bemanning negeerde de meldingen over de conditie van de landingsbaan en voerde een landing uit op een landingsbaan onder een voor de heersende weercondities voor een DC-10 veel te hoge dwarswindcomponent; de dwarswindlimiet werd overschreden.

3.2.11. Geconcludeerd kan worden dat de natuur de schuld moest krijgen van het ongeval. Het is onverklaarbaar dat deze reconstructie door de RVDL werd geaccepteerd.

3.3. Landing Data Card.

3.3.1. Ruim voor de landing wordt altijd, doorgaans door de boordwerktuigkundige, een Landing Data Card ingevuld met daarop de benodigde landingslengte en de door de vliegers tijdens de nadering en landing toe te passen snelheden voor de verwachte weersomstandigheden en het verwachte vliegtuiggewicht op het moment van de landing. De voor de landing van MP495 ingevulde Landing Data Card is opgenomen als Bijlage 1. Deze wordt altijd als geheugensteuntje neergezet of bevestigd op een plaats in het directe zicht van beide vliegers.

3.3.2. **Windgegevens.** Volgens RvO § 1.17.4 vulde de bemanning de Landing Data Card in met de windinformatie van 'Approach Control' (de naderingsverkeersleiding van Faro) en de windinfo uit het traagheidsnavigatiesysteem van het vliegtuig. Dit klopt echter niet.

De naderings- en landingsnelheden op de Landing Data Card werden om 06:56:09 UTC, 37 minuten voor de landing, opgelezen door de boordwerktuigkundige (transcript CVR). Dit was de oudste opname op de eindloze band van de CVR zodat het niet bekend is wat de bron was van de op de Landing Data Card ingevulde wind 140°/14 kt. Dit zou de 'Automatic Terminal Information Service' (ATIS) informatie kunnen zijn die regelmatig wordt vernieuwd en continu wordt uitgezonden op de frequentie van het VOR baken van Faro en die gewoonlijk door naderende vliegtuigen wordt afgeluisterd. In de windtabellen in het RvO § 1.7.4.4 komt deze wind echter pas voor om 07:09:00 UTC.

Op het moment van voorlezen van de data was er nog geen radiocontact geweest met 'Approach Control', want pas om 07:09:42 werd overgeschakeld naar de frequentie van Faro 'Approach' (119,4 MHz). Wel was op de CVR de communicatie opgenomen tussen Martinair vlucht MP461 en 'Approach'. De wind die MP461 om 07:04:27 van 'Approach' ontving was 150°/15 kt plus de mededeling 'thunderstorm'. Om 07:05:30 vroeg MP461 opnieuw naar de wind, die toen 150°/16 – 18 kt was. De bemanning van DC-10 MP495 luisterde dus al uit op de frequentie van Faro 'Approach' maar gebruikte de windinfo niet. De in MP495 gebruikte wind (140°/14 kt) werd niet door 'Approach Control' aan MP495 medegedeeld. Er werd dus oude en vervallen windinformatie gebruikt bij de planning van de landing.

3.3.3. **Landing flaps.** 'Flaps' zijn grote kleppen aan de achterrand van de vleugels die bij lage snelheid toch voor voldoende liftvermogen van de vleugels zorgen, ten koste van wat weerstand. Volgens het Martinair DC-10 Flight Crew Operating Manual (FCOM, 03-50-08) is de normale flapstand voor een landing 35°. Een flapstand van 50° moet worden gebruikt op korte landingsbanen en wanneer de landingsbaan nat is, of verontreinigd door sneeuw, ijs of sneeuwbrij, of wanneer naar de mening van de gezagvoerder de benodigde landingslengte nadelig wordt beïnvloed. De keuze van een flapstand van 50° voor de landing op Faro was dus overeenkomstig het FCOM, zowel vanwege de beperkte lengte van de landingsbaan als de conditie ervan.

3.3.4. **Benodigde landingslengte.** Uit de Landing Data Card in het RvO (Bijlage 1) blijkt dat de beschikbare landingsbaanlengte 2445 m was, terwijl de vliegers het hadden over 2490 m (CVR).

De benodigde actuele landingsbaanlengte werd door de boordwerktuigkundige ingevuld voor een drietal 'braking actions', t.w. 'good' (1905 m), 'medium' (2400 m) en 'poor' (3055 m). Hieruit blijkt duidelijk dat de beschikbare landingslengte van baan 11 in Faro met 'braking action poor' ('flooded') 600 m te kort zou zijn om het vliegtuig tot stilstand te brengen voor het bereiken van het einde van de landingsbaan. Bij de planning van de landing werd blijkbaar uitgegaan van een 'wet runway', waarop de 'braking action' niet slechter dan 'medium' was. Een landing in Faro met 'braking action poor' zou dus niet mogelijk zijn geweest. Het is vreemd dat op de Landing Data Card de 'landing distance' (3055 m) van 'braking action poor' is ingevuld terwijl die lengte niet beschikbaar is en dat er geen kruis door staat om er de aandacht op te vestigen dat er bij 'braking action poor' geen landing mogelijk is, zoals er wel een kruis staat door de 'threshold speed' bij 35° LAND (zie Bijlage 1).

3.3.5. *Naderingssnelheden.* Deze snelheden zijn van een aantal factoren afhankelijk, waaronder flapstand, windcondities en vliegtuiggewicht, en staan voorgeschreven in het FCOM (Vol II, 03-50-03 en 07-97-15). Onderscheiden worden de 'threshold speed', de snelheid die het vliegtuig tijdens de nadering boven de baandrempel (op ca. 50 ft hoogte) moet hebben, en de 'approach speed', de naderingssnelheid die tijdens de laatste fase van de nadering moet worden aangehouden. De naderingssnelheid behoort op hoogtes onder 2000 ft te zijn bereikt en te worden aangehouden.

3.3.6. Bij de keuze van de naderingssnelheden wordt uitgegaan van de 'threshold speed', de drempelsnelheid. Het FCOM (Ref. 4) presenteert de minimum 'threshold speeds' in tabelvorm in gewichts-/massastappen van 10.000 lb, ca. 4.000 kg, zie het toepasselijk deel van de tabel in Tabel 2 hieronder. Volgens de na het ongeval gevonden Landing Data Card (Bijlage 1) zou de geschatte massa (het gewicht) van het vliegtuig bij de landing 162.000 kg zijn, het actuele gewicht (de massa) zou 161.400 kg hebben bedragen. De boordwerktuigkundige heeft blijkbaar geïnterpoleerd tussen twee kolommen in het FCOM (159.000 en 163.000 kg) met uitzondering van de snelheid (139 kt) voor een landing met 50° flaps (zoals werd uitgevoerd); hij koos de veiligste waarde en schreef die op de Landing data Card.

Tabel 2. Naderingssnelheden uit DC-10 voorschrift.

Flaps/slats	Minimum Threshold Speeds (kt) for Landing Weight		
	159.000 kg	163.000 kg	Landing Data Card
35° / extended	141	144	143
50° / extended	137	139	139
NOTE: For 35° and 50° approach speeds, add 5 kt or wind additives to threshold speeds			

3.3.7. Om de 'approach speed', de naderingssnelheid te verkrijgen moet volgens de 'NOTE' in bovenstaande tabel de drempelsnelheid worden verhoogd met 5 kt of met een wind 'additive', een toevoeging of windcorrectie. In een NOTE op FCOM pagina 03-50-03 staan richtlijnen voor de wind 'additive' op de drempelsnelheid. In de eerste regel daarvan staat dat een minimum toevoeging van 5 kt moet worden toegepast bovenop de drempelsnelheid voor alle naderingen in de normale configuratie. Normale configuratie houdt in dat tijdens de nadering alle boordsystemen werken, en dat de vleugelkleppen, landingsgestellen, etc. in gebruik zijn, d.w.z. dat er geen storingen zijn. De naderingssnelheid moet dus altijd ten minste 5 kt hoger zijn dan de drempelsnelheid.

3.3.8. De wind 'additive' moet door de vliegers worden berekend en is volgens het FCOM (03-50-03) de hoogste van of de totale wind 'gust' (windvlagen) of de helft van de constante wind boven 20 kt, met een maximum totale 'additive' van 20 kt. De op de Landing Data Card ingevulde wind was 140°/ 14 kt (Bijlage 1), welke overigens niet overeenkomt met de METAR en TAF op pag. 35 van het RvO. Er waren toen nog geen windvlagen gerapporteerd en de windsnelheid was lager dan 20 kt, dus de standaard 5 kt verhoging zou gelden voor MP495. De naderingssnelheid voor een landing met 50° 'flaps' zou dus $139 + 5 = 144$ kt moeten zijn. Voor deze naderingssnelheid was echter geen ruimte ingericht op de Landing Data Card, die moesten Martinair vliegers blijkbaar uit het hoofd berekenen en toepassen.

In een radiobericht van de verkeersleiding (om 07:32:15) werden samen met de toestemming om te landen wel windvlagen doorgegeven (150°/ 15 – 20 kt, § 2.3.8), maar hierdoor veranderde de

naderingssnelheid (van 144 kt) niet omdat de windvlagen $20 \text{ kt} - 15 \text{ kt} = 5 \text{ kt}$ waren, even hoog als de standaard verhoging.

3.3.9. Op de volgende pagina van het FCOM (pag. 03-50-04) staat in een NOTE echter dat het autothrottle systeem, indien ingeschakeld, tijdens weerscondities met windvlagen voorziet in een automatische windvraagbescherming ter grootte van 5 kt boven de ingestelde naderingssnelheid. Daarom, zo staat in het FCOM, moet tijdens weerscondities met windvlagen een 5 kt lagere snelheid dan de met de heersende wind en windvlagen berekende naderingssnelheid op het autothrottle-bedieningspaneel worden ingesteld als naderingssnelheid, in dit geval dus $144 - 5 = 139 \text{ kt}$. De autothrottle zou de naderingssnelheid automatisch op een 5 kt hogere waarde moeten houden, maar dat gebeurde niet, zo blijkt uit de snelheidsgrafieken. De naderingssnelheid daalde enkele keren tot de voor de nadering onveilige drempelsnelheid van 139 kt, wellicht omdat er op die momenten geen windvlagen door de autothrottle werden gesignaleerd. Een naderingssnelheid die onder invloed van het autothrottle systeem daalt tot de drempelsnelheid kan niet de bedoeling zijn van deze NOTE in het FCOM. De minimum 'additive' boven de drempelsnelheid moet altijd tenminste 5 kt zijn, zoals in § 3.3.7 hierboven staat. De berekening van de naderingssnelheid in het Martinair FCOM klopt dus niet indien de autothrottle wordt toegepast.

3.3.10. In RvO § 1.17.4 staat dat de keuze van 139 kt als drempelsnelheid (V_{REF} genoemd, 'landing reference speed') correct was en dat het niet verplicht was de in het AOM genoemde windcorrecties toe te voegen. De CvO heeft wellicht de tekst uit het FCOM letterlijk genomen en zich niet gerealiseerd dat een naderingssnelheid ter grootte van de drempelsnelheid gewoon te laag en onveilig is, zeker als het ook nog licht turbulent is. Het FCOM van Martinair was op dit punt niet duidelijk en ook niet correct, zoals in de vorige paragraaf besproken. Staat de autothrottle niet aan, of valt deze uit, dan zou 'met de hand' een naderingssnelheid van ten minste $139 + 5 = 144 \text{ kt}$ moeten worden aangehouden onder dezelfde windcondities.

3.3.11. De berekening van de naderingssnelheid van een DC-10, zoals voorgeschreven in het FCOM, is niet eenvoudig. De variabelen zijn een minimale verhoging van 5 kt boven de drempelsnelheid, de sterkte van de windvlagen en een deel van de constante wind boven 20 kt. Deze berekening zou door de boordwerktuigkundige moeten worden uitgevoerd en op een daartoe ingerichte ruimte op de Landing Data Card moeten worden ingevuld in plaats van alleen de drempelsnelheid, ter voorkoming van fouten. Deze naderingssnelheid moet vervolgens door de vliegers op de autothrottle worden ingesteld. Verderop, in de aanvullende analyse (§ 4.3.2), wordt nog op deze snelheid teruggekomen.

3.3.12. **Subconclusie Landing Data Card in het RvO.** Op de Landing Data Card stond oude en reeds vervallen windinformatie. De op Faro beschikbare landingslengte bij een natte baan zou net toereikend zijn voor de DC-10; het landen op een 'flooded runway' zou niet mogelijk zijn. Het toepassen van de in het Martinair FCOM beschreven berekening van de windcorrectie leidt tot een te lage naderingssnelheid als de autothrottle wordt gebruikt. De vliegers voegden niet de minimale vereiste 5 kt windcorrectie toe aan de door de boordwerktuigkundige verstrekte drempelsnelheid. De juiste naderingssnelheid was niet op de Landing Data Card vermeld. De berekening van de naderingssnelheid in het Martinair FCOM klopt niet indien de autothrottle wordt toegepast.

4. Aanvullende analyse van nadering en landing door AvioConsult

4.1. Inleiding

4.1.1. In Hoofdstuk 3 hierboven werden een aantal paragrafen uit het RvO uitgebreid besproken en becommentarieerd en werden verklarende teksten toegevoegd. In dit hoofdstuk wordt de aanvullende analyse gepresenteerd. Er zijn opmerkingen uit vorige hoofdstukken herhaald en er zullen verwijzingen worden gegeven als dat nodig is voor het verduidelijken van de analyse. Achtereenvolgens komen de diverse aspecten aan de orde die van invloed waren op het laatste deel van de vlucht. Voorafgaand aan de aanvullende analyse een korte uitleg over CWS en over de toegepaste radarwaarnemingen.

4.1.2. **Control Wheel Steering (CWS).** Het eerste deel van de nadering werd nog op de automatische piloot (autopilot) gevlogen (in 'command' mode). Vanaf een radiohoogte van ca. 560 ft werd conform de voorschriften overgeschakeld op de CWS mode van de autopilot. CWS is een mode van het autopilot systeem waarbij de autopilot, zonder dat de vlieger stuurinputs levert, de hoogte- en rolroeren bedient, om een eenmaal ingesteld vliegpad aan te houden zodra er veranderingen

optreden door externe omstandigheden, zoals verstoring door dwarswind of door turbulentie. CWS gebruikt niet de stuurinputs van bv. het navigatiesysteem, maar de op het rol- en hoogtestuur van beide vliegers uitgeoefende krachten.

Indien het pad dat het vliegtuig onder CWS beschrijft afwijkt van het pad dat de vlieger wil dat het vliegtuig volgt, kan een kleine kracht worden uitgeoefend op het hoogte- en/of rolstuur die door de CWS wordt vertaald in een voor de actuele snelheid en overige omstandigheden benodigde uitslag van de betreffende aerodynamische stuurvlakken. Doet de vlieger niets, dan vervolgt het vliegtuig het eerdere ingestelde vliegpad. De inputs van de vliegers worden opgeteld bij de inputs van de sensoren van het autopilotsysteem om de ingenomen stand (of daalsnelheid) te handhaven. De autopilot corrigeert autonoom (en aanvullend) voor turbulentie en andere invloeden van buiten.

Hoogte- en rolsturen van beide vliegers bewegen met de aerodynamische stuurvlakken mee, zodat de vliegers kunnen zien en voelen wat de autopilot aan het doen is. CWS stuurt het richtingsroer niet; richtingsstabiliteit wordt door een zgn. gierendemper verkregen.

Staat de CWS uit, of valt die uit, dan moet de vlieger behalve stuurinputs voor het gewenste vliegpad ook zelf corrigeren voor de externe invloeden. De 'workload' wordt daardoor hoger, maar het is de vraag of de vlieger, in bv. een drukke vluchtfase als de landing, echt merkt dat CWS is uitgevallen, want hij is, zeker op lage hoogte, zeer nadrukkelijk 'in the loop'; zie ook § 3.2.7.

4.1.3. Radarwaarnemingen. In RvO § 1.17.5 staat dat het door MP495 gevolgde traject kon worden bepaald tot aan de landing. In Bijlage 2 is het laatste deel van het naderingspad op de 'Approach Chart' ingetekend in zowel het horizontale als het verticale vlak. Ook staat er dat uit de registratie van data van de radar bij Lissabon kon worden bepaald dat de 'rate of descent' op het moment van de landing 1000 ft/min was (RvO § 2.2.3; in het rapport in de Portugese taal staat overigens 900 ft/min...). Er zou geen significant verschil zijn met de positie- en hoogtegegevens uit het AIDS en DFDR.

Met een gewone verkeersleidingradar, die bovendien op grote afstand van Faro in Lissabon staat, kan onmogelijk de 'rate of descent' van een vliegtuig bij Faro worden bepaald. Slechts een zgn. 'Precision Approach Radar' die op het vliegveld staat kan dat, maar Faro had niet zo'n radar. De antenne van een verkeersleidingradar draait met een niet zo groot toerental rond en ontvangt slechts eenmaal per omwenteling een paar echo's van een vliegtuig. De hogteresolutie van een zich op grote afstand bevindende verkeersleidingradar, die een langzaam draaiende antenne heeft, is niet zo groot als nodig is om betrouwbare hoogtedata te leveren en daaruit een betrouwbare 'rate of descent' te berekenen. Bovendien komen de op de CVR opgenomen mondelinge hoogtegegevens tijdens de nadering niet overeen met het op de 'Approach Chart' ingetekende hoogteprofiel, zie de tabel in Bijlage 2. De herkomst van de op de 'Approach Chart' ingetekende hoogte van het vliegtuig is daarom onduidelijk. Ook niet duidelijk is of de 'range resolution' van de radar (ca. 500 ft per microseconde pulsbreedte) wel toereikend is voor een nauwkeurige weergave van de afgelegde weg in het horizontale vlak zoals door de CvO in Bijlage 2 is ingetekend.

4.2. Naderingskoers

4.2.1. De door de Portugese autoriteiten voorgeschreven nadering voor baan 11 staat weergegeven op een zgn. 'Approach Chart', zie Bijlage 2, die deels is overgenomen in onderstaande figuur. Hierop is de nadering van MP495 ingetekend door de CvO. Na het vanuit het Noorden passeren van het VOR/DME baken op het vliegveld op een hoogte van 4000 ft moet een Cat. C/D vliegtuig (naderingssnelheid 121 – 140 kt / 141 – 165 kt), waartoe een DC-10 behoort, de radiaal C/D 269° vanaf het VOR/DME baken gaan volgen tot de afstand daarvandaan 8 nm is.

4.2.2. Uit het in Bijlage 2 en Figuur 4 hieronder geplote naderingspad van het vliegtuig blijkt dat op ca. 8 nm van het VOR-baken de bocht naar de naderingskoers werd ingezet. Op de CVR (07:26:43 UTC) is opgenomen dat de gezagvoerder toestemming gaf om op 8 nm in te draaien. De naderingsradiaal van 111° werd door de gezagvoerder ingesteld om 07:28:36 UTC om de 111° naderingsradiaal op het instrument van de copiloot te laten verschijnen. Even later zegt de copiloot een koers van 080° te willen wat de gezagvoerder bevestigde. Een koersverschil van 30° wordt doorgaans gebruikt om de aanvliegradiaal (111°) te onderscheppen. Zodra de naderingsradiaal bijna wordt bereikt toont een instrument dat aan en moet de koers 30° worden verlegd naar de naderingsradiaal. In dit geval zette de copiloot met de automatische piloot de bocht in en kwam precies op de ingestelde koers van 080 uit, zoals blijkt uit het door de CvO ingetekende naderingspad. Of daarna de naderingsradiaal van 111° werd ingesteld werd niet opgenomen op de CVR. Als gevolg van de niet (tijdig) ingestelde 111° naderingsradiaal, werd de nadering van die radiaal niet tijdig opgemerkt, kwam de reactie te laat en ziet de laatste bocht er op de radarplot in Bijlage 2

nogal verwaaid uit omdat blijkbaar geen rekening werd gehouden met de invloed van de zuidenwind. De copiloot zou eerder moeten hebben ingedraaid, zeker met de heersende wind. De vliegers moeten zich zeer bewust zijn geweest van de grote afwijking van de naderingsradiaal omdat deze zeer duidelijk afleesbaar moet zijn geweest op beide 'Horizontal Situation Indicators' (en vermoedelijk ook op de beide Attitude Director Indicators (ADI) in de cockpit). Het uitvoeren van correctieve actie, het ruimen van de koers om op de juiste naderingsgrondkoers (VOR-baken radiaal) te komen, bleef vervolgens uit. Een mogelijkheid is dat de vliegers een koers hebben ingesteld rechtstreeks naar het VOR-baken.

4.2.3. De gezagvoerder suggereerde op ca. 5 nm afstand (CVR 07:30:47 UTC) de nadering uit

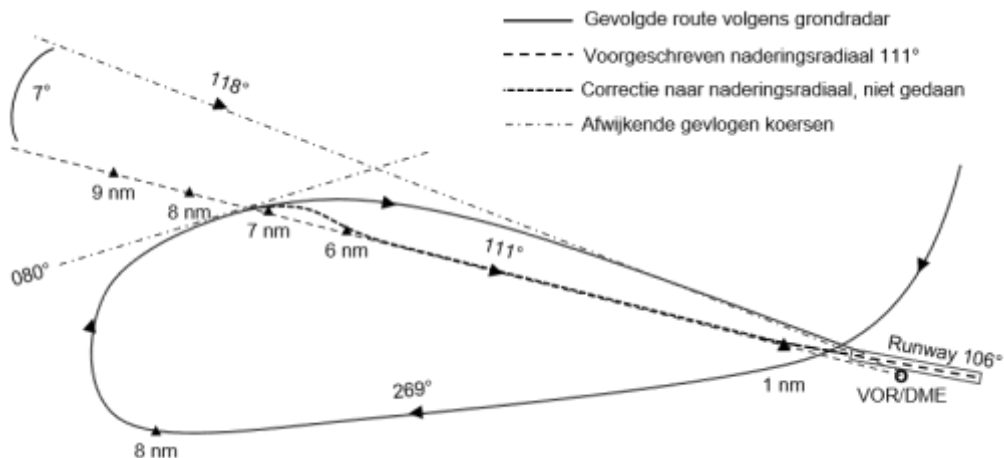


Fig. 4. Nadering vliegveld Faro uit Approach Chart, uit Bijlage 2.

te voeren met een (lucht)koers van ongeveer 123°, om te compenseren voor de zuidelijke dwarswind, waarvan de (plaatselijke) richting 185° moet zijn geweest, zie § 2.3.8. Het NTSB rapport (Ref. 2) noemde een van de DFDR afgelezen gevolgde koers van 125° (Tabel 1, pag. 7, zie ook Bijlage 5); in de grafieken van het RvO ontbreekt deze koersgrafiek. Voor het opnieuw onder een hoek van 30° 'onderscheppen' van de naderingsradiaal zou, rekening houdend met de wind, een koers tussen 140° en 151° nodig zijn geweest. Een dergelijke koers werd niet geregistreerd in de DFDR en dus niet gevolgen.

Volgens de in het RvO verstrekte radargegevens (waarvan voorlopig wordt uitgegaan dat deze correct zijn) was de afwijking van het gevolgde naderingspad ten opzichte van het voorgeschreven naderingspad nog liefst ca. 1 km (!) op een afstand van ca. 5 nm vanaf het VOR/DME baken op het vliegveld (zie Bijlage 2). Met een correct ingestelde naderingsradiaal (van 111°) moet de wijzer van de VOR-indicator bijna geheel rechts hebben gestaan (3,5 dots, overeenkomend met een afwijking van ca. 7°), als opdracht om de (grond)koers naar rechts te verleggen, dus meer op te sturen tegen de heersende dwarswind, tenzij een directe naderingskoers werd ingesteld die volgens de radar dan 118° moet zijn geweest. Aan het op de radarplot ingetekende vliegpad (Bijlage 2) te zien heeft men geen enkele moeite gedaan om op de juiste en voorgeschreven naderingsradiaal terecht te komen. Bij het passeren van 500 ft hoogte was de horizontale afstand tot het voorgeschreven naderingspad nog ca. 400 m. Dit moet ook goed zichtbaar zijn geweest omdat de baanverlichting aan en het nog schemerdonker was. Bovendien had de verkeersleiding aan MP495 gevraagd of ze de baanlampen konden zien, hetgeen werd bevestigd (07:32:14 UTC, 66 sec. voor de landing). Dertig seconden eerder had de gezagvoerder nog gezegd "ja, je kan de baan zien" (07:31:46 UTC). Een visuele nadering behoort volgens het FCOM (RvO § 2.2.3) vanaf een hoogte van 500 ft **stabiel** te zijn, d.w.z. het naderingspad is binnen bepaalde grenzen van het verlengde van de middenlijn van de landingsbaan (<2,5°), de vliegsnelheid is de voorgeschreven naderings-snelheid en de stuwkracht van de motoren is stabiel voor het handhaven van die snelheid zowel als voor het volgen van het juiste glijpad (daalsnelheid). De nadering van de DC-10 was dus niet stabiel en had op dat moment al moeten worden afgebroken. Door het uitstellen van de doorstart onder 500 ft hoogte werden de problemen alleen maar groter.

4.2.4. Een bijkomende moeilijkheid voor het naderen van baan 11 van Faro is het al eerder beschreven hoekverschil (de 'offset') van 5° tussen de 'runway heading' (106°) en de voorgeschreven aanvliegkoers (111°) die een gevolg is van de locatie van het VOR/DME baken, halverwege en

240 m ten zuiden van de landingsbaan-as op het vliegveld – zie de 'NOTE' over de 'offset' in Bijlage 2. Het hoekverschil maakt het nodig om op een afstand van 1 nm voor de landingsbaan (ca. 25 sec. resterende vliegtijd en op een hoogte van ca. 300 ft) een koerscorrectie uit te voeren van 5° naar links. De vliegers waren zich bewust van deze situatie, gezien de opmerkingen daarover op de CVR (07:01:00), een half uur voor de landing. Uit de DFDR koersgrafiek en uit de stuurgrafieken blijkt niet dat deze koerscorrectie werd uitgevoerd, wat ook een aanwijzing is dat niet op de voorgeschreven 'offset' grondkoers (111°) werd gevlogen, zie Bijlage 2.

4.2.5. De grondkoers van het gevolgde schuine naderingspad was volgens de radar ca. 118°. De benodigde opstuurhoek voor een wind van 190°/20 kt was 8°, zie Figuur 5 hieronder, waardoor de koers 126° moet zijn geweest. Dat komt overeen met de koers van 125° die werd geregistreerd door de DFDR; een verschil van 1°, een afrondingsfout. Al vanaf het begin van de nadering, na de laatste bocht, werd onvoldoende opgestuurd in de richting van de heersende dwarswind en werd, zoals blijkt uit de radarplot (Bijlage 2), de DFDR data (Bijlage 3), samengevat in Figuur 4 hierboven, geen poging tot correctie gedaan om naar de naderingsradiaal te vliegen. Uit het door de Portugese CvO ingetekende naderingspad (Bijlage 2) blijkt dat het vliegtuig de verlengde middenlijn van de landingsbaan nooit heeft bereikt, maar de landingsbaan van de zijkant naderde. Het naderingspad lag dus niet binnen de vereiste hoek (2,5°) voor een stabiele nadering. De nadering werd niet nauwkeurig en niet volgens de 'Approach Chart' gevlogen en kan derhalve beslist niet een stabiele nadering worden genoemd naar de vereisten in het FCOM (§ 4.2.3 hierboven). Ook om deze reden had de nadering moeten worden afgebroken.

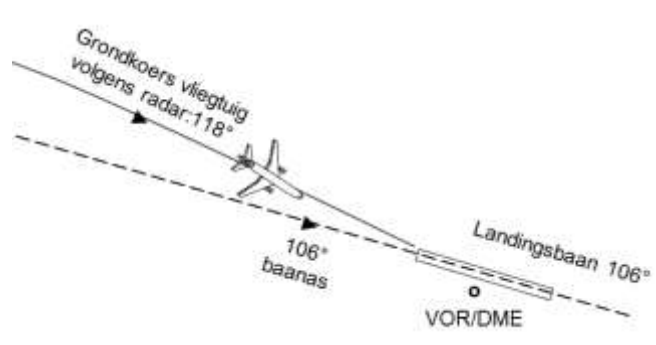


Fig. 5. Windcorrectie bij wind uit 190° met 20 kt, en bij een vliegsnelheid van 139 kt is 8° naar rechts. De koers moet dus 126° zijn geweest (conform DFDR)

4.2.6. Vanaf 42 seconden voor de landing werd, vermoedelijk om de langsas van het vliegtuig in lijn te brengen met de landingsbaan, regelmatig links voetenstuur gegeven tot liefst 30% van de max. mogelijke uitslag, wat vrij fors is en bovendien veel te vroeg en op te grote hoogte (ca. 450 ft). Gierbewegingen (om de top-as van het vliegtuig) als gevolg van invloeden van buitenaf, zoals in sterke wisselende dwarswind, worden automatisch en zonder tussenkomst van de vlieger tegengestuurd door de gierdemper. Zodra het vliegtuig door externe invloeden gaat gieren stuurt de demper een tegengesteld stuursignaal naar de (bovenste en onderste) richtingsroeren. Geeft een vlieger via het voeten-/ richtingsstuur ook inputs, dan worden die opgeteld bij de inputs afkomstig van de gierdemper. Uit de grafieken in het RvO (Bijlage 6) is te zien dat de vlieger vanaf ca. 42 sec. voor de landing grote inputs met zijn voetenstuur toevoegde aan de overige inputs van de gierdemper. Deze stuurinputs zijn normaal helemaal niet nodig, alleen bij het oplijnen net voor de landing. Dit ongewenste stuurgedrag veroorzaakte als neveneffecten ook richtings- en rolhoekveranderingen en bovendien een slippende vlucht met gevolgen voor de weerstand en daarmee voor de vliegsnelheid, daalhoek en motorvermogen (door autothrottle). Rolhoekverandering is het neveneffect van gieren; de buitenvleugel krijgt meer snelheid en genereert dus meer lift wat door rolstuur moet worden tegengewerkt. Hierdoor ontstonden meer onrustige bewegingen van het vliegtuig dan alleen die als gevolg van de lichte turbulentie die dus werden veroorzaakt door de vlieger zelf. In plaats van de naderingskoers te corrigeren met rolstuur, zoals dat behoort, gebruikte de vlieger het richtingsroer (via het voetenstuur), een beginnersfout en een ernstige tekortkoming in de training. In de gecombineerde grafiek in Bijlage 5 is het richtingsroergebruik met tekstvakken geïllustreerd.

4.2.7. **Subconclusies naderingskoers.** Op en onder 500 ft hoogte vloog het vliegtuig nog steeds niet op de voorgeschreven naderingsradiaal, de afwijking van de voorgeschreven naderingskoers

was veel te groot en er werd niet tijdig en onvoldoende gecorrigeerd voor de heersende dwarswind. De vlieger veroorzaakte variaties in richting en rolhoek door onnodige stuurinputs waardoor ook snelheidsvariaties en motortoerentalvariaties optraden; dit duidt op een tekortkoming in de training. De nadering was dus zeker niet stabiel, zoals is voorgeschreven voor hoogtes onder 500 ft en had om meerdere redenen moeten worden afgebroken. De nadering werd niet correct gevlogen en niet tijdig door de gezagvoerder gecorrigeerd.

4.3. Naderingssnelheid

4.3.1. De gekozen flapstand en de daarbij behorende naderings- en drempelsnelheden werden al in § 3.3.5 besproken. Op de Landing Data Card die door de boordwerktuigkundige was ingevuld en aan de vliegers was verstrekt (Bijlage 1) stond een drempelsnelheid van 139 kt. De vliegers behoren daaraan ten minste 5 kt toe te voegen en, in dit geval 144 kt, in te stellen op het bedieningspaneel van de autothrottle. Bij windvlagen of hogere continue wind dan 20 kt moeten de vliegers zelf de toevoeging berekenen en toepassen. Zodra er turbulentie is of windvlagen zijn voegt de autothrottle automatisch een additionele 5 kt toe als windvlaagbescherming (§ 3.3.9). Deze 5 kt mag volgens het FCOM op de naderingssnelheid in mindering worden gebracht indien de autothrottle wordt gebruikt maar, zoals eerder werd uitgelegd, kan dit niet kloppen (§ 3.3.9). Zodra namelijk de windvlagen of turbulentie wegvalt reduceert de autothrottle met 5 kt en is de naderingssnelheid gelijk aan de drempelsnelheid, wat niet veilig genoeg is. De vliegers verklaarden (RvO § 1.17.4) dat zij 144 kt hadden ingesteld, maar de onderzoekers troffen in het wrak een instelling van 139 kt aan, 5 kt te laag. Volgens het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2, zie Tabel 1 op pag. 7) was de vliegsnelheid 90 sec. voor 'touchdown' 140 kt, 1 kt boven de ingestelde 139 kt, maar eigenlijk dus 4 kt te laag. De snelheidsgrafiek in het RvO gaf op dat moment een snelheid van 143 kt; een te groot verschil met de in het DFDR Factual Report van de NTSB genoemde snelheid. Onduidelijk is hoe dit verschil is ontstaan. Uitgaande van de DFDR-snelheid kan worden gesteld dat er blijkbaar geen windvlagen waren, waardoor het autothrottle-systeem de naderingssnelheid niet met de windvlaagbescherming verhoogde, waardoor de snelheid te laag was. Het is onduidelijk waarom de toevoeging niet werd gecontroleerd en gecorrigeerd en waarom de naderingssnelheid niet werd bewaakt.

4.3.2. Uit de data afkomstig van grafiek 18 uit Annex 9 het RvO (zie ook Bijlage 9) blijkt dat de vliegsnelheid vanaf 54 sec. voor 'touchdown' varieerde tussen 138 en 150 kt, vermoedelijk door de lichte turbulentie (gierdemper en gust toename door ATS) en later ook door de al in § 3.2.3 genoemde onnodige richtingsstuurinputs en de daardoor veroorzaakte weerstandveranderingen. Totdat op de CWS mode van de autopilot werd overgeschakeld bleef de snelheid volgens het RvO boven 144 kt, de ingestelde 139 kt plus – vermoedelijk – de automatische windvlaagtoevoeging van het autothrottle systeem van 5 kt. Nadat op CWS werd overgeschakeld zijn een drietal snelheidsdips te zien tot ca. 140, 138 en 139 kt (Bijlage 9) terwijl er ook lichte turbulentie was, maar vermoedelijk geen windvlagen; niet bekend is hoe het autothrottle systeem dit bepaalt. Een naderingssnelheid ter grootte van de drempelsnelheid ('threshold speed') is een te lage naderingssnelheid; de naderingssnelheid moet altijd ten minste 5 kt hoger zijn dan de drempelsnelheid. Indien de windsterkte boven 20 kt is, of er zijn windvlagen, dan kan de naderingssnelheid zelfs tot 20 kt hoger moeten worden dan de drempelsnelheid. De snelheid tijdens de nadering was echter een aantal keren te laag wat kan inhouden dat of de automatische windvlaagtoevoeging van de autothrottle niet goed werkte, of de vlieger toch ook zelf de gashendels bediende of zelfs dat de geconstateerde fout tussen de snelheden in de DFDR en de RvO grafieken bleef bestaan.

Ook een mogelijkheid is dat de procedure in het FCOM ten aanzien van de verlaging van 5 kt bij ingeschakelde autothrottle onjuist was (§ 4.3.1). Indien ervan wordt uitgegaan dat de vlieger de gashendels niet bediende (tot de laatste 15 seconden van de vlucht) en dat het autothrottle systeem het motorvermogen regelde, dan moet toch worden geconstateerd dat er iets niet in orde was. De naderingssnelheid, die continu op de snelheidsmeter voor beide vliegers wordt getoond, was te laag. Op de Martinair Landing Data Card was ruimte voor het vermelden van de vereiste drempelsnelheid, maar niet voor de naderingssnelheid, die tot wel 20 kt hoger kan zijn dan de drempelsnelheid. Dit moet als tekortkoming worden gezien (§ 3.3.8), omdat de berekende en voor de veiligheid noodzakelijke naderingssnelheid met of zonder ingeschakelde autothrottle niet goed kan worden bewaakt, wat toch het doel is van voor beide vliegers zichtbare plek bevestigde Landing Data Card. Mede gezien de lichte turbulentie, die tot hogere alertheid had moeten leiden, was er onvoldoende toezicht door de gezagvoerder op de naderingssnelheid gedurende de gehele nadering en nam hij geen corrigerende maatregelen.

4.3.3. Vanaf 15 sec. voor 'touchdown', op een radiohoogte van 150 ft, gingen de gashendels dicht tot 40% N1 (Bijlage 9). Het autothrottle systeem, dat volgens de NTSB (Ref. 2) op dat moment nog was ingeschakeld, gaat normaal pas naar een zgn. 'programmed rate to bleed off speed for flare and landing' (een voorgeprogrammeerd motorvermogen-reductieschema) als de radiohoogte kleiner is dan 50 ft (Ref. 3). Zodra daarna de wielen van het hoofdlandingsgestel de landingsbaan raken en gaan draaien worden de gashendels snel geheel gesloten. Het lijkt er dus op dat de gashendels door de vlieger te vroeg met de hand werden dichtgetrokken of dicht gehouden. Dit is tegen de voorschriften voor het vliegen in windshear en turbulentie (FCOM, Ref. 3). Dan moet door de vlieger juist worden voorkomen dat een ingeschakeld autothrottle systeem het toerental (te ver) reduceert door een hand op de gashendels te leggen om met de bediening daarvan door autothrottle mee te voelen en in te grijpen zodra de gashendels door de autothrottle op een verkeerd moment, bv. bij een kortstondige snelheids- of hoogtetoename, te ver worden gesloten, want het vanaf een laag toerental laten toenemen van de stuwkracht van een turbofan motor, kost zoveel tijd (6 – 8 sec.) dat de toename wel eens niet snel genoeg kan zijn om de gewenste daalhoek (vliegpad) te kunnen aanhouden of alsnog een doorstart te initiëren. Daarom moet het voor de gewenste daalhoek benodigde toerental worden gehandhaafd totdat de hoogte 50 ft boven het baanniveau is. Het handhaven van het toerental is ook een van de voorwaarden voor een stabiele nadering, zoals in § 4.2.3 werd uitgelegd. De vlieger voorkwam de grote gashendel variaties door de autothrottle niet en bediende de gashendels daarom niet volgens de regels; de gezagvoerder controleerde en corrigeerde dit te laat. Het toerental was op 50 ft hoogte al zover teruggelopen dat de motoren niet snel genoeg voldoende vermogen konden opbouwen voor de alsnog geïnitieerde doorstart.

4.3.4. Bij ernstige turbulentie of hevige regen moet het autothrottle systeem worden uitgeschakeld (FCOM 04.85.07). Dit was uiteraard bij de vliegers bekend, maar werd niet gedaan zodat mag worden aangenomen dat zij de turbulentie niet ernstig vonden en dat er geen hevige regen was.

4.3.5. Vanaf 10 sec. voor 'touchdown' nam de vliegsnelheid af tot 141 kt en, nadat CWS off was, lineair tot een te lage 134 kt, waarna de weergave van de snelheid in deze Annex, 3 sec. voor 'touchdown' en vanaf een hoogte van 50 ft, om onbekende redenen stopte. Het lijkt erop dat deze hoogtedata bewust uit het RvO is weggelaten, want de NTSB schrijft er wel over in hun DFDR Factual Report (Ref. 2). Volgens dit 'Report' was de 'threshold' snelheid ca. 134 kt, 5 kt onder de voorgeschreven drempelsnelheid van 139 kt; dit is ook te zien in Bijlage 3. Door deze lagere snelheid werd de door de vleugels gegenereerde draagkracht – die evenredig is met het kwadraat van de snelheid – kleiner wat tijdens andere vluchtfases dan een landing gecompenseerd zou kunnen worden door een toename van de invalshoek (neus omhoog) en met motorvermogen, maar dit laatste was in dit geval niet (snel genoeg) meer mogelijk omdat de gashendels al dicht waren getrokken.

4.3.6. Circa drie seconden voor 'touchdown' werden de gashendels naar voren geschoven. Het toerental van de motoren nam weliswaar toe, maar te laat om tijdig voldoende vermogen op te bouwen voor een doorstart. De toename van toerental N1 (de 'fans' die 75% van het vermogen leveren) is tot na 'touchdown' op de grafieken van de NTSB te zien (Bijlage 3) te zien; de grafieken van 'fuel flow', uitlaatgastemperatuur (EGT) en N2 (het turbine toerental) in het RvO stopten ook bij een radiohoogte van 50 voet, drie seconden voor 'touchdown', of werden gewist.

4.3.7. **Subconclusies naderingssnelheid.** Er werden verschillen geconstateerd tussen de snelheidsdata die door de NTSB werden verstrekt en de snelheidsdata in de grafieken van het RvO. In het eerste deel van de nadering was de snelheid volgens de NTSB al te laag. De ingestelde naderingssnelheid op de autothrottle was 139 kt, 5 kt te laag, zie ook Bijlage 5. Later varieerde de naderingssnelheid, vermoedelijk door de automatische windvlaagcorrectie van het autothrottle systeem of door de lichte turbulentie, maar ook door onnodige richtingsstuurinputs van de vlieger, en daalde zelfs tot nabij en onder de drempelsnelheid. De FCOM procedure is niet duidelijk voor het berekenen van de naderingssnelheid bij ingeschakelde autothrottle. De gezagvoerder greep niet in.

4.3.8. Op 50 ft radiohoogte (op Faro nog voor de baandrempel) was de snelheid teruggelopen tot 134 kt. De snelheid was dus 10 kt lager geworden dan de voorgeschreven naderingssnelheid en 5 kt lager dan de voorgeschreven drempelsnelheid, te laag voor een veilige nadering onder de heersende weersomstandigheden. Op de Martinair Landing Data Card was geen ruimte ingericht voor de naderingssnelheid, alleen voor de drempelsnelheid. Het toezicht op de goede werking van de autothrottle en het aanhouden van de juiste, veilige, naderingssnelheid werd daardoor bemoeilijkt.

4.3.9. De gashendels van de motoren werden tijdens het laatste deel van de nadering al op een hoogte van 150 ft dichtgetrokken door de vlieger, tegen de voorschriften in. De 2½ sec. voor de landing door de gezagvoerder geïnitieerde doorstartpoging kwam te laat.

4.4. Glijpad

4.4.1. Volgens de radarplot in het onderste deel van Bijlage 2 werd het aanvliegp pad in het verticale vlak, het glijpad, niet nauwkeurig gevlogen. Uit het ingetekende pad blijkt dat het vliegtuig steeds boven het glijpad vloog. Dit komt echter niet overeen met de hoogtemeldingen door de gezagvoerder tijdens de nadering op resp. 6, 5, 4 en 3 nm afstand van het VOR/DME navigatiebaken op het vliegveld die op de CVR werden opgenomen. Deze hoogtes staan ook in Bijlage 2 geplott en getabelleerd; er werd tot max. 110 ft onder het voorgeschreven glijpad gevlogen. De hoogte was op 3 nm afstand nog 70 ft te laag, lager dan het door de CvO ingetekende glijpad. Wellicht was de bron van de door de CvO gebruikte hoogtedata (een radar op grote afstand) niet erg accuraat, zie ook § 4.1.3. Ook is het mogelijk dat de afwijking van de toegepaste klokken invloed had (§ 2.2.3). Het door de naast de landingsbaan opgestelde PAPI aangegeven glijpad was 5,2% (zie Bijlage 2), overeenkomend met een daalhoek van bijna 3°. Bij het volgen van het juiste glijpad van de PAPI (zie de voetnoot op pag. 3) zien de vliegers evenveel rode als witte lampen; is de hoogte te laag, dan zien ze meer rode dan witte lampen. Er werd in ieder geval gecorrigeerd (§ 3.1.10). Er werden verschillen geconstateerd tussen de hoogte-informatie in het RvO en in het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2, zie ook Tabel 1 op pag. 7). Voor een betere analyse zouden alle originele DFDR grafieken van de NTSB nodig zijn.

4.4.2. **Subconclusie glijpad.** Er waren verschillen in de gevlogen glijpadhoogte tussen DFDR data en het ingetekende glijpad in de grafieken van het RvO. De nadering in het verticale vlak was volgens het transcript van de CVR lager dan in het RvO aangegeven en was op 3 nm nog 70 ft te laag. De kwaliteit van de grafieken en gegevens over de herkomst van de glijpadhoogte-data in het RvO liet te wensen over.

4.5. Actuele wind en conditie van de landingsbaan

4.5.1. In § 2.3.8 werd de bij de bemanning bekende meteorologische informatie al besproken. Op ca. 13 min. voor de landing werd door de verkeersleiding een wind van 150°/ 24 kt opgegeven aan vertrekkende vlucht TP120. "De crosswind component hiervan (16,7 kt) was hoger dan voor een DC-10 is toegestaan op een 'wet runway'. Op ruim 10 min. voor de landing, toen de hoogte nog 4000 ft was, meldde vertrekkende vlucht TP120 dat zij op 8000 ft 'in the middle of a thunderstorm' zaten. De exacte locatie van TP120 kon niet worden vastgesteld, maar een gewaarschuwd vlieger... Op 7 min. voor de landing gaf de verkeersleiding aan de voor de MP495 landende Martinair vlucht MP461 een wind van 150°/20 kt (dwarswindcomponent 13 kt) door, zie ook Figuur 6 hieronder, en de melding dat de 'runway flooded' was. De vliegers luisterden op dezelfde frequentie uit en moesten al deze berichten hebben gehoord; ze werden immers op de CVR van MP495 opgenomen. Op 4½ min. voor de landing meldde de verkeersleiding ook aan MP495 dat de landingsbaan 'flooded' was. De gezagvoerder verklaarde tegenover de Portugese politie: "If the runway is actually flooded, that means 'standing water' to me. In that case, the breaking action is 'poor' and the crosswind limit is reduced to 5 kt." "Flooded" was al geruime tijd door de ICAO gedefinieerd in Doc. 4444 (PANS-RAC), § 3.1.9 en § 4.3.4. De beschikbare landingslengte op de 'flooded' landingsbaan van Faro (waarop de 'braking action poor' was) zou volgens de door de boordwerktuig-

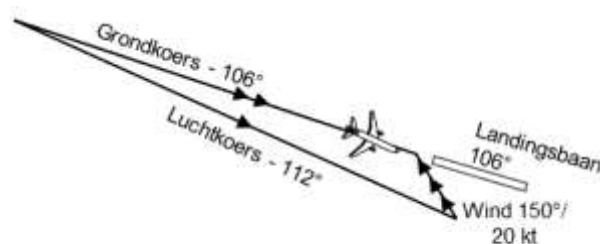


Fig. 6. De windcorrectie bij wind uit 150° met 20 kt, en bij een vliegsnelheid van 139 kt is 6° naar rechts.

kundige ingevulde Landing Data Card (Bijlage 1) bij lange na niet toereikend zijn om het vliegtuig tot stilstand te brengen voor het bereiken van het einde van de landingsbaan. Er zou op grond van

de berichten rekening moeten zijn gehouden met een doorstart en met het wachten op betere condities of met het uitwijken naar een ander vliegveld.

4.5.2. Tegelijk met de landingsklaring, 64 sec. voor 'touchdown' op een radiohoogte van ca. 700 ft, ontving de bemanning ook windinformatie van de verkeerstoren: 150°/ 15, max. 20 kt. Dit is geïllustreerd in een winddriehoek in Figuur 6 hierboven.

De max. dwarswindcomponent was dus $20 \cdot \sin(150^\circ - 106^\circ) = 13,9$ kt, slechts 1,1 kt onder de voor de 'braking action medium' van een natte landingsbaan voorgeschreven limiet van 15 kt. Op 150 ft radiohoogte, 10 sec. voor 'touchdown', las de gezagvoerder de actuele, door het traagheidsnavigatiesysteem (AINS) van zijn vliegtuig berekende wind af van de display: 190°/ 20 kt, zie Figuur 7 hieronder. De dwarswindcomponent hiervan was $20 \cdot \sin(190^\circ - 106^\circ) = 19,9$ kt, wat veel hoger is dan de voorgeschreven limiet (15 kt) voor slechts een 'wet runway' en heel veel hoger dan de 5 kt limiet voor een 'flooded runway'. Deze eigen waarneming van de op dat moment heersende wind en ook de op dat moment optredende (lichte) turbulentie heeft niet geleid tot 'alarmbelletjes' in de hoofden van de vliegers en tot het afbreken van de nadering, wat op die hoogte en met het op dat moment ingestelde vermogen van de motoren nog wel mogelijk was geweest. Het aflezen van de wind van het AINS is een standaardprocedure in het Martinair Flight Ops Manual (BIM) § 3.1.7, waarin onder meer staat dat "Inertial data gemonitord moet worden om vroegtijdig shear te kunnen herkennen"; hiermee kan niet anders dan de door de AINS berekende wind worden bedoeld. De bemanning was er dus van op de hoogte dat de heersende wind steeds dichtbij de dwarswindlimiet van het vliegtuig was voor het landen op slechts een 'wet runway' en die zelfs al eens had overschreden. Bovendien was de wind uit eigen waarneming van het AINS-display zelfs ruimschoots boven de limiet. Met de afgelezen wind had iets kunnen en moeten worden gedaan, ook al was er zijslip door de richtingsroeruitslagen. Ook op grond van de te hoge afgelezen wind had een doorstart moeten worden geïnitieerd.

In dezelfde BIM paragraaf staat ook: "Delay approach or divert if severe thunderstorms are present in the approach area". Deze aanwijzing werd niet gevolgd.

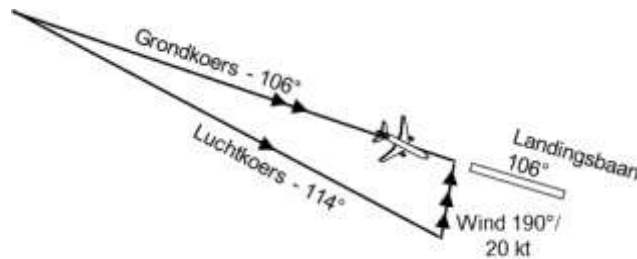


Fig. 7. De windcorrectie bij wind uit 190 met 20 kt, en bij een vliegsnelheid van 139 kt is 8° naar rechts.

4.5.3. *Effect dwarswind op de nadering.* Data die niet in de grafieken in het RvO zijn opgenomen, maar voor een goede analyse wel gewenst zijn omvatten ook de magnetische (kompas)koers en luchtdrukhoogte. Het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) rapporteerde hier wel over (zie Bijlage 3), maar deze data zijn om onduidelijke redenen niet overgenomen in het RvO. Aan de hand van de magnetische koers kan ook worden vastgesteld of het vliegtuig door een plotselinge dwarswind zou zijn geraakt. Het zijdelingse oppervlak achter het zwaartepunt is namelijk groter dan het oppervlak ervoor, zodat het weerhaaneffect (van de verticale staart) bij de voorliggende koers en plotseling toenemende zuidelijke wind zou hebben gezorgd voor het (kortstondig) ruimen van de koers, de massatraagheid uiteraard in acht nemend. In de van de NTSB afkomstige koersgrafiek in Bijlage 3 (of Bijlage 5) is te zien dat de koers twee seconden voor 'touchdown' inderdaad bijna 5° ruimde, maar dit kan ook het gevolg zijn van de richtingsroeruitslag die op dat moment van links naar het midden ging (§ 4.3.3) en van de naar rechts uitgeslagen rolroeren (Bijlage 4). Het laatste deel van de richtingsstuurgrafiek werd in de RvO grafiek niet weergegeven (Bijlage 6).

4.5.4. **Subconclusie actuele wind.** De 10 seconden voor de landing in het vliegtuig afgelezen wind (190°/ 20 kt) was hoger dan de voorgeschreven limiet. Bovendien zou de 'flooded' landingsbaan veel te kort zijn om tijdig tot stilstand te kunnen komen. Ook om deze redenen had de landing niet mogen worden uitgevoerd. Ook de voor dit deel van de analyse benodigde data was uit het RvO 'weggelaten'.

4.6. Landing

4.6.1. *Oplijnen.* Ter voorkoming van een traverserende landing werd getracht de langsas van het vliegtuig kort voor de landing in de richting van de landingsbaan (106°) te brengen met het voetenstuur. Tijdens deze manoeuvre, het oplijnen maar ook wel 'de-crabben' genoemd, waarvoor het richtingsroer van de DC-10 met het voetenstuur naar links werd uitgeslagen (RvO, grafiek 6, zie ook Bijlage 6), gierende het vliegtuig niet alleen om het zwaartepunt naar links, maar rolde het vliegtuig ook naar links omdat door het gieren de rechtervleugel meer snelheid kreeg dan de linker – en dus meer draagkracht genereerde – waardoor tegenstuur met rolroeren nodig zou zijn geweest; de normale procedure. Om vervolgens, bij de heersende dwarswind, in het verlengde van het midden van de landingsbaan te blijven zou de rechtervleugel lager moeten worden gehouden om een tegen de dwarswind gerichte dwarskracht te genereren ter grootte van de door de dwarswind veroorzaakte dwarskracht, maar dat gebeurde niet. Door niet naar rechts te rollen drift een vliegtuig onder invloed van de dwarswind (wordt verlijerd, ten opzichte van de gevolgde koers). De rechtervleugel mag overigens niet te laag worden gehouden, anders zouden of de rechter landingskleppen of de vleugeltip de grond raken bij 'touchdown', wat mede de reden is voor het bestaan van een dwarswindlimiet (§ 4.6.4).

Het oplijnen met de richting van de landingsbaan begon op een radiohoogte van 150 ft (RvO), volgens de NTSB op 104,3 ft. Eerder, in § 4.2.5, werd opgemerkt dat op 450 ft hoogte en 40 sec. voor de landing al grote richtingsstuurinputs werden gegeven; veel te vroeg.

Door de vleugel lager te houden neemt de weerstand en daardoor de daalsnelheid ('rate of descent') iets toe wat door toename van de langshelling (pitch) en motorvermogen gecompenseerd kan worden. De gashendels van de motoren werden echter door de vlieger al vroegtijdig naar 'idle' getrokken zodat compensatie door motorvermogen niet meer mogelijk was en de daalsnelheid ook hierdoor kon toenemen. Door de neus in de laatste twee seconden met het hoogtestuur op te trekken nam de lift van de vleugels toe en werd een te hoge daalsnelheid voorkomen. Dit ging wel ten koste van de snelheid. Zie de langshelling-grafiek in Bijlage 3 of in Bijlage 9 (waar deze grafiek wel doorloopt).

4.6.2. Het vliegtuig landde aan de linkerzijde van, en half naast de baan (§ 3.1.15). In § 4.2.4 is de mogelijkheid besproken dat het vliegtuig de baan schuin van links zou zijn genaderd en net niet geheel bereikte. Dit is op te maken uit de geregistreerde stuurinputs en vliegtuigbewegingen.

4.6.3. Het rolstuur om te compenseren voor de heersende dwarswind kwam echter niet, zoals zou mogen worden verwacht, nagenoeg gelijktijdig met de richtingsroeruitslag, maar pas 3 sec. later. Het vliegtuig moet toen al in de richting van de linkerzijde van de landingsbaan zijn gedrift onder invloed van de heersende dwarswindcomponent, als het al op de verlengde middenlijn van de landingsbaan vloog. In het RvO werd gesteld dat de langsas van het vliegtuig op het moment van 'touchdown' niet in lijn was met de richting van de landingsbaan, maar nog 11° naar rechts was. De grafiek met de magnetische koers om dit te kunnen verifiëren was uit het RvO weggelaten, maar staat wel in de DFDR grafiek (Bijlage 3 en Bijlage 5). Daarin is ook te zien dat de koers van het vliegtuig tijdens de gehele nadering niet op de koers van de landingsbaan geweest (106°). Er werd dus niet opgelijnd, waarschijnlijk omdat het vliegtuig links van de verlengde baan van de landingsbaan aanvloog. In de grafieken voor snelheid en hoogte in Annex 9 van het RvO (Bijlage 9) werd het laatste deel, vanaf 50 ft hoogte, ca. 3 sec. voor 'touchdown', ook niet weergegeven. De NTSB beschikte blijkbaar wel over deze uit de DFDR afkomstige data gezien de opmerkingen daarover in hun DFDR Factual Report (Ref. 2), zie Tabel 1 op pag. 7 en Bijlage 3. Uit de grafiek van de zijwaartse versnelling (g, Bijlage 3) blijkt dat er versnellingen naar links en rechts optraden bij de landing. Dit geeft ook aan dat het vliegtuig traverserend landde, oftewel niet opgelijnd was. Zoals eerder gesteld mag met een DC-10 niet traverserend worden geland (zie ook § 4.6.9 hieronder). Het lijkt er op dat de manoeuvre om de langsas van het vliegtuig in lijn te krijgen en te houden met het midden van de landingsbaan niet volledig en niet correct werd uitgevoerd. Dit kan zijn veroorzaakt doordat tijdens de nadering niet de juiste grondkoers werd gevolgd (zie § 4.2.3) waardoor de landingsbaan van de zijkant werd genaderd (§ 4.2.4). Dit blijkt uit de rolhoek die 7 sec. voor de landing nog 16° naar links was en daarna 0 (vleugels horizontaal) bij een koers van ca. 112°, tot een seconde voor touchdown, bij de heersende dwarswind. Deze rolhoek zou niet nodig zijn geweest als recht voor de baan werd gevlogen; dan zou de rolhoek de andere kant op zijn geweest, tegen de wind. De captain wilde het vliegtuig wellicht nog wat zuidelijker laten vliegen om de middenlijn van de landingsbaan te bereiken. Op het laatste moment ging het richtingsroer weer een beetje naar links en de rolhoek naar rechts. Na de landing ging het

richtingsstuur geheel naar links om het vliegtuig in rechte lijn te houden. De rolhoek nam toe tot 22° naar rechts en werd daarna even 0.

4.6.4. Uit het FCOM, 07-50-01, blijkt dat met een geheel ingedrukte landingspootschokdemper en een langshelling (pitch) van 8° , de vleugelkleppen de grond raken bij een rolhoek van 11° en de wingtip bij 15° . Uit DFDR data blijkt dat de rolhoek een seconde lang 22° was, zodat de vleugelkleppen, vleugeltip en waarschijnlijk ook de motorgondel van de rechtermotor de baan hebben geraakt. In het proces-verbaal van de politie werd namelijk een krasspoor van ca. 60 m lang, afkomstig van de motorgondel, geconstateerd (§ 4.6.13). De vleugel brak nog niet af.

4.6.5. *Daalsnelheid bij de landing.* In § 4.3 werd de voorwaartse naderingssnelheid al besproken. In § 3.1.5 hierboven staat dat de daalsnelheid volgens het RvO toenam tot liefst 1300 ft/min. Uit de hoogtedata in het DFDR Factual Report (Ref. 2) blijkt helemaal niet dat de daalsnelheid, de 'rate of descent', gedurende de laatste seconden van de vlucht zo hoog was (zie Bijlage 3). De grafiek van de radiohoogte is kaarsrecht dalend, dus zonder (verticale) variaties. De barometrische hoogte geeft in de laatste fase van de vlucht wel kleine variaties weer. Het is uit het RvO niet duidelijk geworden of deze grafiek werd gecorrigeerd voor meetfouten van het pitot-static meetsysteem die optreden zodra het vliegtuig in grondeffect vliegt. Een radarhoogtemeter heeft dergelijke fouten niet.

In de laatste 12 sec. van de nadering werd een hoogteverschil van 120 ft overbrugd, wat een gemiddelde daalsnelheid oplevert van 600 ft/min. De in het RvO gegeven DC-10 limiet van 600 ft/min behoort vergezeld te gaan van het bijbehorende vliegtuiggewicht (dat doorgaans wel het maximum landingsgewicht zal zijn). Een lichter vliegtuig leidt tot een hogere limiet. De CvO heeft niet uitgerekend wat de maximum daalsnelheid zou mogen zijn bij het actuele landingsgewicht van MP495, maar er kan van worden uitgegaan dat de daalsnelheid in de laatste fase van de vlucht niet buitengewoon hoog was voor het actuele landingsgewicht. Zie ook § 4.6.15.

4.6.6. *Landingslengte.* De CvO constateerde uit eigen berekeningen met de actuele weerscondities dat de bij zowel remwerking 'poor' (ondergelopen landingsbaan) als 'medium' (natte landingsbaan) benodigde landingslengte de beschikbare landingslengte overtrof (RvO § 1.17.4). Deze constatering konden niet worden geverifieerd door het ontbreken van dezelfde gegevens als waarover de CvO kennelijk beschikte. Volgens de CvO had het vliegtuig dus zelfs niet mogen landen op een natte landingsbaan (§ 3.xxx). Wellicht was het de bekendheid met het volgende de aanleiding om dit te schrijven.

4.6.7. *Landingszone.* In de in het RvO § 1.10.2 gegeven vliegveld data staat dat de landingszone, de 'touchdown zone' van landingsbaan 11, 268 m lang is. Volgens het NLR rapport (Ref. 6) was de eerste aanraking met de grond pas op 392 m van de baandrempel; 124 m te ver en bovendien half naast de landingsbaan (§ 3.1.15). Het NLR beschikte blijkbaar over meer informatie dan in het RvO staat. Het is onverklaarbaar waarom deze plaats van neerkomen en de oorzaak daarvan niet in detail het RvO werden beschreven. De verre landingsplaats is ook een indicatie dat er geen hoge daalsnelheid was, anders was het vliegtuig wel meer aan het begin van de baan terecht gekomen. Zie Figuur 8 hieronder.

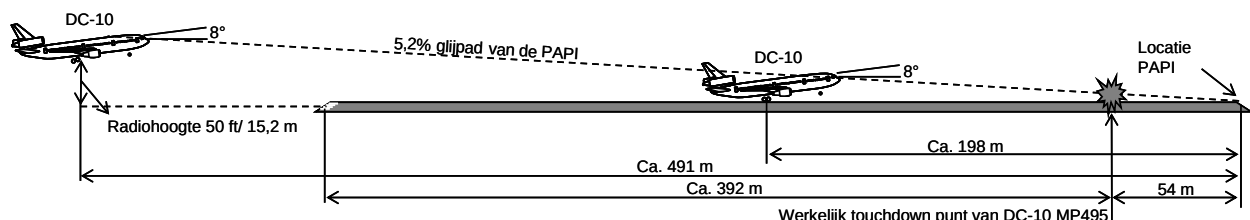


Fig. 8. Zijaanzicht laatste deel nadering. Touchdown punt uit het NLR rapport.

4.6.8. Indien een nadering stabiel is (§ 4.2.3), dan is het tijdens de nadering doorgaans vrij nauwkeurig in te schatten waar het vliegtuig op de baan zal neerkomen. Het zou heel goed mogelijk zijn dat werd geconstateerd dat de plaats van landing voorbij de landingszone zou liggen wat dan de reden zou kunnen zijn geweest om de gashendels vroegtijdig dicht te trekken en de snelheid te verlagen, want de vliegers waren ervan op de hoogte dat bijna de gehele beschikbare baanlengte nodig zou zijn om tot stilstand te komen (uitgaande van een 'wet runway').

4.6.9. *Traverserende landing.* Het vliegtuig was niet met de baanrichting opgelijnd bij de landing; het werd een traverserende landing ($10,7^\circ$), en zoals hierboven in § 4.6.3 al werd opgemerkt,

half naast de baan aan de linkerkant. Met een DC-10 mag niet traverserend worden geland. Bij veel vliegtuigtypen (o.a. van Boeing) wordt het landen op natte banen zonder op te lijnen juist aanbevolen omdat zodoende het driften naar de zijkant van de landingsbaan te voorkomen of beperken en te bewerkstelligen dat de 'spoilers' (stroomverstoorders op de vleugels) na 'touchdown' sneller uitklappen, zodat het vliegtuig niet meer van de landingsbaan 'opspringt' en het remmen op alle wielen sneller kan beginnen.

Het is duidelijk dat de bemanning van MP495 niet traverserend wilde landen; de richtingscorrectie net voor 'touchdown' werd echter niet correct uitgevoerd, zodat alsnog traverserend werd geland. Dit blijkt ook uit de grafiek met zijwaartse versnelling in Bijlage 3. Op het moment van 'touchdown' was het N1 toerental van de linker en rechter motoren opgelopen tot 100%. Motor 2, de middelste motor, accelereerde minder snel (zie Bijlage 3). De limiet voor de krabhoek van een DC-10 bij de landing op een natte baan is niet bekend, alleen de dwarswind limiet. Nader onderzoek zou hiervoor nodig zijn.

4.6.10. *Blokkerende wielremmen.* Op de pedalen van het voetenstuur zijn ook de met de voorvoeten te bedienen rempedalen voor de gescheiden remcircuits van het linker en rechter hoofdlandingsgestel aangebracht, zie Figuur 9 hieronder. Om te voorkomen dat tegelijk met het richtingsroer ook de rempedalen worden bediend, dienen de vliegers de hakken van hun schoenen voor en tijdens de landing op de cockpitvloer te houden. Om vervolgens na de landing en met de neuswielen op de grond de wielremmen te kunnen bedienen moeten de voeten iets hoger worden geplaatst zodat met de voorvoeten de rempedalen kunnen worden bediend zonder het richtingsroer te bedienen, want dat is nog nodig om het vliegtuig op de landingsbaan te houden zolang het richtingsroer nog effectief genoeg blijft bij lager wordende snelheid. Uiteraard kan een vlieger met soepele enkels (en schoenen) het richtingsroer ook met de hakken bedienen.

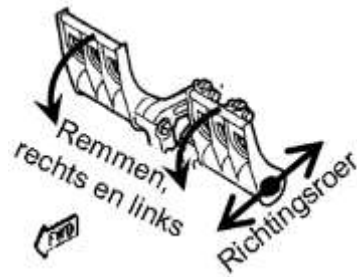


Fig. 9. Voetenstuur DC-10

Uit grafiek 6 van het RvO (Bijlage 6) blijkt dat de vlieger in ieder geval tijdens de laatste anderhalve minuut van de vlucht regelmatig het rechter rempedaal bediende tot wel 20% van de max. uitslag aan toe. Hij ging daarmee door toen 'CWS on' was; de uitslagen werden zelfs groter. Het geeft ook aan dat verwoede pogingen werden gedaan om het vliegtuig op te lijnen. De rembediening in deze vluchtfase betekent dat de vlieger in ieder geval zijn rechtervoet niet op de juiste wijze op de pedalen had gepositioneerd. De rempedaalgrafiek stopte ook 3 sec. voor de landing zodat ook hierover het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) uitsluitsel moet geven, maar het is vrijwel zeker dat met geremde/ geblokkeerde wielen is geland, waardoor de krachten op landingsgestel nog veel groter werden dan door de onvolledige oplijning al het geval was. Als behalve traverserend ook nog met geblokkeerde en zeer goed bekrachtigde wielremmen wordt geland zou het landingsgestel wel eens niet sterk genoeg kunnen zijn en afbreken.

4.6.11. Het linker rempedaal bleef steeds onberoerd, of de opname van de signalen daarvan werkte niet. Opgemerkt moet worden dat vanaf ca. 40 seconden voor de landing de bediening van het rechter rempedaal overeenkomt met de uitslag van het richtingsroer naar links, wat ook zou kunnen duiden op een onjuiste aansluiting of weergave van de bediening van het rechter rempedaal. In het vertaalde deel van het RvO (Ref. 1) werd hierover echter niet gerept.

4.6.12. *Anti-skid.* Het landingsgestel van een DC-10 beschikt over een 'locked-wheel' touchdown protection, een soort ABS, wat moet voorkomen dat schade optreedt als met bekrachtigde remmen wordt geland. Volgens DC-10 FCOM pagina 14-10-04 uit 1987 werkt dit systeem alleen op de achterste 'bogies' wielen, die normaal het eerst de baan raken. Nader onderzoek is nodig of dit bij MP495 ook zo was.

4.6.13. *Landingsgestel.* Uit het proces-verbaal van het onderzoek van de landingsbaan door de politie blijkt dat de volgende sporen zijn aangetroffen:

- "Ongeveer 20 m voor de PAPI (dus 280 m na de baandrempel) zijn sporen van het rechter hoofdlandingsgestel zichtbaar op de baan. Dit spoor ligt ongeveer 10 m naast de linkerkantstreep en heeft een lengte van ongeveer 30 m;

- Ongeveer 60 m na de PAPI is een krasspoor van motor nummer drie op de baan zichtbaar. Dit spoor ligt ongeveer 15 m naast de linkerzijstreep en heeft een lengte van ongeveer 60 m;
- Ongeveer 330 m na de PAPI is een krasspoor zichtbaar afkomstig van een velg van het middelste landingsgestel. Dit spoor heeft een lengte van 340 m. Aan het begin ligt dit spoor 5 m aan de binnenkant van de linkerzijstreep en aan het eind ongeveer 30 m aan de binnenkant van de linkerzijstreep.
- Hierna zijn er over de volle breedte van de baan schuifsporen zichtbaar."

4.6.14. De genoemde afstanden wijken af van de afstanden die door het NLR zijn gepubliceerd. Uit bovenstaande sporen blijkt dat het rechterlandingsgestel niet direct afbrak bij touchdown; het 30 m lange spoor zou veroorzaakt kunnen zijn door bekrachtigde remmen (§ 4.6.10). Daarna was een krasspoor van motor 3 zichtbaar, zoals eerder genoemd door de tot 22° toegenomen rolhoek (§ 4.6.4), doordat het rechterlandingsgestel bezweek, of doordat de breekpen in het landingsgestel afbrak ten gevolge van achterwaarts gerichte krachten (zie de volgende paragraaf). De afgebroken landingspoot trok echter pas 330 m vanaf de PAPI een spoor in het asfalt van de baan, aanvankelijk recht, daarna met een flauwe bocht naar rechts.

Uit de rechte sporen, die aanvankelijk dezelfde richting hadden als de landingsbaan, blijkt dat het vliegtuig niet een "extreme laterale verplaatsing" onderging op het moment van touchdown. In een ontvangen bericht van een bij de onderhoudsplanning werkzame employé werd gemeld dat de periodieke vervanging van het landingsgestel reeds tweemaal was uitgesteld op aanvraag van Martinair en met toestemming van de Luchtvaart Inspectie (om onderhoudskosten te besparen); het vliegtuig was immers al verkocht aan de Staat. Het RvO beschreef dit niet, daarom is nader onderzoek van de onderhoudslogboeken nodig.

4.6.15. Uit een ongevalsrapport van de NTSB (ref. 9) blijkt dat het landingsgestel van een DC-10 zeer robuust is ontworpen, d.w.z. dat het ontwikkeld is om een grotere daalsnelheid aan te kunnen dan de 12 feet per seconde (720 fpm) die is vereist in de voorschriften. Bovendien zijn de landingsgestellen voorzien van breekpennen die het landingsgestel 'opofferen' om te voorkomen dat achterwaarts gerichte krachten worden doorgeleid naar de vleugels (met brandstoftanks). In het RvO wordt niet gesproken over deze pinnen, ook niet over de eventuele hogere breuklimieten door de traverserende landing. Boeing evalueert, volgens het rapport, de mogelijkheid om breekpennen te plaatsen tegen verticale overbelasting groter dan 2 g. Het landingsgestel kon kennelijk een belasting tot 2 g probleemloos weerstaan. Een rapport over het onderzoek naar de breuk van het landingsgestel en naar de gevolgen van de uitgestelde vervanging (§ 4.6.14) was niet beschikbaar. Nader onderzoek is gewenst.

4.6.16. *Touchdown en doorstart.* Twee seconden voor touchdown gaf de captain volgas om een doorstart te initiëren; daar moet een reden voor zijn geweest. Maar het duurde te lang voordat de idle draaiende motoren weer genoeg stuwkracht ontwikkelden. Het vliegtuig rolde ca. 5 graden naar rechts wat werd tegengestuurd met rolroeren en richtingsstuur. Het vliegtuig had de middenlijn van de baan blijkbaar niet bereikt en landde traverserend met een neusrichting van 117 graden, aan de linkerzijde en half naast de baan. Het vliegtuig kwam terecht op het rechter landingsgestel met een kleine rolhoek naar rechts en een koers van 117°, wat de NTSB in ref. 2 ook constateert. De DFDR registreerde dat op 50 voet hoogte gas werd gegeven; de verticale g veranderde van 0,75 naar 1,1 g; een stoppende daling. Een seconde later volgt een g piek omdat het vliegtuig de grond raakt. Wat uit de DFDR gegevens en uit het proces-verbaal (§4.6.13) wel is op te maken is dat het toestel met een krabhoek van 11° naar rechts en met een beweging die vrijwel parallel liep aan de baan is neergekomen. Uit de krabhoek, de bewegingsrichting van het toestel en de vliegsnelheid bij het neerkomen is ook de actuele wind te reconstrueren. Het toestel had een vliegsnelheid van 126 kt en bewoog zich in een richting (ground track) van 106° met een opstuurhoek van 11 graden. Hieruit volgt een wind met richting 174° en 25 kt, waarvan de dwarswindcomponent 23,1 kt zou zijn, 8,1 kt boven de maximale dwarswindcomponent voor een natte baan en 18,1 kt boven de maximale dwarswindcomponent van een "flooded" baan. Het in de richting van de baan neerkomen blijkt uit de foto's (Ref. 8) van de diepe, 340 meter lange kras die een velg van het middelste hoofdlandingsgestel in het asfalt trok, 5 m rechts van de linker zijstreep en aanvankelijk vrijwel parallel aan de baan, later naar rechts afbuigend (§ 4.6.13). Het vliegtuig maakte geen beweging naar links toen het op de baan terecht kwam. Dit is consistent met het feit dat er geen laterale versnellingen onder invloed van (plotselinge) winden naar links zijn gemeten (Bijlage 3).

Hieruit blijkt dat het toestel zich bij de landing niet boven, maar half naast de baan bevond. Nog een bewijs dat het vliegtuig de baan van opzij naderde en de baan nog niet had bereikt.

4.6.17. *Spoilers*. Ground spoilers zijn bedoeld om de lift van de vleugels na de landing zo snel mogelijk te verminderen om te voorkomen dat het vliegtuig weer opspringt van de baan. Als het spoiler systeem door de vliegers tijdens de nadering is ge-'armed', de normale procedure, dan komen de spoilers uit zodra de wielen van het hoofdlandingsgestel gaan draaien. Een andere voorwaarde is dat de gashendels lager staan dan een 'Throttle Resolver Angle' (TRA) van 49°. Dat was hier echter niet het geval. De captain had volgas gegeven voor een doorstart; de spoilers hadden niet mogen 'deployen', maar deden dat wel. Wellicht was dit het gevolg van een fout in het zgn. spoiler 'knockdown' systeem van de DC-10 die vaker voorkomt. Dit is niet in het RvO gemeld. Het is niet te zeggen of de doorstart alsnog succesvol zou zijn geweest als de spoilers correct hadden gefunctioneerd.

4.6.18. *Rolbesturingsfout*. In RvO grafiek 14 (Bijlage 8) staat ondermeer de uitslag van het rolstuur. Dit bleek gedurende een groot deel van de weergegeven fase van de vlucht 5% naar rechts te staan, terwijl het rolstuur bij rechtlijnige vlucht in het midden behoort te staan ter voorkoming van het activeren van rolstuur-ondersteunende spoilers (bij uitslag groter dan 7°). Dit kan een afstellingfout van rolstuur en rolroeren zijn of een calibratiefout van het meetsysteem. Het kan ook inhouden dat niet de maximale, maar een 5% kleinere rolstuuruitslag naar rechts kon worden gegeven. De reden van deze afwijking werd niet gevonden in het RvO. Ook deze grafiek 'stopte' drie sec. voor 'touchdown'.

4.6.19. *Subconclusies landing*. Volgens de NTSB (Ref. 2) begon het oplijnen, het in lijn brengen van de langas van het vliegtuig met de richting van de landingsbaan met behulp van het voetenstuur (richtingsroer) ter voorkoming van een traverserende landing, al op een radiohoogte van 104,3 ft (Ref. 2), volgens het RvO (Ref. 1) op 150 ft, 10 sec. voor 'touchdown', maar uit de grafieken blijkt dat dit al op 450 ft hoogte begon, 40 sec. voor 'touchdown'. Dit was te vroeg. Zowel hierdoor als door het ontoereikende tegenrolstuur, was het vliegtuig niet opgelijnd met de richting van de landingsbaan. Ook is het mogelijk dat het vliegtuig, door de schuine aanvliegbaan, nooit het verlengde midden van de landingsbaan heeft bereikt en zelfs de baan net niet geheel heeft gehaald. De plaats waar het vliegtuig voor het eerst de grond raakte was volgens het NLR 124 m voorbij de 'touchdown zone' en half naast de landingsbaan; het RvO zweeg hierover. De te verre landing geeft ook aan dat het vliegtuig niet tegen de grond is gewerkt door een 'downdraft'. Het is mogelijk dat de vlieger heeft beseft dat te ver zou worden geland en daarom al tijdig de gashendels heeft dichtgetrokken. Het vliegtuig maakte een traverserende landing met een krabhoek van ca. 11°. Een landingsgestel is daarvoor doorgaans sterk genoeg en loopt daardoor op een natte landingsbaan geen schade op; de maximale toegestane krabhoek is niet bekend. In de laatste twee seconden werd de neus enigszins opgetrokken waardoor een harde landing werd voorkomen. De gemiddelde daalsnelheid in de laatste fase van de vlucht was niet abnormaal en binnen de limieten.

4.6.20. De vlieger bleek gedurende de laatste anderhalve minuut van de vlucht in ieder geval zijn rechtervoet niet juist te hebben geplaatst op het richtingsstuur. Hoewel van de betreffende grafiek ook het laatste deel ontbreekt, kan met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid worden gesteld dat het rechter rempedaal was ingetrapt en enkele wielen van het rechter hoofdlandingsgestel krachtig remden op het moment dat het vliegtuig de grond raakte waardoor de krachten op het landingsgestel tijdens de landing zover toenamen dat dit de oorzaak zou kunnen zijn van de fatale breuk in het landingsgestel. Uit de rechte sporen, die aanvankelijk dezelfde richting hadden als de landingsbaan, blijkt dat het vliegtuig niet een extreme laterale verplaatsing onderging op het moment van touchdown. Het onjuist plaatsen van de voeten op het richtingsstuur, en niet alleen de traverserende landing, zou tot de breuk in het rechter landingsgestel hebben kunnen leiden. Dit zijn gevolgen van incorrect handelen van de vlieger, met ernstige gevolgen.

4.6.21. In de rolbesturingsgrafiek werd een fout van 5% naar rechts geconstateerd.

4.7. Windshear of turbulentie

4.7.1. Tijdens de de nadering zou windshear zijn voorgekomen. Dit kan aan de hand van de data uit het RvO echter niet worden bevestigd. Wel kan worden gesteld dat er sprake moet zijn geweest van lichte turbulentie, gezien de variaties in de normale (verticale) acceleratie van het vliegtuig ($\pm 0,22$ g, zie Bijlage 3) en snelheidsvariaties, die kleiner waren dan 15 kt (Bijlage 9). Deze turbulentie kan door bewegingen in de atmosfeer zijn veroorzaakt, maar ook doordat de wind over de

duinen woei en zelfs door de vlieger zoals al eerder genoemd en in § 4.7.5 wordt besproken. Bij een bepaalde windsnelheid kunnen boven en aan de lijzijde van heuvels/duinenrijen luchtgolven ontstaan. De hoogte van de duinen en het effect ervan bij de heersende windrichting en -snelheid werden niet vermeld in het RvO.

4.7.2. Weergegevens kunnen zijn gemeten op honderden meters afstand van het vliegtuig. De gegevens uit de zwarte doos zijn derhalve veel objectiever; het vaststellen van eventuele windshear die het vliegtuig trof kan daarmee veel beter. De bewegingen die het vliegtuig maakte, mede onder invloeden van buitenaf, zijn immers geregistreerd in de DFDR, de zwarte doos, die werd uitgelezen door de Amerikaanse NTSB (Ref. 2).

4.7.3. De verticale/ normale versnelling (g, Bijlage 3) geeft aan dat er wel sprake was van enige turbulentie, maar die was volgens ICAO definities slechts licht (§ 3.1.11). In de seconden voorafgaand aan de landing, die is aangegeven door een positieve piek tot 1,95 g in deze grafiek, is geen neerwaarts gerichte versnelling te zien, anders dan veroorzaakt door de lichte turbulentie. Twee seconden voor de landing de veranderde verticale versnelling van +0,5 naar +1,1 omdat de langshelling toenam en gas werd gegeven voor een doorstart. In de DFDR werden, behalve de reeds genoemde 1.9533 g, op tijdstip 07:32:50 ook 1.0923 g, 1.1083 g en 1.2343 g gemeten. Het is niet duidelijk waar de verschillende g's zijn gemeten. Opheldering is nodig.

Er was dus geen van buiten komende negatieve invloed op de verticale versnelling, op de verticale beweging van het vliegtuig door windshear of microburst, anders dan de lichte tot matige turbulentie. Dit wordt ook onderschreven door de bevinding dat het vliegtuig veel te ver op de baan landde. Als het vliegtuig getroffen zou zijn door een downdraft van windshear dan was het niet zo ver geland.

Uit de grafiek is aan de zijwaartse g (versnelling) te zien dat de landing niet netjes rechtuit was, er traden zijdelingse versnellingen op, maar pas na de landing, niet net ervoor. De registratie werkte dus.

4.7.4. Aan de hand van deze objectief verkregen gegevens kan dus zelfs zonder weersberichten en -gegevens al worden geconcludeerd dat er geen windshear was waardoor het vliegtuig tegen de grond werd 'geworpen' of plotseling opzij werd weggezet. De NTSB, zo blijkt uit hun brief (Ref. 3), heeft, gezien de gegevens uit de zwarte doos, ook niet geconstateerd dat er windshear was.

4.7.5. De variaties in de bewegingen van het vliegtuig kunnen ook zijn veroorzaakt door de vlieger zelf. In Bijlage 5 is dit met een aantal tekstvakken weergegeven. Zoals al in § 3.2.3 genoemd, werden onnodige richtingsroeruitslagen (30% – 90%) gegeven door de vlieger, waardoor als neveneffect ondermeer rolhoek veranderingen werden geïnduceerd, die deels met rolroeren konden worden tegengegaan. Met de richtingsroeruitslagen werd kennelijk getracht de koers op onjuiste wijze te verleggen naar de 'runway heading' waarbij een ongewenst variërende sliphoek ontstond waardoor de weerstand varieerde en snelheidsvariaties het gevolg waren. De nadering was mede hierdoor verre van stabiel en had moeten worden afgebroken.

4.7.6. In de laatste fase van nadering zou een sterke dwarswind met een rugwindcomponent het vliegtuig naar de linkerzijde van de landingsbaan hebben gedreven (RvO § 2.2.3). Dit kan aan de hand van de door de NTSB geleverde DFDR grafieken niet worden bevestigd, er was nauwelijks sprake van zijwaartse versnelling (Bijlage 3). Dit kan ook niet worden aangetoond met de overige grafieken van het RvO, want daaruit zijn alle grafieken, die zowel de horizontale als verticale bewegingen van het vliegtuig gedurende de laatste drie seconden van de vlucht zouden kunnen weergeven, weggelaten of gewist. De NTSB grafieken die wel data tot en voorbij de landing tonen, zijn om onverklaarbare redenen niet gebruikt om de betreffende RvO grafieken te completeren.

4.7.7. Een radiohoogtemeter meet de hoogte van de onder de romp van het vliegtuig bevestigde antenne tot aan de grond onder het vliegtuig. De in het vliegtuig weergegeven radiohoogte van het vliegtuig is dus ook afhankelijk van het grondprofiel. Als duinen worden overvlogen dan is dat op een radiohoogtemeter te zien. De terreinhoogte in de naderingsroute werd in het RvO niet gegeven, evenmin werd gesteld dat deze in de grafieken was verwerkt.

De radiohoogte-grafieken in het RvO gaven niet te zien dat er sterke variaties optraden doordat het vliegtuig aan sterke down- of updrafts werd blootgesteld. De autothrottle en autopilot systemen waren blijkbaar prima in staat om zowel het glijpad als de snelheid van het vliegtuig te blijven handhaven. Wel wordt de knik in de radiohoogte op 500 ft hoogte in het RvO aangegrepen om te wijzen op een windshear effect, maar deze knik trad op juist op het moment dat het vliegtuig vanaf

zee (over de duinen) het vaste land binnenvloog, zoals hierboven genoemd, of tijdelijk onder het voorgeschreven glijpad raakte (§ 3.1.10). Ook was de automatische piloot door de vlieger net overgeschakeld van "vertical speed mode" naar CWS, vermoedelijk omdat het vliegtuig als gevolg van de te hoog ingestelde verticale snelheid onder het door de PAPI aangegeven glijpad terecht kwam (§ xxx), wat blijkt uit de hoogtegrafiek van de DFDR in Bijlage 3. Het vliegtuig vloog namelijk ca. 17 sec. lang op ongeveer dezelfde hoogte om het juiste glijpad van de PAPI weer te onderscheppen. Dit werd door NLR en CvO uitgelegd als vliegend door een updraft... Maar de vlieger zei na die 17 sec. "PAPI hé"; niets over een updraft.

Van de laatste drie seconden van de vlucht, vanaf een radiohoogte van 50 ft, ontbreekt de radiohoogtegrafiek in het RvO. De laatste drie seconden werden bewust gewist of niet weergegeven, want in het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2) loopt de grafiek van de radiohoogte wel door tot na touchdown, zelfs meer dan 5 seconden nadat de wielen de grond raakten, zie. In die grafiek is van enige toename van de daalsnelheid door windshear helemaal niets te zien.

4.7.8. De NTSB hoogtemetergrafieken in Bijlage 3 laten nog iets bijzonders zien. Terwijl het RvO in alle grafieken spreekt over 'radio altitude', geeft het NTSB rapport twee grafieken met hoogte-informatie; één van de barometrische of luchtdrukhoogte (vanaf 995 ft) en één van de radiohoogte vanaf 245 ft tot de grond. In het RvO zijn deze blijkbaar gecombineerd en onterecht alleen maar 'radio altitude' genoemd. Het is ook niet duidelijk of daarin de vereiste luchtdruk- en grondhoogtecorrecties zijn toegepast.

4.7.9. In grafiek 18 van het RvO (zie ook Bijlage 9) staat ondermeer de 'vertical speed' weergegeven. Vanaf ca. 6 sec. voor 'touchdown' trad een opwaarts gerichte piek op van ca. 620 ft/min (fpm), is 3,5 m/s, binnen twee sec. gevolgd door een neerwaarts gerichte piek tot -2600 ft/min (-15 m/s). In twee seconden tijd veranderde de verticale snelheid van +620 naar -2600 ft/min, een in 2 sec. overbrugd verschil van 3200 ft/min, wat overeenkomt met 18,5 m/s. Twee seconden lang een verticale snelheid van 18,5 m/s levert een verticaal afgelegde weg op van 37 m (= 121 ft) en een versnelling van $9,3 \text{ m/s}^2$, bijna net zo groot als de versnelling van de zwaartekracht ($9,8 \text{ m/s}^2$). Dit is zo goed als onmogelijk, bovendien komt deze verandering niet overeen met de eveneens in dezelfde grafiek weergegeven 'vertical g' en veranderingen in de radiohoogte. Zie ook § 3.1.5. Ook deze grafiek met verticale snelheid stopt, of werd gewist, vanaf drie sec. voor 'touch down'. De herkomst van de verticale snelheidsgegevens is niet duidelijk, niet reëel en niet betrouwbaar. Ook hier zou het complete DFDR Factual Report van de NTSB uitsluitel kunnen geven. RvO grafiek 18 mag daarom niet worden gebruikt om de aanwezigheid van windshear aan te tonen. In § 3.1.5 staat dat de daalsnelheid 1300 ft/min was en op het moment van 'touchdown' groter dan 900 ft/min, een groot verschil met deze grafiek. (xxx + fig uit DFDR radalt)

4.7.10. Hoewel door een kort voor de landing van MP495 vertrekkende vlucht 'thunderstorm' werd gemeld, is in de grafieken, waarin ook de (radio)hoogte is opgenomen, te zien dat de (radio)hoogte vrijwel continu afneemt en geen grote variaties vertoont. Er blijkt niet uit dat het vliegtuig werd blootgesteld aan extreme weersinvloeden met als gevolg oncontroleerbaar grote verticale bewegingen. De bewegingen die er waren zijn door de vlieger zelf geïnduceerd; hij zat tegen de autopilot en CWS in te sturen, in plaats van die systemen hun werk laten doen. Zie ook § 3.2.3. Bovendien, indien windshear wordt verwacht, dan moet de vlieger volgens de procedures in het FCOM (05.60.04) een aantal maatregelen nemen, waaronder al op een hoogte van 1000 ft een stabiele nadering hebben bereikt (§ 4.2.3), grote vermogensvariëaties voorkomen (hand op de gashendels), de naderingssnelheid verhogen, de instrumenten die de verticale bewegingen weergeven in de gaten houden en gereed zijn om onmiddellijk een 'go-around' (doorstart) te initiëren. Treedt windshear op en wordt het vliegpadd marginaal ($\pm 15 \text{ kt}$, $\pm 500 \text{ ft/min}$, $\pm 5^\circ$ langshelling (pitch), ± 1 dot afwijking van het glijpad, of een ongebruikelijke gashendelpositie gedurende langere tijd), dan moet volgens het FCOM (05-60-11) de windshear-herstelprocedure worden uitgevoerd door ondermeer direct het autothrottle systeem uit te schakelen en zeer snel het nodige vermogen te geven en een hogere neusstand aan te nemen tot 15° omhoog (een doorstart uitvoeren dus). Geen van deze acties werd door de vliegers genomen, op de CVR stond ook geen enkele opmerking over windshear of zelfs over turbulentie; bovendien werden voorzorgsmaatregelen voor ernstige turbulentie of hevige regen niet genomen (zie ook § 4.3.4). Overige relevante gegevens voor het aantonen van windshear ontbreken in, en zijn vermoedelijk bewust weggelaten uit, de grafieken.

In het Martinair BIM (zie § 4.5.2 hierboven) staat ook: "Delay approach or divert if severe thunderstorms are present in the approach area". Deze aanwijzing werd niet gevolgd terwijl er wel onweer was gerapporteerd door een vertrekkend vliegtuig terwijl MP495 naderde. De boordradar gaf

blijkbaar geen onweersactiviteit aan in of nabij het naderingspad.

Vooralsnog moet daarom worden aangenomen dat er geen windshear werd verwacht en dat er ook geen sprake was van windshear, hooguit van wat turbulentie, die volgens verklaring van de vliegers 'mild to moderate' en die volgens de g-grafieken uit de FDR en ICAO normen (§ 3.1.11) 'light' was. De aanwezigheid van windshear kan met de in het RvO ter beschikking staande gegevens niet worden bewezen. Het lijkt er daarom op dat in het RvO bewust naar windshear is toege- schreven.

4.7.11. Een in het dossier opgenomen brief van de NTSB aan de voorzitter van de CvO (Ref. 3) besluit met de opmerking dat het, indien de CvO van mening is dat er sprake was van windshear tijdens de nadering, zou moeten worden overwogen om aan te bevelen de training van vliegers voor het herstellen uit windshear te implementeren of te herzien. De mening van de CvO over het bestaan van windshear werd kennelijk niet gedeeld door de NTSB. De NTSB analyseerde de op de DFDR opgenomen vluchtdata en beschikte daardoor wel over de gegevens uit de DFDR om dat te kunnen vaststellen. Met de in diplomatieke woorden gestelde opmerking hoefde de NTSB de CvO niet tegen te spreken.

4.7.12. **Subconclusies windshear of turbulentie.** Uit de tot dusverre verstrekte gegevens van de DFDR blijkt niet dat er sprake was van windshear; er was geen sprake van bewegingen die niet konden worden opgevangen door vliegtuigsystemen (autopilot en autothrottle) en normale vlieg- vaardigheid. De grafieken die nodig zijn om de aanwezigheid en invloed van windshear vast te stellen zijn uit het RvO weggelaten of deels gewist, terwijl de CvO daarover wel beschikte (DFDR Factual Report van de NTSB, Ref. 2). Tijdens de laatste fase van de nadering is het wel licht tur- bulent geweest; bovendien induceerde de vlieger zelf bewegingen door onnodige repeterende rich- tingsstuurinputs. Uit de DFDR data blijkt ook dat er geen grote laterale versnellingen optraden, maar dat de laterale verplaatsing naar de linkerzijde van de landingsbaan het gevolg was van een onjuiste naderingskoers en een onjuiste wijze van oplijnen met het verlengde van het midden van de landingsbaan door de vlieger.

4.7.13. Er zijn geen gegevens die de aanwezigheid van windshear kunnen bevestigen. De ge- gevens waarmee zou kunnen worden aangetoond dat er geen windshear was zijn weggelaten uit het RvO. Als er windshear was geweest, dan was het vliegtuig niet voorbij de landingszone geland. Een verklaring hoe men tot de conclusie van de aanwezigheid van windshear is gekomen ont- breekt. Uit analyse van de gegevens blijkt eerder het tegendeel; er was helemaal geen windshear gedurende de nadering van MP495.

4.8. Procedures

4.8.1. In de brief van de NTSB (Ref. 3) staat tevens een opsomming van de door de bemanning niet gevolgde procedures die in het FCOM zijn voorgeschreven op pag. 05-60-09. Enkele zijn hierboven al genoemd. Indien er kans is op windshear, moeten voorzorgen worden getroffen on- dermeer door een stabiele nadering te hebben bereikt op een hoogte van 1000 ft, grote vermogens- reducties en wijzigingen in de snelheidstrim te vermijden en een tot 20 kt hogere naderingssnel- heid te overwegen. Geen van deze procedurestappen werd genomen en, voor zover kon worden nagegaan, schreef het RvO hierover ook niet, wat erop zou kunnen wijzen dat er met windshear geen rekening werd gehouden en dat die er ook niet was.

4.8.2. Hoewel het vliegtuig volgens het DC-10 Airplane Operating Manual (bron: RvO) niet van Schiphol had mogen vertrekken met een defecte straalomkeerder ('thrust reverser'), had dit geen invloed op het verloop van de vlucht en de landing. Volgens luchtwaardigheidsvoorschriften mag een DC-10 met één defecte straalomkeerder vertrekken, mits de defecte straalomkeerder voor aanvang van de vlucht wordt geblokkeerd, hetgeen geschiedde.

4.8.3. In § 4.3.2 werd al geconcludeerd dat er een fout stond in het FCOM met betrekking tot de berekening van de naderingssnelheid en dat op de Martinair Landing Data Card geen ruimte was voor het vermelden van de naderingssnelheid.

4.8.4. De voorgeschreven 'Landing call' werd niet gegeven door de copiloot.

4.8.5. **Subconclusie procedures.** De ervaren en getrainde bemanning voerde tijdens de nadering geen van de in het FCOM voorgeschreven windshear procedures uit wat er op kan wijzen dat er tijdens de nadering geen windshear werd geconstateerd. Ook de 'landing call' ontbrak.

5. Opmerkingen op het commentaar van de Raad voor de Luchtvaart

5.1. Inleiding

5.1.1. De Nederlandse Raad voor de Luchtvaart (RVDL) is door de Portugese CvO in de gelegenheid gesteld het concept van het RvO te beoordelen. Het commentaar dat de RVDL had op dat concept (Ref. 5) werd ook ter analyse aangeboden. In dat commentaar (versie RVDL3, ook 'Blauwe rapportje' genoemd) staan zowel doorhalingen van de oorspronkelijke tekst van de Portugese onderzoekers als de door de RVDL gewenste aanvullingen. De doorhalingen en aanvullingen in versie RVDL3 werden niet alle geaccepteerd door de CvO, zoals blijkt uit Hoofdstuk 3 van het eind-RvO. In een Appendix van het eind-RvO is versie RVDL4 van het commentaar van de RVDL opgenomen, waarin opnieuw enkele wijzigingen ten opzichte van versie RVDL3 staan. In § 5.2 hieronder worden enkele van de algemene bevindingen becommentarieerd. De doorhalingen en de aanvullingen van de RVDL op de vastgestelde feiten worden gegeven en besproken in § 5.3, de oorzaken en de aan het ongeval bijdragende factoren in § 5.4 en § 5.5. In Bijlage 10, Bijlage 11 en Bijlage 12 staan in tabelvorm respectievelijk de vastgestelde feiten, de oorzaken en de aan het ongeval bijdragende factoren uit de twee genoemde versies van de RVDL en het eind-RvO.

5.2. RVDL – Algemeen

5.2.1. In het commentaar van de Raad voor de Luchtvaart (RVDL3, Ref. 5) staat op pag. 2 dat er op een afstand van 8 nm west van het vliegveld onweersactiviteit was hetgeen zou blijken uit de door de DFDR geregistreerde toegenomen turbulentie. Dit onweer zou dan bij de laatste bocht voor de landing hebben moeten liggen (kaart in Bijlage 2) en het vliegtuig zou er dan doorheen of onderdoor zijn gevlogen, want de verwachting was 1/8 – 2/8 Cb op 1.800 – 2.500 ft, afhankelijk van welke pagina van het RvO wordt opengeslagen... De snelheid van het vliegtuig was gedurende het laatste deel van de nadering ca. 140 kt en de wind 150°/ 20 kt wat een grondsnelheid leverde van ca. 126 kt. De op een afstand van 8 nm liggende onweersactiviteit zou dan op 3,8 min. vliegen vanaf het vliegveld moeten liggen. De touchdown was om 07:32:50 (Radartijd); de toegenomen turbulentie zou dan om 07:29:02 op de DFDR te zien moeten zijn geweest. De in het RvO gegeven DFDR data begint bij echter pas bij 07:31:00. Ook de data in het DFDR Factual Report van de NTSB (Bijlage 5) begint niet zo vroeg. De vragen dringen zich op welke DFDR data de RVDL dan heeft gebruikt, en is er relevante DFDR data niet in het RvO opgenomen, of speelde het tijdsverschil tussen de diverse toegepaste klokken (§ 2.2) ook hier een rol?

5.2.2. De RVDL stelt dat de bemanning ervan op de hoogte was dat er losse 'thunderstorms' waren en dat zij de locatie ervan met hun boord-weerradar verifieerden. Volgens de verklaring van de bemanning zou de dichtstbijzijnde onweersbui tussen 7 en 12 nm West van het vliegveld hebben gelegen. Als dit zo zou zijn, dan zijn ze er tijdens de laatste bocht doorheen of onderdoor gevlogen, zoals in de vorige paragraaf genoemd. De verklaringen worden in twijfel getrokken. De bemanning heeft ten overstaan van de Commissie verklaard dat zij zich uit de communicatie met vertrekkende vlucht TP120 realiseerden dat TP120 1½ min. na hun takeoff door een onweerswolk vloog. Dit tijdstip is niet opgenomen in de Engelse vertaling van het RvO. In het transcript van de CVR van de laatste vluchtminuten is ook geen enkele opmerking opgenomen over onweersactiviteit of de verificatie.

5.2.3. De RVDL verwijst op pag. 4 naar berekeningen door het NLR (Ref. 6) waarmee drie gebieden met downburst/ microburst activiteiten worden aangetoond rond 700 ft hoogte, tussen 600 en 300 ft en tussen 200 en 110 ft hoogte. De hoogte data uit het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2, zie Bijlage 3 en Bijlage 4) vertonen echter op genoemde momenten nauwelijks abnormale veranderingen. Ook de verticale versnelling varieerde niet meer dan tussen 0,8 g en 1,22 g (tweemaal een piek), een verschil van maximaal 0,42 g, zie ook Bijlage 3 en § 3.1.5 hierboven. Zelfs de laterale versnelling was zo goed als nul (Bijlage 3). Het vliegtuig bewoog weliswaar iets, het was licht turbulent (§ 3.1.11), maar deze bewegingen mogen geen downburst/ microburst worden genoemd – dat is wel heel ver gezocht. Tussen 600 en 300 ft hoogte gaf de vlieger zelf (onnodige) richtingsstuurinvoer en induceerde daarmee variaties in de bewegingen van het vliegtuig (zie § 4.2.5); de RVDL schreef hierover helaas niet. Op 150 ft hoogte begon de richtingsstuur-input om op te lijnen met de richting van de landingsbaan. Een dergelijke grote, bijna maximale richtingsroeruitslag had vanzelfsprekend gevolgen voor de beweging om de langs- en dwarsassen. In de radiohoogtegrafiek (Bijlage 3) is echter slechts een kleine verandering in opwaartse zin waar te

nemen. Uit de RvO grafiek met hoogtestuurslag (Bijlage 7) blijkt dat het hoogteroer tussen +15° en -15° werd bewogen zonder dat de af- en toename van de vliegsnelheid daartoe aanleiding gaf, bovendien was CWS ingeschakeld en had de vlieger zelfs alleen maar globale correcties behoeven te doen door een beetje druk uit te oefenen op de stuurorganen, zie uitleg CWS in § 4.1.2. De grafieken wijzen op nerveus en incorrect stuurgedrag en ook op onvoldoende bekendheid met de werking van CWS (ook geconcludeerd door de NTSB in Ref. 3).

Volgens de RVDL toonde het NLR rapport aan dat de ondervonden windshear de grenzen van de het vliegtuigprestaties (performance) oversteeg, maar daar is in de grafieken van het DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2, Bijlage 3 en Bijlage 4) dus helemaal niets van te zien. Geen enkele stuurvlaklimiet werd bereikt; de laterale, longitudinale en verticale versnellingen bleven steeds ver binnen de limieten en het afnemen van de radiohoogte was zo goed als lineair. Het autothrottle systeem liep ook niet tegen grenzen aan. De grenzen van de prestaties werden niet eens benaderd, laat staan overstegen.

Er was dus geen windshear, maar wel lichte turbulentie en bovendien de door de vlieger zelf met onnodige richtingsstuur-inputs geïnduceerde bewegingen.

5.2.4. Tijdens de nadering zouden toenemende oscillaties hebben plaatsgevonden in pitch (langshelling), snelheid en motorvermogen (Ref. 5 pag. 5). Deze oscillaties zouden zijn toegenomen onder invloed van de 2^e en 3^e microburst langs het naderingspad, en door de interactie van de autothrottle en vliegerinputs. De oscillaties waren vrij groot, maar de parameters uit het FCOM werden niet overschreden. Er werd een VOR nadering gevlogen met gebruik van PAPI waarvan dus geen objectief geregistreerde data bestaat. Er hebben inderdaad variaties plaatsgevonden, maar zeker niet toenemend, zoals uit Bijlage 3 en Bijlage 4 moge blijken. Op de 'plaats van de microburst' gaf de vlieger onnodige stuurinputs die – uiteraard – variaties tot gevolg hadden. Dit werd onterecht uitgelegd als het bestaan van microbursts.

5.2.5. In het RvO staat een grafiek (Bijlage 9) met de 'rate of descent' (daalsnelheid) die zeer grote pieken vertoont. Deze data zou uit de DFDR komen, maar in het in het RvO opgenomen DFDR Factual Report van de NTSB is deze data niet aangetroffen. Zoals al in § 4.7.9 is genoemd is de herkomst van deze data onduidelijk; deze data zouden niet mogen worden gebruikt om windshear aan te tonen.

Volgens de RVDL is deze grafiek berekend (zonder aan te geven waarmee) en 'zijn de gegevens niet gedempt', waarmee bij de analyse rekening moet worden gehouden. De RVDL had moeten opmerken dat deze gegevens onwettelijk zijn. Het vliegtuig kan de gesuggereerde bewegingen helemaal niet hebben gemaakt zoals in § 4.7.9 werd uitgelegd. De grafiek met de normale (verticale) versnelling in het DFDR Factual Report van de NTSB (Bijlage 3) laat zien dat er helemaal geen grote verticale versnellingen waren.

5.2.6. De bemanning zou hebben verklaard dat de nadering tot een hoogte van 200 ft correct werd gevlogen ('in the slot for landing') en dat de PAPI aangaf dat het vliegtuig op het juiste glijpad was (Ref. 5, pag. 6). Uit de registratie van de grondradar blijkt echter dat de nadering, wat de richting betreft, helemaal niet correct werd gevlogen, zie § 4.2.3 en Bijlage 2. De RVDL had hierover een opmerking moeten maken. De tweemaal benodigde correcties om op het glijpad te blijven waren op zich niets bijzonders (zie § 3.1.10).

5.2.7. De problemen begonnen op ongeveer 150 ft, zo stelt de RVDL op pag. 6 van Ref. 5. Het motorvermogen ging naar 102%, het vliegtuig daalde niet meer en de snelheid nam toe. Het vliegtuig zou de 3^e microburst binnenvliegen waarvan het NLR had berekend dat die daar aanwezig was. Hoewel niet bekend is hoe het NLR dat heeft berekend, zal dat niet uit meteorologische data zijn, maar uit vliegtuigdata (AIDS?). Het onderscheid tussen microbursts en 'gewone' turbulentie is dan moeilijk te maken. Wat volgens de DFDR grafieken (Bijlage 6) wel gebeurde was dat de vlieger op dat moment bijna vol richtingsstuur naar links gaf om de langsas van het vliegtuig op te lijnen met de richting van de landingsbaan. De motoren waren 15 sec. daarvoor al naar 102% gegaan (als gevolg van de afname van de snelheid en toename van de langshelling om weer op het glijpad te komen (zie § 3.1.3, § 3.1.10 en Bijlage 7) mede waardoor de daling even minder werd, maar de snelheid nam niet toe. De versnellingen in de drie assen vertoonden geen bijzonderheden. Er waren helemaal geen onoverkomelijke problemen (van buitenaf), anders dan de dwarswind.

5.2.8. Vanaf 150 ft hoogte (Ref. 5, pag. 6) ontwikkelde zich volgens de RVDL een rolhoek naar links nadat de vlieger richtingsroer naar links had gestuurd om op te lijnen met de landingsbaan. De rolhoek was echter het gevolg van het niet tijdig en onvoldoende tegensturen met het rolstuur. Beide vliegers bewogen het rolstuur naar rechts, maar even later stuurde de vlieger naar links en

bleef de gezagvoerder nog even correct naar rechts sturen waarna en waardoor CWS uitviel (Bijlage 8). Beiden bleven tegen elkaar insturen tot het moment dat de grafiek stopte/ werd gewist. De rolhoek ging wel van 15° links naar een paar graden rechts; de gezagvoerder overwon. Ondertussen daalde de snelheid, volgens de RVDL niet alleen door de afname van het motorvermogen, maar ook door de zich ontwikkelende rugwind. De wind draaide naar 150° (of naar 190°? - tabel in RvO pag. 46), maar dat is nog geen rugwind als de koers 111° + 11° opstuurhoek is. Later in het RvO (niet in de meteo-tabellen) wordt gesproken over een (plotselinge) wind van 220°/35 kt. De rugwind component hiervan was kleiner dan 5 kt, de dwarswind component 14 kt. Uit de grafieken (Bijlage 3) blijken echter geen door externe krachten veroorzaakte laterale of longitudinale versnellingen. Het spoor van banden, het krasspoor van de motor en het krasspoor van de afgebroken rechter landingspoot liepen in de richting van de baan, niet naar links (§ 4.6.13). De 220/35 kt wind is niet gemeten en geregistreerd; in RvO Annex 5 op pag. 117 (CVR transcript) staat dat dit "valores calculados" zijn! (Uit de opstuurhoek, de snelheid en de grondkoers net voor de touchdown kan de wind ook worden berekend: 174°/ 25 kt; de dwarswind component hiervan is 23.1 kt – zie § 4.6.16).

5.2.9. Volgens de RVDL (Ref. 5, pag. 7) begon vanaf 80 ft hoogte ook een 'high rate of descent'. Uit de radiohoogtegrafiek van het NTSB rapport (Bijlage 3) blijkt helemaal niet dat de 'rate of descent' 'high' werd. De radiohoogtegrafiek in het RvO (o.a. in Bijlage 6) was vanaf 50 ft gewist zodat de 'high rate of descent' daarop helemaal niet is te zien. De DFDR hoogte was wel beschikbaar (tot 7 sec. na de landing), maar werd dus niet gebruikt. Zie ook § 4.6.5.

5.2.10. De RVDL stelt vervolgens dat het vliegtuig snel naar de linkerzijde van de landingsbaan werd verplaatst, klaarblijkelijk door de abrupte wijziging van windrichting en -snelheid. Een abrupte wijziging van windrichting en -snelheid zou echter in de grafiek te zien moeten zijn door het optreden van een laterale versnelling (Bijlage 3), wat niet het geval was. Wel stuurde de gezagvoerder op het laatste moment nog naar rechts om boven de landingsbaan te blijven of te komen, wat niet lukte.

5.2.11. De RVDL stelt dat de gezagvoerder op 50 ft hoogte 'startled was by a sinking feeling' en toen de gashendels opende. Dit zal wel een grapje zijn, want hoe kan men dit weten? De radiohoogtegrafiek van de DFDR (Bijlage 3) gaf in ieder geval geen aanleiding.

5.2.12. Volgens de RVDL raakte het vliegtuig de landingsbaan geheel aan de linkerzijde, eerst op het rechter landingsgestel terwijl het vliegtuig nog naar rechts rolde (0 – 4°), met een opstuurhoek van ongeveer 11° en een hoge daalsnelheid. De rolhoek naar rechts kwam veel te laat om in het verlengde van de landingsbaan te blijven en mag zelfs zo groot zijn dat de vleugelkleppen of vleugeltip de landingsbaan net niet raken, zie § 4.6.4. Dat de opstuurhoek nog 11° was betekent dat de vlieger er niet in was geslaagd om tijdig in het verlengde van midden van de landingsbaan uit te komen. Volgens het NLR kwam alleen het rechter hoofdlandingsgestel op de landingsbaan terecht, het middelste landingsgestel raakte de 'shoulder' tussen de baanlampen en het terrein; het linker hoofdlandingsgestel kwam dus geheel buiten de landingsbaan terecht (§ 3.1.15). Hierover schreef RvO noch RVDL. Het NLR moet die informatie toch ergens vandaan hebben. Gezien het gevolgde te schuine naderingspad (§4.2.3 en Bijlage 2) is het vliegtuig nooit boven het verlengde van de landingsbaan geweest en heeft de landingsbaan net niet gehaald, mede door niet tijdig op te sturen naar de voorgeschreven naderingsradiaal en/of baanrichting en ontoereikend rolstuur tegen de heersende dwarswind.

5.2.13. In tegenstelling tot wat de RVDL stelt op pag. 7 van Ref. 5 breekt een landingsgestel 'naar alle waarschijnlijkheid' niet bij het neerkomen op het rechterwiel als de rolhoek 4° naar rechts is en de opstuurhoek 11° (op een natte landingsbaan). Een landingsgestel is erop gebouwd om die krachten te verdragen en breekt niet zomaar. De RVDL heeft het helaas niet over de mogelijkheid van het landen met de door rembediening geremde of geblokkeerde wielen (§ 4.6.10) terwijl zij toch ook de beschikking had over de grafiek waaruit blijkt dat de rem werd bediend (Bijlage 6).

5.2.14. **Subconclusie - algemeen.** De RVDL heeft niet de objectieve data uit het DFDR Factual Report van de NTSB gebruikt om tot een juiste ongevals(- en oorzakelijkheids)beschrijving te komen. Er zijn aannames gedaan die eenvoudig kunnen worden weerlegd aan de hand van de DFDR data. Geconcludeerd moet worden dat de analyse door de RVDL niet zorgvuldig was en dat de oorzaak wellicht al bij voorbaat vaststond, of vast moest staan.

5.3. RVDL – Vastgestelde feiten

5.3.1. Er werden door de RVDL terecht aanpassingen voorgesteld omdat de tekst in het concept RvO op een aantal punten niet correct was en kon zijn. Maar ook werden teksten doorgehaald en/of gewijzigd die de schuld van het ongeval bij de vliegers zouden leggen. Dit wordt hieronder uitgewerkt.

Deze aanvullende analyse beperkt zich tot de doorhalingen en aanvullingen van de RVDL op de vastgestelde feiten uit § 3.1 van het concept RvO. In de eerste kolom in Bijlage 10 zijn wel alle door de CvO vastgestelde feiten overgenomen. In de tweede kolom staan de vastgestelde feiten zoals die in het eindrapport van ongeval staan. Daaruit blijkt dat de door de RVDL gesuggereerde wijzigingen – terecht – niet alle gehonoreerd werden door de Portugese Commissie van Onderzoek. In onderstaande paragrafen wordt met paginanummers verwezen naar Ref. 5, naar paragraafnummers in deze analyse en naar paragraafnummers in Bijlage 10 van deze analyse voor nadere uitleg of gegevens.

5.3.2. Door de RVDL werd de meteorologische melding doorgehaald dat er ten tijde van het ongeval op '250 nm West-Zuid-West' van Faro een depressie lag (Ref. 5 pag. 8). Dit moest worden vervangen door 'Zuid-West van Portugal'. De RVDL wenste kennelijk de grote afstand niet te vermelden maar deze suggestie werd in het eind RvO niet overgenomen (Bijlage 10, § 8).

Op pag. 9 van Ref. 5 is de door de RVDL doorgehaalde zin die begint met 'The crew was not aware of the turbulence intensity ...' in het eindrapport niet weggelaten maar anders geschreven. Uit de grafieken 6 en 10 in het RvO (Bijlage 6 en Bijlage 7) blijkt overigens dat de vlieger reeds 40 sec. voor de landing forse inputs op zowel het voetenstuur als de hoogtestuur gaf. Hij was zich dus waarschijnlijk terdege bewust van de overigens slechts lichte turbulentie (Bijlage 10, § 13).

5.3.3. Op pag. 10 van Ref. 5 werd door de RVDL voorgesteld 'braking action poor' te schrappen. De zin werd later gewijzigd in de verklaring dat de bemanning deze informatie niet in beschouwing nam voor het bepalen van de 'braking action'. De benodigde landingslengtes voor drie 'braking actions' werden onderweg echter al berekend door de boordwerktuigkundige en ingevuld op de Landing Data Card (Bijlage 1 en Bijlage 10, § 13).

5.3.4. De zin over de wind info van het Area Navigation System (traagheidsnavigatiesysteem, Bijlage 10, § 17) werd conform suggestie van de RVDL geschrapt, maar deze info werd afgelezen op het moment dat de vlieger pas net richtingsroer gaf om op te lijnen met de landingsbaan. Er zou dus wel waarde aan mogen worden toegekend. Bovendien stelt het Martinair Flight Ops Manual (BIM) in § 3.1.7 dat als windshear wordt verwacht 'Inertial' data moet worden gemonitord, naast de snelheid, daalsnelheid, langshelling en motorvermogen, voor een 'early shear recognition'. Er is dus niets mis met het aflezen van wind info uit het navigatiesysteem. Sterker nog, de gezagvoerder handelde juist en in overeenstemming met de procedures, maar gebruikte de informatie helaas niet en zag ook niet toe op het gebruik ervan door de vlieger. Zie ook § 2.3.11 en § 3.2.6.

5.3.5. Het gebruik van verschillende tijden en klokken in het RvO is door de RVDL niet als bezwaar gemeld (§ 2.2.1).

5.3.6. Op pag. 10 van Ref. 5 staat ook dat twee minuten en 10 seconden (volgens een andere klok misschien wel drie minuten) na het ongeval door SIO een waarschuwing voor windshear werd geregistreerd, dus niet vóór het ongeval (Bijlage 10, § 21)!

5.3.7. Volgens de windtabel in het RvO §1.7.4.4 op pag. 46 was de gemiddelde wind 20 sec. voor de landing 160°/ 21 kt max. 35 kt. Op pag. 126 in het RvO staat dat Approach Control de wind 220°/35 kt niet doorgaf aan het vliegtuig. Er is een groot hoekverschil tussen deze twee windrichtingen; welk gegeven is eigenlijk juist? Zijn er meerdere windtabellen gebruikt? Nogmaals, uit de DFDR data (Bijlage 3 en Bijlage 4) blijkt dat het vliegtuig helemaal geen versnellingen als gevolg van een windvlaag onderging.

5.3.8. Op pag. 11 van Ref. 5 (Bijlage 10, § 23) stelde de RVDL voor te schrappen dat de bemanning niet goed samenwerkte, wat werd overgenomen. Ook stelde de RVDL voor om de paragraaf over de tijdelijke afname van het zicht tijdens de nadering en de landingsbaanconditie-informatie die de bemanning van de verkeerstoren ontving zo te wijzigen dat die informatie niet zou hoeven te leiden tot het afbreken van de nadering. In het Portugese rapport is dit gelukkig niet overgenomen en staat er terecht dat de bemanning de hen toegezonden informatie onjuist heeft geïnterpreteerd en daardoor niet het besluit nam de landing af te breken.

5.3.9. De voorgestelde wijzigingen over CWS op pag. 11 (Bijlage 10, § 24) zijn wel correct. In tegenstelling tot wat het RvO stelt is het volgens AOM § 3.3.5-08 wel toegestaan om met CWS te landen, maar onder 150 ft hoogte mag de autopilot vanuit de CMD Mode niet rechtstreeks uit worden gezet, vermoedelijk in verband met mogelijk optredende transiënten, zie ook § 3.2.7 en § 4.1.2.

5.3.10. De RVDL stelde voor toe te voegen dat de reductie van het motorvermogen tot 'flight idle' op 150 ft door het autothrottle systeem zou zijn geïnitieerd en door de vlieger zou zijn doorgezet ('follow through', Bijlage 10, § 26). Bij turbulentie en windshear behoort de vlieger de hand op de gashendels te leggen en mee te voelen met de door de autothrottle aangestuurde hendels om te voorkomen dat deze (door de autothrottle) worden dichtgetrokken of te ver wordt gereduceerd bij snelheids- en neusstandvariaties als gevolg van turbulentie en windshear. In Martinair Flight Ops Manual BIM § 3.1.7 staat volgens het RvO: 'Do not make large power reductions until beginning of flare'. Het autothrottle systeem begint normaliter pas op 50 ft langzaam te reduceren. De gashendels zijn echter door de vlieger te vroeg dichtgetrokken en -gehouden, wellicht omdat men dreigde veel te ver op de landingsbaan neer te komen. Zie § 3.1.12 en § 4.6.7.

5.3.11. De RVDL wilde toevoegen (Bijlage 10, § 27) dat de daalsnelheid zou zijn toegenomen (tot 1000 ft/min) door de te vroegtijdige en te grote vermogensreductie en de rugwindcomponent (Bijlage 10, § 29). Indien de wind naar 220° zou zijn geruimd, dan zou deze wind met een voorliggende koers (landingsbaanrichting) van 106° (+ een opstuurhoek van 11°) nog geen rugwind van betekenis zijn geweest. Als de windsterkte tot 35 kt zou zijn toegenomen dan zouden zeker wel landingslimieten op een natte (en ook een flooded) landingsbaan zijn overschreden. In het RvO staat dat door de voortijdige vermogensreductie en plotselinge windvariaties mogelijk operationele vliegtuiglimieten zijn overschreden. In dezelfde paragraaf staat dat er in de laatste 20 sec. voor de landing geen significante variaties in windsnelheid en -richting zijn geregistreerd. Bij een dergelijk grote toename van de dwarswind zou een stuurcorrectie nodig zijn geweest die echter niet werd gegeven. Ook zou dit weer in de versnellings- en andere grafieken (Bijlage 3) zichtbaar moeten zijn geweest, wat niet het geval was.

5.3.12. De RVDL wilde toevoegen (pag. 11, Bijlage 10, § 30) dat de breuk in het landingsgestel, behalve door de grote 'rate of descent', mede was veroorzaakt door het neerkomen op het 'right hand aft wheel' en de opstuurhoek. Een vliegtuig komt altijd neer op een 'aft wheel', of bedoelt men het 'right-hand main gear'? Het is bij de meeste typen vliegtuigen helemaal geen bezwaar om met een opstuurhoek (op een natte landingsbaan) neer te komen, het landingsgestel is daarvoor doorgaans sterk genoeg. Uit de grafiek met radiohoogte van de NTSB (Bijlage 3, want het laatste deel in de grafiek in het RvO was gewist) blijkt helemaal niet dat de 'rate of descent' hoog was. De verticale versnelling tijdens de laatste seconden van de vlucht was nam toe tot 1,1 g, de ROD werd kleiner. Er werd noch in het RvO noch door RVDL gesproken over geblokkeerde remmen (§ 4.6.10). Bovendien kwam het vliegtuig volgens het NLR grotendeels naast de landingsbaan terecht (§ 3.1.15), waarover evenmin in het RvO en door de RVDL werd geschreven.

5.3.13. *Subconclusie vastgestelde feiten.* Enkele door RVDL voorgestelde doorhalingen en aanvullingen waren correct, maar de overige voorstellen lijken wel duidelijk bedoeld om de vliegers te vrijwaren en de oorzaak bij de weersomstandigheden te leggen op grond van niet-objectieve data. Zoals uit het eindrapport blijkt hebben de Portugese onderzoekers niet alle voorgestelde doorhalingen en aanvullingen van de RVDL overgenomen, maar wel enkele teksten aangepast. De wens dat windshear de oorzaak van het ongeval moest worden was blijkbaar de vader van de gedachte achter het bewust voorstellen van niet op objectieve data gebaseerde wijzigingen en aanvullingen.

5.4. RVDL – Oorzaken

5.4.1. De oorzaken zoals genoemd in de beschikbaar gestelde Engelse vertaling van het RvO komen niet overeen met de oorzaken die staan in § 3.2 van de Portugese eindversie van het RvO (Ref. 1, pag. 166). Beide zijn overgenomen in Bijlage 11. Hieronder staan opmerkingen over de doorhalingen en aanvullingen van de RVDL over de oorzaak zoals die in hun commentaar zijn aangetroffen (Ref. 5).

5.4.2. De RVDL (Ref. 5 pag. 13, zie Bijlage 11 § 48 - 54) stelde een geheel andere tekst over de oorzaak voor. De CvO stelt dat de oorzaak was de hoge daalsnelheid in de laatste fase van de nadering en de dwarswind die bij de bemanning niet bekend was maar waardoor vliegtuiglimieten

werden overschreden. Volgens de RVDL werd het ongeval geïnitieerd door een plotselinge en onverwachte windvariatie in richting en snelheid (windshear) in de laatste fase van de landing, waarna zich een hoge 'rate of descent' en een extreme laterale verplaatsing ontwikkelde die een harde landing veroorzaakte op het rechter hoofdlandingsgestel waardoor in combinatie met een aanzienlijke opstuurhoek de structurele limieten van het vliegtuig werden overschreden. Een paar opmerkingen van de RVDL werden overgenomen in de oorzaak zoals omschreven in het eind-RvO, zie Bijlage 11, maar de schuld werd niet alleen bij de weersomstandigheden gelegd, zoals de RVDL wilde.

Uit de grafieken in het DFDR Factual Report van de NTSB blijkt niets van plotselinge windvariaties. Er werden wel fouten gemaakt tijdens de nadering, bij het oplijnen en bij de landing (met gemerde wielen), zie vanaf § 3.2.3. Bovendien was de landingsbaan te kort voor de actuele 'braking action'; een doorstart had moeten worden uitgevoerd.

5.4.3. **Subconclusie oorzaken.** De in het eindrapport beschreven oorzaken zijn niet in overeenstemming met de (objectief gemeten) feiten.

5.5. RVDL – Bijdragende factoren

5.5.1. Ook de aan het ongeval bijdragende factoren komen niet alle overeen met het RvO, zie Bijlage 12. De RVDL wilde toevoegen (Ref. 5 pag. 14, zie Bijlage 12 § 55) dat, uitgaande van de heersende weersomstandigheden, noch de meteo, noch de bemanning anticipeerde op de mogelijkheid van het bestaan van windshear. Dit is in het RvO niet overgenomen, maar vervangen door de correcte constatering dat de nadering onstabiel was (en dus had moeten worden afgebroken, zoals het AOM voorschrijft) (Bijlage 12 § 56).

5.5.2. De aanvulling met het aanhouden van 'idle thrust', hoogstwaarschijnlijk door de bemanning, is terecht overgenomen door de CvO (Bijlage 12 § 57).

5.5.3. In het laatste concept van het RvO stond dat de wind informatie van het traagheidsnavigatiesysteem aan boord incorrect zou zijn (Bijlage 12 § 59 1e kolom). Deze zin is inderdaad geschrapt; de windinfo was misschien niet erg accuraat (daarover zijn geen gegevens bekend), maar de Martinair procedure vereist dat er naar wordt gekeken als windshear wordt verwacht, zie ook § 5.3.4. De gezagvoerder handelde dus correct, maar zag niet toe op het juiste gebruik van deze gegevens. Deze factor had in het RvO moeten blijven staan; de kennisname ervan (wind groter dan de limiet) had niet mogen worden genegeerd en had tot een doorstart aanleiding moeten geven.

5.5.4. Op 250 ft hoogte ging het zicht op de landingsbaan tijdelijk verloren omdat het blijkbaar begon te regenen en de ruitenwissers niet aan waren. Dit op zich is geen reden om de nadering af te breken. De suggestie van de RVDL deze zin te schrappen is overgenomen, maar wel is blijven staan het ontbreken van naderingslichten als bijdragende factor (Bijlage 12 § 60). Dit wordt echter niet gezien als een aan het ongeval bijdragende factor. Dit feit werd blijkbaar al enige tijd geaccepteerd door Martinair, want er werd naar Faro gevlogen; blijkbaar vond men de baanverlichting voldoende en was dit niet tegen de regels.

5.5.5. De RVDL wilde de bijdragende factor schrappen dat de bemanning de conditie van de landingsbaan incorrect had geëvalueerd. Deze bijdragende factor is – geheel terecht – ongewijzigd gebleven in het RvO. De bemanning maakte een ernstige beoordelingsfout waarover de RVDL blijkbaar niets wilde zien in het RvO (Bijlage 12 § 61).

5.5.6. De CWS viel, conform het ontwerp, op een hoogte van 80 ft uit door met elkaar conflicterende stuurinputs van gezagvoerder en vlieger. Het RvO stelde dat dit onder de voorgeschreven hoogte gebeurde waardoor het vliegtuig onder handbediening een abrupte 'flare' (afvangen) en harde landing maakte (Bijlage 12 § 62). Dit is terecht door de RVDL aangepast. De handbediening hoeft overigens geen nadeel te zijn (geweest). Als dit zo zou zijn dan was het CWS niet door de autoriteiten gecertificeerd. De overgang naar handbediening is vermoedelijk niet eens door de vliegers opgemerkt vanwege de op dat moment hoge 'workload' en heeft geen nadelige invloed gehad.

5.5.7. De RVDL wilde de deelconclusie schrappen dat de bemanning te laat was met het opvoeren van het motorvermogen. Deze deelconclusie is terecht ook ongewijzigd gebleven in het RvO (Bijlage 12 § 63).

5.5.8. De RVDL wilde de bijdragende factor schrappen dat de liftcoëfficiënt afnam door de zware regen (Bijlage 12 § 64). In het RvO bleef deze bijdragende factor echter staan. Opgemerkt kan worden dat de lift van een vleugel in zware buien weliswaar kleiner kan worden, maar tijdens

de vlucht kan worden gecompenseerd door het optrekken van de neus en gelijktijdige toename van het motorvermogen. Uit de NTSB grafieken blijkt dat op 250 ft inderdaad de neus een beetje werd opgetrokken en het toerental van de motoren toenam. De door nalatigheid van de vliegers al te ver teruggelopen snelheid had echter een veel groter (kwadratisch) effect op de draagkracht van de vleugels dan de regenbui.

5.5.9. De RVDL wilde de factor schrappen dat de breuk in het landingsgestel werd veroorzaakt door de hoge daalsnelheid gecombineerd met de aanzienlijke sliphoeek toen de landingsbaan werd geraakt (Bijlage 12 § 65). De CvO heeft deze zin geschrapt als bijdragende factor, maar wel als een van de oorzaken van het ongeval opgenomen (Bijlage 11 § 49).

5.5.10. *Subconclusie bijdragende factoren.* Het commentaar van de RVDL liet te wensen over. Het was niet compleet maar overduidelijk wel naar windshear toegeschreven. Men wilde daarmee kennelijk de schuld van de schouders van de bemanning halen en geheel bij Faro of de niet bestaande windshear leggen. Gelukkig heeft de Commissie van Onderzoek niet alle suggesties van de RVDL overgenomen.

6. Conclusies over het RvO, de analyse van de RVDL en deze aanvullende analyse

6.1. De eerder in deze beperkte aanvullende analyse gegeven subconclusies worden hieronder kort samengevat onder vermelding van het paragraafnummer waar de toelichting staat.

6.2. *Kloktijden* (§ 2.2). Drie van de in het RvO gebruikte tijden, waartussen verschillen bestonden, werden UTC genoemd; er bestaat echter maar één UTC, een kloktijd die vroeger 'Greenwich Mean Time' werd genoemd. Geconcludeerd moet worden dat de CvO blijkbaar niet begreep wat UTC precies is.

6.3. De CVR-tijden in het RvO vertoonden een onverklaarbaar toenemende afwijking met de UTC klok. De toegepaste synchronisatiemomenten werden niet vermeld en kunnen dus niet worden geverifieerd. Geconstateerd werd dat of de UTC in het RvO, of de CVR tijden in Annexen 5 en 6 van het RvO in enkele gevallen niet correct waren en dat de aan de hand van de CVR en/of UTC kloktijden uitgevoerde analyse niet nauwkeurig genoeg was. Het werd ook niet duidelijk of de bij de feiten en in de analyse in het RvO genoemde Radar- en Meteotijden op de juiste wijze werden gecorrigeerd naar UTC, ten onrechte communicatie-UTC genoemd, ten behoeve van een nauwkeurige en correcte analyse. De afwijking tussen de klokken was in enkele gevallen te groot. Geconcludeerd kan worden dat de in het RvO toegepaste tijden niet betrouwbaar zijn voor een grondige analyse van het ongeval. Deze conclusie wordt ook ondersteund door de in Bijlage 2 geplote en op de CVR opgenomen hoogte- en DME afstandmeldingen van de gezagvoerder, die niet overeen blijken te komen met de hoogtes die door de CvO in het RvO zijn gebruikt. Het toepassen van ten minste vijf verschillende klokken in één RvO is bijzonder verwarrend en werkt fouten bij de analyse in de hand.

6.4. *Meteo* (§ 2.3). De in Hoofdstuk 1 ('Factual information') van het RvO weergegeven weer- en windgegevens zijn niet alleen maar feitelijke gegevens; het is daardoor lastig, zo niet onmogelijk, om te reconstrueren wat er meteorologisch precies gebeurde kort voor het ongeval. De ene keer wordt een gemiddelde wind gegeven, maar op momenten dat het (voor de schuldvraag) beter uitkomt wordt een piek-wind gegeven waarvan het dan weer onduidelijk is of het momentele waarden betreft of gemiddelden gedurende een bepaalde verstreken tijd en wat de herkomst ervan is. De meeste weergegeven meteo-informatie betreft overigens de periode van na het ongeval.

6.5. Geconcludeerd kan worden dat de in het RvO gerapporteerde meteorologische feiten, waarvan de herkomst soms dus onverklaarbaar is, in onvoldoende mate kunnen bijdragen aan een juiste beeldvorming van de weersomstandigheden kort voor en tijdens het ongeval. Het Hoofdstuk Meteorologische informatie in het RvO (§ 1.7) is een chaotisch bijeengebrachte verzameling van opmerkingen die waarschijnlijk door meerdere onderzoekers zijn gemaakt.

6.6. Hoewel de door de verkeersleiding aan het vliegtuig medegedeelde wind binnen de limiet viel voor de door de bemanning veronderstelde conditie van de landingsbaan ('wet runway'), was de door de gezagvoerder, in overeenstemming met de voorschriften, van zijn AINS afgelezen wind ver boven die limiet, wat niet tot de enige juiste actie, t.w. een doorstart, leidde. Ondanks dat de verkeersleiding tweemaal aan MP495 had medegedeeld dat de landingsbaan 'flooded' was leidde

dit niet tot de in dat geval noodzakelijk doorstart. De windsterkte was groter dan toegestaan voor het landen op Faro onder de gegeven baancondities. De landingsbaan zou te kort zijn.

6.7. De CvO concludeerde ook dat de voor de landing van MP495 benodigde landingsbaanlengte niet alleen voor een ondergelopen ('flooded') landingsbaan, maar zelfs al voor een natte ('wet') landingsbaan langer zou zijn dan de beschikbare lengte. Ook concludeerde de CvO dat er in de laatste 20 seconden van de vlucht geen significante verandering van windsnelheid en -richting werd geregistreerd in het SIO.

6.8. *Vliegveld en vliegtuig informatie* (§ 2.4). Het 45 m verschil in beschikbare landingslengte van baan 11 wordt in het RvO niet verklaard. Behalve een foutief benoemde magnetische afwijking wordt niet gerefereerd naar de 5° afwijkende naderingskoers ('offset') die is voorgeschreven door de Portugese autoriteiten. Gegevens over de 'Classification' van de 'hardened area', de strook grond naast de landingsbaan, en van het vliegtuig ontbreken.

Geconcludeerd kan worden dat vele van de wel op de DFDR opgenomen gegevens van de laatste 50 ft hoogte niet zijn overgenomen en weergegeven in de grafieken van Annex 9 van het RvO en niet zijn gebruikt bij de analyse van de gebeurtenissen.

6.9. *Vergelijking data DFDR Factual Report NTSB en RvO* (§ 2.5). Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat in het RvO veel data ontbreekt die wel in het oorspronkelijke DFDR Factual Report van de NTSB staan en dat er te grote verschillen zijn in de radiohoogte en in de uitslagen van de stuurvlakken (rolroeren en stroomverstoorders) enkele seconden voor de landing. Het lijkt alsof er in de NTSB grafieken is geknipt en geplakt. Ook stopt de weergave van de voor de analyse van groot belang zijnde grafieken in het RvO met gegevens over de stuurinputs door de vliegers kort voor het landingstijdstip. De in het RvO opgenomen kopie van het DFDR Factual Report van de NTSB is hoogstwaarschijnlijk niet de oorspronkelijke door de NTSB aan de onderzoekers verstrekte versie met alle relevante data. In het RvO ontbreken zeer belangrijke gegevens (of zijn gewist) en de wel beschikbare gegevens zijn niet gebruikt om de grafieken in het RvO aan te vullen.

6.10. *Nadering in het RvO* (§ 3.1). De reconstructie van het ongeval werd deels gegeven in Hoofdstuk 1, waarin alleen maar factuele informatie zou moeten staan, en deels in het Hoofdstuk 2, Analyse, waarin echter geen echte analyse staat, maar meer een opsomming van conclusies. Er werden verschillen geconstateerd tussen gegevens in het DFDR Factual Report en het RvO. Hoogtecorrecties om het voorgeschreven naderings-glijpad te blijven volgen en motortoerentalvariëaties werden onterecht uitgelegd als zijnde effecten van windshear. Volgens de ICAO definities was het vliegtuig slechts onderworpen aan lichte turbulentie. De herkomst van de hoge daalsnelheid is twijfelachtig; deze gegevens kunnen niet juist zijn. De in grafieken als radiohoogte aangeduide hoogte is niet alleen radiohoogte; volgens het NTSB rapport was de beschikbare radiohoogte beperkt tot 250 ft. Het verloop van de nadering was abnormaal, niet volgens de voorgeschreven koers. De vlieger was al (te) vroeg bezig het vliegtuig op te lijnen met de landingsbaan voor de landing. Deze oplijning werd niet voltooid zodat met een zijwaartse beweging (krabbend) werd geland. Van veel grafieken in het RvO ontbreekt het laatste deel, vanaf een hoogte van 50 ft terwijl de NTSB grafieken wel doorlopen. Volgens een NLR rapport landde het vliegtuig veel te ver en voor de helft naast de landingsbaan. De breuk van het rechterlandingsgestel zou ook veroorzaakt kunnen zijn doordat met geremde wielen werd geland.

6.11. *Windshear in het RvO* (§ 3.2). De reconstructie van het laatste deel van de vlucht was, wat de weersinvloeden betreft, niet juist. Er is geen enkel bewijs voor windshear. Het was licht turbulent tijdens de laatste fase van de vlucht, maar de bewegingen waren op geen enkel moment extreem en bovendien verklaarbaar. In het RvO wordt zeer nadrukkelijk naar windshear toegeschreven, terwijl uit de objectieve data van de DFDR niet kan worden geconcludeerd dat de bewegingen die het vliegtuig maakte de normen voor windshear benaderden. De onstabiele werd uitgelegd als het doorkruisen van gebieden met 'up- en downbursts', terwijl het normale glijpadcorrecties betroffen. De vlieger veroorzaakte zelf onstabiele door onnodige richtingsroeruitslagen te geven en gebruikte de CWS mode van de autopilot niet op een behoorlijke manier. De gezagvoerder veroorzaakte het uitvallen van CWS door de besturing niet op de juiste wijze over te nemen.

6.12. De bemanning negeerde de meldingen over de conditie van de landingsbaan en voerde een landing uit op een landingsbaan onder een voor de heersende weercondities voor een DC-10 veel te hoge dwarswindcomponent; de dwarswindlimiet werd overschreden.

6.13. Geconcludeerd kan worden dat de natuur de schuld moest krijgen van het ongeval. Het is onverklaarbaar dat deze reconstructie door de RVDL werd geaccepteerd.

6.14. *Landing Data Card* (§ 3.3). Op de Landing Data Card stond oude en reeds vervangen windinformatie. De op Faro beschikbare landingslengte bij een natte baan zou net toereikend zijn voor de DC-10; het landen op een 'flooded runway' zou niet mogelijk zijn. Het toepassen van de in het Martinair FCOM beschreven berekening van de windcorrectie leidt tot een te lage naderingssnelheid als de autothrottle wordt gebruikt. De vliegers voegden niet de minimale vereiste 5 kt windcorrectie toe aan de door de boordwerktuigkundige verstrekte drempelsnelheid. De juiste naderingssnelheid was niet op de Landing Data Card vermeld. De berekening van de naderingssnelheid in het Martinair FCOM klopt niet indien de autothrottle wordt toegepast.

6.15. *Naderingskoers* (§ 4.2). De laatste bocht voor de landing werd te dichtbij de landingsbaan en te ruim en daardoor niet volgens de voorgeschreven procedures gevlogen. Op en onder 500 ft hoogte vloog het vliegtuig nog steeds niet op de voorgeschreven naderingsradiaal, de afwijking van de voorgeschreven naderingskoers was veel te groot en er werd niet tijdig en onvoldoende gecorrigeerd voor de heersende dwarswind. De vlieger veroorzaakte variaties in richting en rolhoek door onnodige stuurinputs waardoor ook snelheidsvariaties en motortoerentalvariaties optraden; dit duidt op een tekortkoming in de training. De nadering was dus zeker niet stabiel, zoals is voorgeschreven voor hoogtes onder 500 ft en had om meerdere redenen moeten worden afgebroken. De nadering werd niet correct gevlogen en niet tijdig door de gezagvoerder gecorrigeerd.

6.16. *Naderingssnelheid* (§ 4.3). Er werden verschillen geconstateerd tussen de snelheidsdata die door de NTSB werden verstrekt en de snelheidsdata in de grafieken van het RvO. In het eerste deel van de nadering was de snelheid volgens de NTSB al te laag. De ingestelde naderingssnelheid op de autothrottle was 139 kt, 5 kt te laag, zie ook Bijlage 5. Later varieerde de naderingssnelheid, vermoedelijk door de automatische windvlaagcorrectie van het autothrottle systeem of door de lichte turbulentie, maar ook door onnodige richtingsstuurinputs van de vlieger, en daalde zelfs tot nabij en onder de drempelsnelheid. De FCOM procedure is niet duidelijk voor het berekenen van de naderingssnelheid bij ingeschakelde autothrottle. De gezagvoerder greep niet in.

6.17. Op 50 ft radiohoogte (baandrempel) was de snelheid teruggelopen tot 134 kt. De snelheid was dus 10 kt lager geworden dan de voorgeschreven naderingssnelheid en 5 kt lager dan de voorgeschreven drempelsnelheid, te laag voor een veilige nadering onder de heersende omstandigheden. Op de Martinair Landing Data Card was geen ruimte ingericht voor de naderingssnelheid, alleen voor de drempelsnelheid. Het toezicht op de goede werking van de autothrottle en het aanhouden van de juiste, veilige, naderingssnelheid werd daardoor bemoeilijkt.

6.18. De gashendels van de motoren werden tijdens het laatste deel van de nadering al op een hoogte van 150 ft dichtgetrokken door de vlieger, tegen de voorschriften in. De 2½ sec. voor de landing door de gezagvoerder geïnitieerde doorstartpoging kwam te laat.

6.19. *Glijpad* (§ 4.4). Er waren verschillen in de gevlogen glijpadhoogte tussen DFDR data, CVR transcripten en het ingetekende glijpad in de grafieken van het RvO. De nadering in het verticale vlak was volgens het transcript van de CVR weliswaar tijdelijk tot 150 ft onder het voorgeschreven glijpad, maar werd tijdig gecorrigeerd en had daardoor geen nadelig effect op de landing. De kwaliteit van de grafieken en gegevens over de herkomst van de glijpadhoogte-data in het RvO liet te wensen over.

6.20. *Actuele wind en conditie landingsbaan* (§ 4.5). De 10 seconden voor de landing in het vliegtuig afgelezen wind was hoger dan de voorgeschreven limiet. Bovendien zou de 'flooded' landingsbaan veel te kort zijn om tijdig tot stilstand te kunnen komen. Ook om deze redenen had de landing niet mogen worden uitgevoerd. Ook de voor dit deel van de analyse benodigde data was uit het RvO 'weggelaten'.

6.21. *Landing* (§ 4.6). Volgens de NTSB (Ref. 2) begon het oplijnen, het in lijn brengen van de langas van het vliegtuig met de richting van de landingsbaan met behulp van het voetenstuur (richtingsroer) ter voorkoming van een traverserende landing, al op een radiohoogte van 104,3 ft (Ref. 2), volgens het RvO (Ref. 1) op 150 ft, 10 sec. voor 'touchdown', maar uit de grafieken blijkt dat dit al op 450 ft hoogte begon, 40 sec. voor 'touchdown'. Dit was te vroeg. Zowel hierdoor als door het ontoereikende tegenrolstuur, was het vliegtuig niet opgelijnd en werd onder invloed van de dwarswind naar de linkerzijde van de landingsbaan weggezet (verlijerd). Ook is het mogelijk dat het vliegtuig, door de schuine aanvliegbaan, nooit het verlengde midden van de landingsbaan heeft bereikt en zelfs de baan net niet geheel heeft gehaald. De plaats waar het vliegtuig voor het eerst de grond raakte was volgens het NLR 124 m voorbij de 'touchdown zone' en half naast de landingsbaan; het RvO zweeg hierover. De te verre landing geeft ook aan dat het vliegtuig niet

tegen de grond is gewerkt door een 'downdraft'. Het is mogelijk dat de vlieger heeft beseft dat te ver zou worden geland en daarom al tijdig de gashendels heeft dichtgetrokken. Het vliegtuig maakte een traverserende landing met een krabhoek van ca. 11°. Een landingsgestel is daarvoor doorgaans sterk genoeg en loopt daardoor op een natte landingsbaan geen schade op; de maximale toegestane krabhoek is niet bekend. In de laatste twee seconden werd de neus enigszins opgetrokken waardoor een harde landing werd voorkomen. De gemiddelde daalsnelheid in de laatste fase van de vlucht was niet abnormaal en binnen de limieten.

6.22. De vlieger bleek gedurende de laatste anderhalve minuut van de vlucht in ieder geval zijn rechtervoet niet juist te hebben geplaatst op het richtingsstuur. Hoewel van de betreffende grafiek ook het laatste deel ontbreekt, kan met een zekere grenzende waarschijnlijkheid worden gesteld dat het rechter rempedaal was ingetrapt en de wielen van het rechter hoofdlandingsgestel krachtig remden op het moment dat het vliegtuig de grond raakte waardoor de krachten op het landingsgestel tijdens de landing zover toenamen dat dit de oorzaak zou kunnen zijn van de fatale breuk in het landingsgestel. Het onjuist plaatsen van de voeten op het richtingsstuur, en niet alleen de traverserende landing, zou tot de breuk in het rechter landingsgestel hebben kunnen leiden. Dit zijn gevolgen van incorrect handelen van de vlieger, met ernstige gevolgen.

6.23. In de rolbesturingsgrafiek werd een fout van 5% naar rechts geconstateerd.

6.24. *Windshear of turbulentie* (§ 4.7). Uit de tot dusverre verstrekte gegevens van de DFDR blijkt niet dat er sprake was van windshear; er was geen sprake van bewegingen die niet konden worden opgevangen door vliegtuigsystemen (autopilot en autothrottle) en normale vliegvaardigheid. De grafieken die nodig zijn om de aanwezigheid en invloed van windshear vast te stellen zijn uit het RvO weggelaten of deels gewist, terwijl de CvO daarover wel beschikte (DFDR Factual Report van de NTSB, Ref. 2). Tijdens de laatste fase van de nadering is het wel licht turbulent geweest; bovendien induceerde de vlieger zelf bewegingen door onnodige repeterende richtingsstuurinputs. Uit de DFDR data blijkt ook dat er geen grote laterale versnellingen optraden, maar dat het neerkomen op de linkerzijde van de landingsbaan het gevolg was van een onjuiste naderingskoers en een onjuiste wijze van oplijnen met het verlengde van het midden van de landingsbaan door de vlieger.

6.25. Er zijn geen gegevens die de aanwezigheid van windshear kunnen bevestigen. De gegevens waarmee zou kunnen worden aangetoond dat er geen windshear was zijn weggelaten uit het RvO. Als er tijdens de laatste fase van de nadering windshear was geweest, dan was het vliegtuig niet voorbij de landingszone geland. Een verklaring hoe de RVDL tot de conclusie van de aanwezigheid van windshear is gekomen ontbreekt, de CvO concludeert dit niet. Uit analyse van de gegevens blijkt eerder het tegendeel; er was helemaal geen windshear gedurende de nadering van MP495.

6.26. *Procedures* (§ 4.8). De ervaren en getrainde bemanning voerde tijdens de nadering geen van de in het FCOM voorgeschreven windshear procedures uit wat er ook op kan wijzen dat er tijdens de nadering geen windshear werd geconstateerd. De vereiste 'landing call' ontbrak.

6.27. *RVDL – algemeen* (§ 5.2). De RVDL heeft niet de objectieve data uit het DFDR Factual Report van de NTSB gebruikt om tot een juiste ongevals(- en oorzakelijkheids)beschrijving te komen. Er zijn aannames gedaan die eenvoudig kunnen worden weerlegd aan de hand van de DFDR data. Geconcludeerd moet worden dat de analyse door de RVDL niet zorgvuldig was en dat de oorzaak van het ongeval wellicht al bij voorbaat vaststond, of vast moest staan.

6.28. *RVDL – vastgestelde feiten* (§ 5.3). Enkele door RVDL voorgestelde doorhalingen en aanvullingen waren correct, maar de overige voorstellen lijken wel duidelijk bedoeld om de vliegers te vrijwaren en de oorzaak van het ongeval bij de weersomstandigheden te leggen op grond van niet-objectieve data. Zoals uit het eindrapport blijkt hebben de Portugese onderzoekers niet alle voorgestelde doorhalingen en aanvullingen van de RVDL overgenomen, maar wel enkele teksten aangepast. De wens dat windshear de oorzaak van het ongeval moest worden was blijkbaar de vader van de gedachte achter het bewust voorstellen van niet op objectieve data gebaseerde wijzigingen en aanvullingen.

6.29. *RVDL – oorzaken* (§ 5.4). De in het eindrapport beschreven oorzaken zijn niet in overeenstemming met de (objectief gemeten) feiten.

6.30. *RVDL – bijdragende factoren* (§ 5.5). Het commentaar van de RVDL liet te wensen over. Het was niet compleet maar overduidelijk wel naar windshear toegeschreven. Men wilde daarmee

kennelijk de schuld van de schouders van de bemanning halen en geheel bij Faro of de niet bestaande windshear leggen. Gelukkig heeft de Commissie van Onderzoek niet alle suggesties van de RVDL overgenomen.

7. Conclusies over het uitgevoerde onderzoek door CvO en RVDL

7.1. Er zijn voor een juiste en objectieve analyse van het ongeval benodigde gegevens weggelaten uit zowel het RvO (Ref. 1) als uit de grafieken van de in het RvO opgenomen DFDR data en zelfs uit de in het RvO opgenomen DFDR Factual Report van de NTSB (Ref. 2). In de bijlage van het NTSB rapport (opgenomen in Bijlage 3 en Bijlage 4 van deze analyse) is te zien dat er is geknipt en geplakt. Het vermoeden bestaat dat er bewust belangrijke gegevens voor de juiste analyse van de vlucht zijn weggelaten, zowel geheel als van de laatste seconden. Er ontbreken in het RvO dus zeer belangrijke gegevens voor de analyse van het ongeval die wel beschikbaar moeten zijn geweest. Met gebruikmaking van de wel opgenomen gegevens kan overigens toch wel een van het RvO afwijkende vermoedelijke oorzaak van het ongeval worden gegeven die in § 8 hieronder is opgenomen.

7.2. In het RvO werden meerdere onjuistheden geconstateerd. Het is onverklaarbaar dat de onderzoekers zelf, de RVDL en hun raadgevers dit niet hebben opgemerkt en beschreven.

7.3. De RVDL heeft eigen commentaar geschreven op het eindrapport van de Portugese overheid, maar daarin niet de objectieve gegevens uit het DFDR Factual Report van de NTSB gebruikt om tot een juiste ongevals(- en oorzakelijkheids)beschrijving te komen. Er zijn aannames gedaan die eenvoudig kunnen worden weerlegd aan de hand van de DFDR data (vanaf § 5.3).

7.4. De RVDL voegde opmerkingen toe aan de conclusies en oorzaak in het laatste concept van het RvO en haalde tekst door. Enkele door de RVDL voorgestelde doorhalingen en aanvullingen waren correct, maar de overige lijken wel duidelijk bedoeld om de schuld bij de vliegers weg te halen op grond van niet-objectieve gegevens (vanaf § 5.4). De Portugese Commissie van Onderzoek heeft terecht niet alle door de RVDL voorgestelde doorhalingen en aanvullingen overgenomen in het eind-RvO.

7.5. Het lijkt erop dat naar windshear moest worden en is toegeschreven en dat alle objectieve gegevens waarmee zou kunnen worden aangetoond dat er geen sprake was van windshear moesten worden en zijn weggelaten of gewist uit het RvO. Dit werd ook nog eens duidelijk bij het analyseren van het Commentaar van de RVDL op het RvO (§ 5).

7.6. Het wekt sterk de indruk dat door onafhankelijk veronderstelde ongevallenonderzoekers en hun raadgevers grote moeite is gedaan om te bewerkstelligen dat de vliegers en daarmee de vliegmaatschappij niets te verwijten zou zijn.

8. Hoofdconclusies over de oorzaken van het ongeval

8.1. Ondanks dat belangrijke gegevens uit het RvO waren weggelaten of gewist kon, gebaseerd op de door de NTSB in hun DFDR Factual Report (Ref. 2) in woorden, getallen en grafieken gerepresenteerde gegevens van de laatste fase van de vlucht en op de feitelijke gegevens uit het Rapport van Ongeval (Ref. 1), voorlopig objectief worden vastgesteld:

- (1) dat ten minste vier minuten voor de landing aan de bemanning werd medegedeeld dat de landingsbaan 'flooded' was (onder water stond), waarvoor de 'braking action poor' zou zijn. De gezagvoerder was bekend met de betekenis van de term 'flooded'. De onder die condities benodigde landingsbaanlengte zou, volgens de door de bemanning zelf berekende en opgestelde Landing Data Card, ca. 600 m (!) meer zijn dan de landingsbaan lang was. Als het vliegtuig goed zou zijn neergekomen dan zou het vliegtuig op de 'flooded' landingsbaan niet tijdig tot stilstand zijn gekomen;
- (2) dat de dwarswindlimiet voor de actuele conditie van de landingsbaan ('flooded') werd overschreden;
- (3) dat de nadering op een hoogte van 500 ft nog niet stabiel was voor wat betreft de hoogte, naderingshoek, snelheid en motorvermogen, zoals was voorgeschreven in het FCOM;
- (4) dat de afwijking in de hoek tussen het naderingspad dat het vliegtuig volgde en de voorgeschreven naderingsradiaal in het horizontale vlak te groot was. Er werd geen poging tot

correctie gedaan terwijl daarvoor wel tijd was. Het vliegtuig vloog de landingsbaan in een te schuine lijn aan, te weinig opsturend tegen de dwarswind, en bereikte daardoor de landingsbaan niet;

- (5) dat de gashendels van de drie motoren te vroeg werden dichtgetrokken of dichtgehouden waardoor de vliegsnelheid te vroeg en veel te veel terugliep tijdens het laatste deel van de nadering en tevens de door de captain op het allerlaatste moment voor de landing alsnog geïnitieerde doorstart mislukte;
- (6) dat de standaard manoeuvre om de langsas van het vliegtuig op te lijnen met de richting van de landingsbaan, ter voorkoming van een traverserende landing, met de nodige aarzeling te hoog en te vroeg werd ingezet en de voor het in lijn houden met de landingsbaan benodigde rolhoek niet werd aangenomen en behouden, waardoor het vliegtuig niet met de landingsbaan opgelijnd is geweest en met een opstuurhoek landde;
- (7) dat het vliegtuig voor de helft naast en ver voorbij de landingszone op de landingsbaan neerkwam met naar aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ook nog geremde wielen waardoor de krachten op het landingsgestel gigantisch toenamen en, in combinatie met de opstuurhoek, tot breuk daarvan leidden, ca. 300 m na touchdown;
- (8) dat er in de grafieken van de gegevens uit de zwarte doos en in de opgenomen gesprekken in de cockpit geen enkele aanwijzing werd gevonden dat het vliegtuig tijdens de nadering een gebied met windshear passeerde. Bovendien bleek dat de daalsnelheid normaal was en dat er geen harde landing werd gemaakt, maar wel traverserend, wat op een natte baan geen probleem is. De ondervonden turbulentie was volgens de definitie van de ICAO slechts licht;
- (9) dat de bemanning niet handelde in overeenstemming met de voorschriften voor het vliegen bij of het herstellen uit ondervonden windshear, en dus noch windshear verwachtte, noch ondervond;
- (10) dat er gedurende de nadering meerdere, op voorschriften gebaseerde, redenen waren om een doorstart uit te voeren, wat werd nagelaten;
- (11) dat de gashendels onjuist en niet in overeenstemming met de voorschriften werden bediend en de CWS mode van de automatische piloot onbehoorlijk werd gebruikt;
- (12) dat de bemanning de nadering voor de landing niet uitvoerde in overeenstemming met de voorgeschreven (Martinair) procedures, en ook niet in overeenstemming met de door de Portugese overheid voorgeschreven naderingsprocedure en –route;
- (13) dat de berekening van de naderingssnelheid in het Martinair FCOM niet klopt indien de autothrottle wordt toegepast.

8.2. Met deze hoofdconclusies kunnen de oorzaken van het ongeval worden geformuleerd.

9. Oorzaken van het ongeval

9.1. Het ongeval werd veroorzaakt doordat de bemanning:

- (1) de aan hen bekendgestelde actuele en in het vliegtuig afgelezen windgegevens en conditie van de landingsbaan negeerde en daarop niet reageerde door tijdig een doorstart uit te voeren en/of uit te wijken naar een andere luchthaven. De dwarswindlimiet werd overschreden;
- (2) gedurende het laatste deel van de nadering teveel afweek van het door de Portugese overheid voorgeschreven naderingspad (Approach Chart) en op de daartoe in het FCOM voorgeschreven hoogte nog steeds niet stabiel op het naderingspad vloog en desondanks de nadering doorzette en geen doorstart maakte;
- (3) de gashendels van de motoren te vroeg geheel had dichtgetrokken, waardoor de op lage hoogte alsnog geïnitieerde doorstart mislukte;
- (4) ernstige, zelfs fatale procedure- en bedieningsfouten maakte, zowel tijdens het laatste deel van de nadering als bij het landen, waardoor het vliegtuig deels naast en met geremde wielen op de landingsbaan terecht kwam en er dientengevolge structurele limieten werden overschreden;
- (5) onbekwaam omging met de automatische piloot, het autothrottle systeem en het landen bij dwarswind.

Bijlage 1. Martinair DC-10 Landing Data Card MP495

Benodigde landingslengte
berekend met vliegveld- en
vliegtuiggegevens voor de
nadering

Min. manoeuvreer snelhe-
den bij diverse flap/ slat
standen, zie § 3.3.1:

UP/ RET 227 kt

0°/ TO 195 kt

22°/ TO 161 kt

Drempelsnelheden bij
twee flap/ slat standen,
zie § 3.3.1:

50°/ LAND 139 kt

35°/ LAND 143 kt

Opmerking: het hand-
schrift van bovenstaande
getallen en van ACT LW
(actual landing weight)
wijkt af van de overige
data.

Martinair **LANDING DATA** **DC-10**

GAWT 109

R/W	R/W LENGTH AVAIL	ACTUAL LANDING DISTANCE		
		GOOD	MED	POOR
109	2445	1905	2400	3055

EST LW: 1620
ACT LW: 1610

Station: A
Flap: 24
Gear: 140/14
Wind: 15/14
QNH: 1013

UP/RET MIN. MAN.
0°/ TO Approach
22°/ TO Threshold

Abnormal Flap/Slat configuration
Intermediate or MIN. MAN.
Threshold

Single Engine Approach
UP/RET MIN. MAN.
0°/ TO Approach
22°/ TO Threshold

Voorspelde vliegveld- en
naderingsgegevens

Bij landingsplanning
gebruikte wind:
140°/ 14 kt (§ 3.3.8)

Vluchtgegevens t.b.v.
Failure States
– ontbreken –

Gevlogen nadering t.o.v. voorgeschreven koers/pad, (§ 4.2.3): tot 2 nm max. 7° binnen 2 nm 4°.

Het voor een DC-10 voorgeschreven naderingspad (Approach Cat. D)

Het door MP495 gevolgde naderingspad.

The chart displays several key elements:

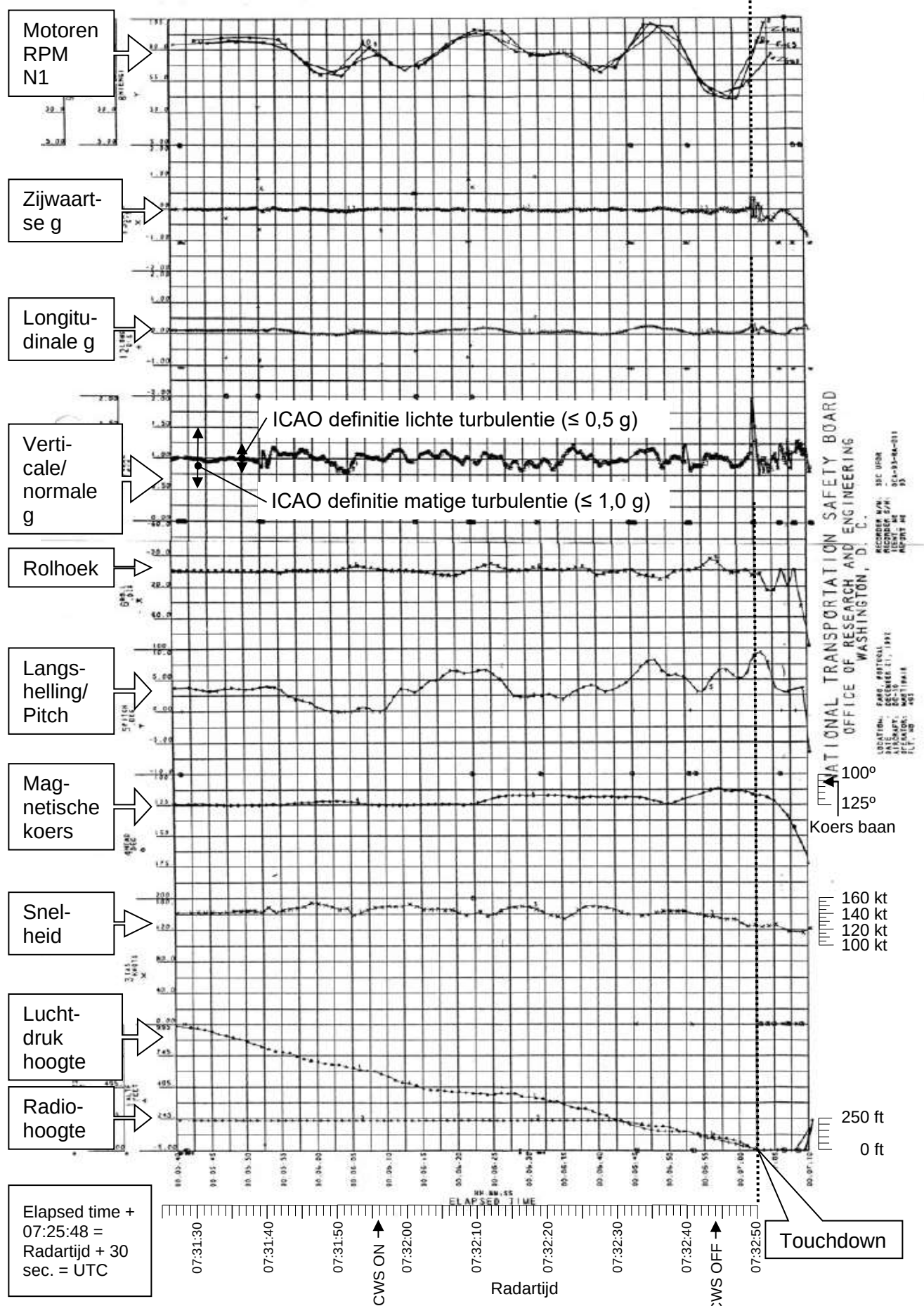
- Magnetic Bearings:** Indicated as "BEARINGS ARE MAGNETIC".
- Altitudes and Elevations:** Noted as "ALTITUDES & ELEVATIONS IN FEET 2000 (1976)".
- Navigation Aids:** Includes a VOR/DME station at 112.80 MHz and a holding pattern at 3000 feet.
- Approach Procedures:** Shows a missed approach procedure starting at 1800 feet, with instructions to climb on R103 VFA to 3000 feet and then proceed to VFA east holding.
- Scale:** Provided in both statute miles (0 to 3) and kilometers (0 to 5).

TRAJECTÓRIA RADAR DO VOO MP 495

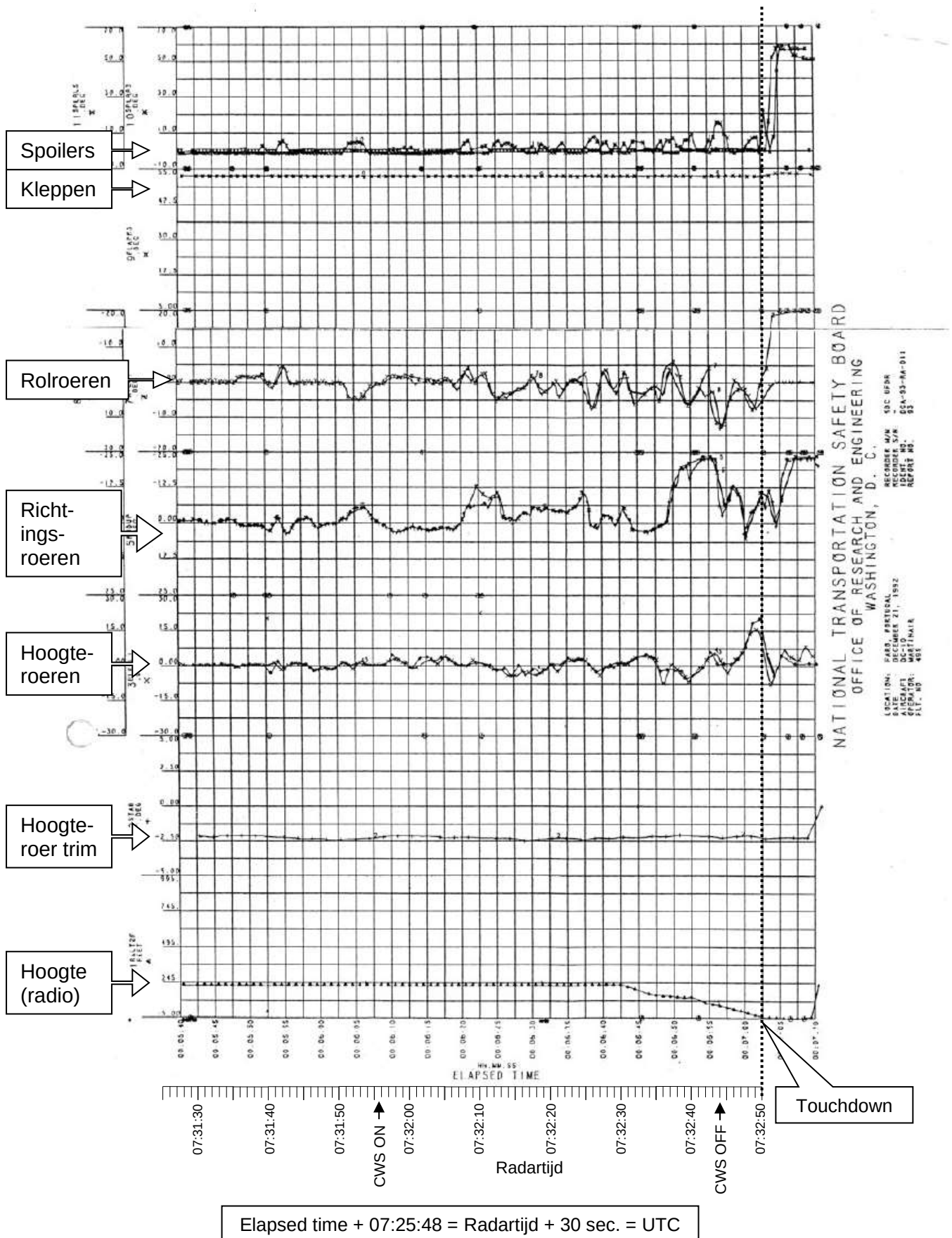
CVR reports		Hoogte bij 5,2% (24 ft) glijdeslope:	
DME:	Hoogte:	QNH:	Radio:
6 nm	1730 ft	1841 ft	1817 ft
5 nm	1430 ft	1524 ft	1500 ft
4 nm	1120 ft	1209 ft	1185 ft
3 nm	820 ft	893 ft	869 ft

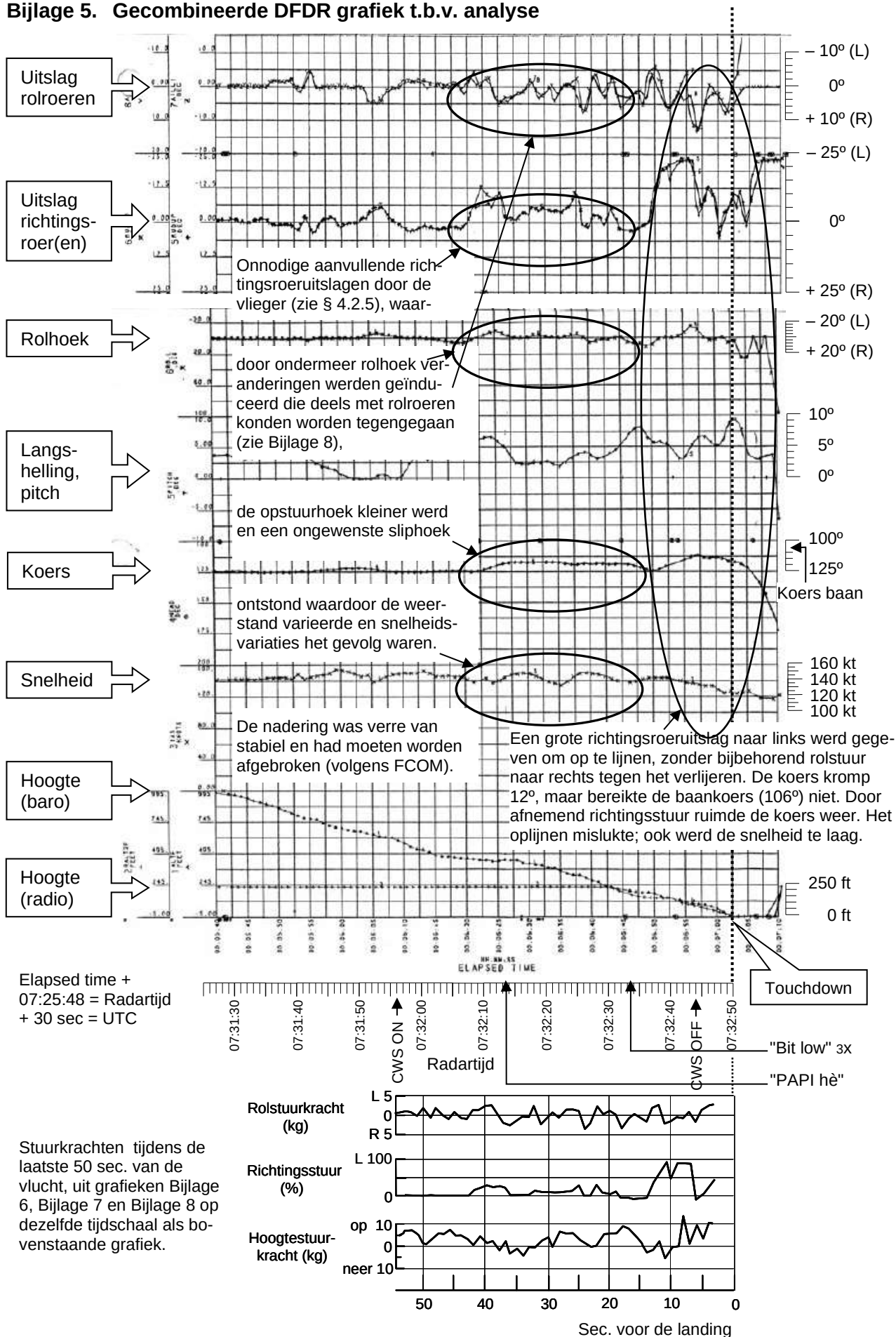
Als het vliegtuig op het voorgeschreven glijpad vliegt, op Faro 5,2% (= 2,98°), dan geeft de hoogtemeter op genoemde DME afstanden de hoogtes in kolom QNH weer en de Radiohoogtemeter de hoogte in kolom Radio. Afstand PAPI tot VOR/DME $\approx \frac{1}{4}$ nm.
Radiohoogte = QNH – 24 ft baanhoogte (bij vlak terrein).
De hoogte was gedurende de gehele nadering iets te laag.

Bijlage 3. Pagina 1 uit RvO, Annex 15. Deel van DFDR Factual Report NTSB (Ref. 2)

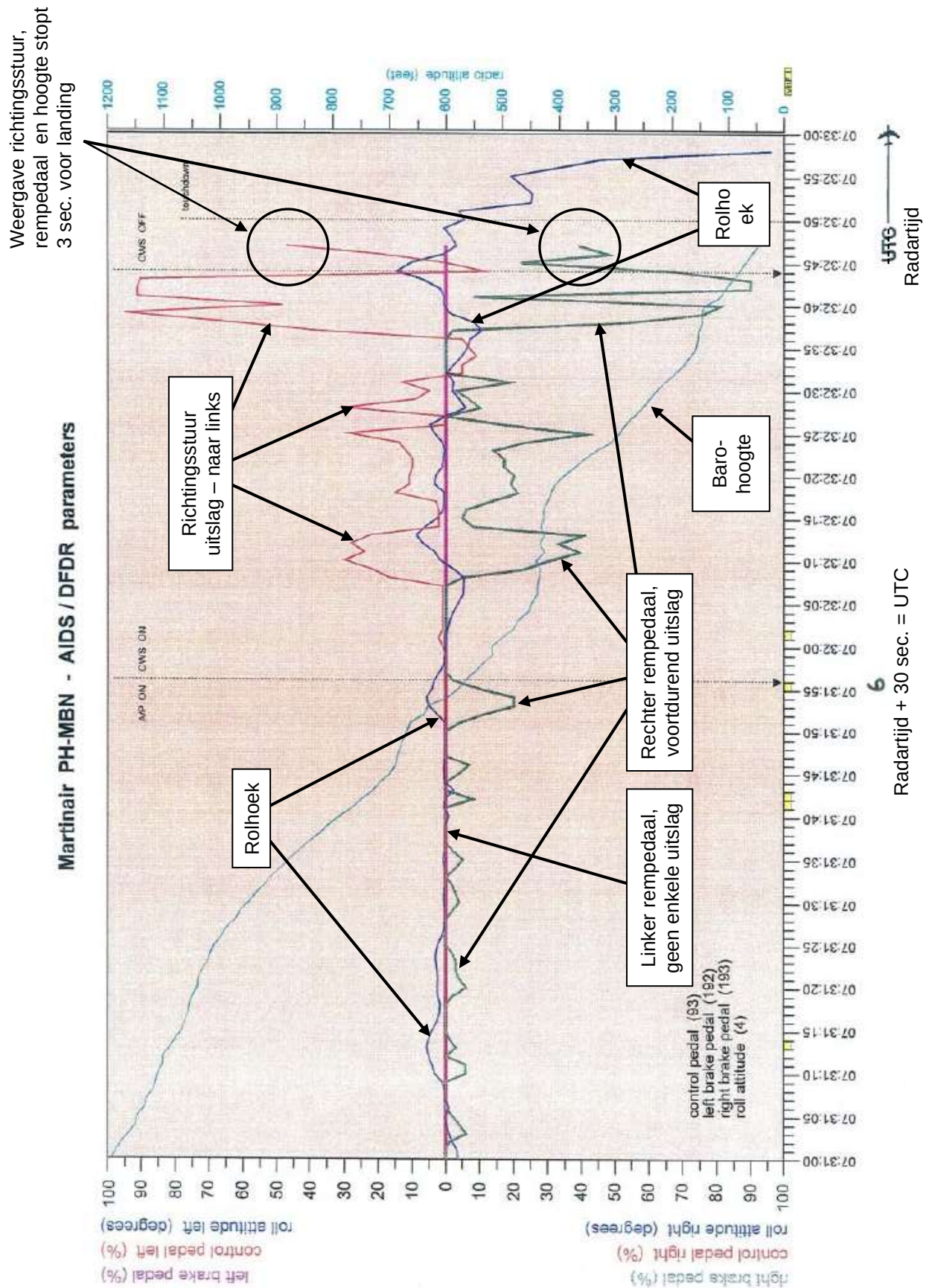


Bijlage 4. Pagina 2 uit RvO, Annex 15. Deel van DFDR Factual Report NTSB (Ref. 2)

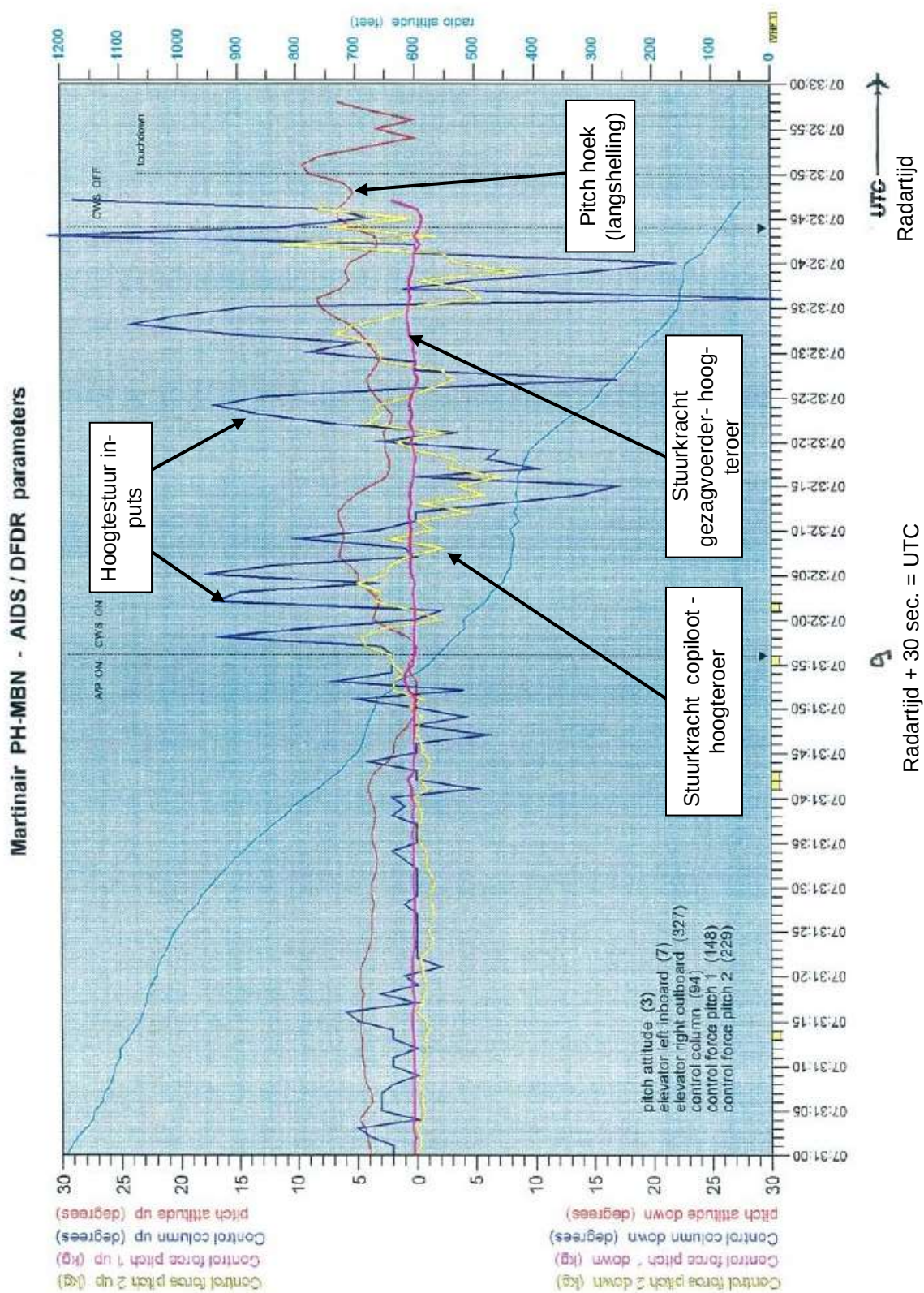


Bijlage 5. Gecombineerde DFDR grafiek t.b.v. analyse

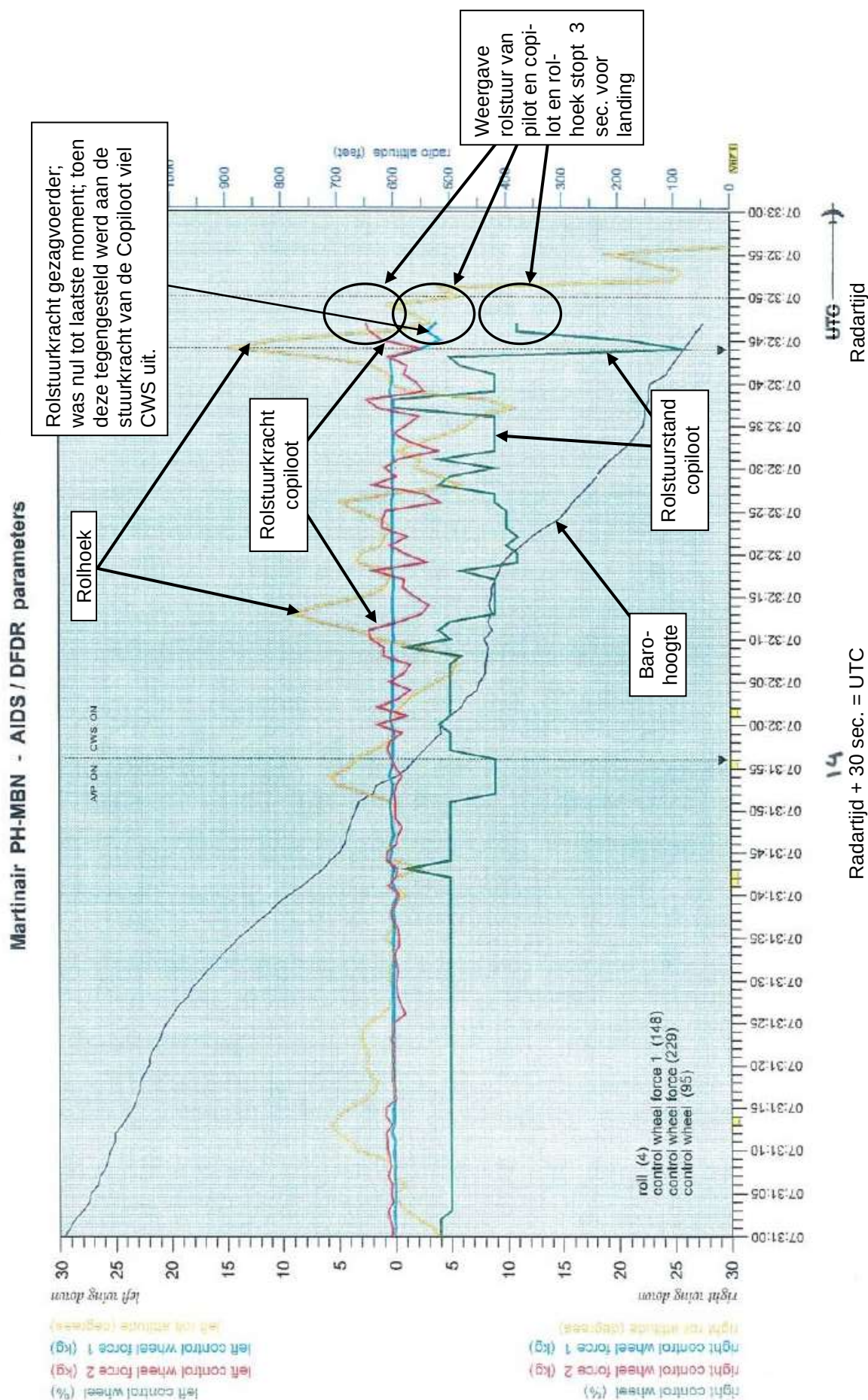
Bijlage 6. Grafiek 6 uit RvO, Annex 9. Richtingsstuur, remmen, rolhoek

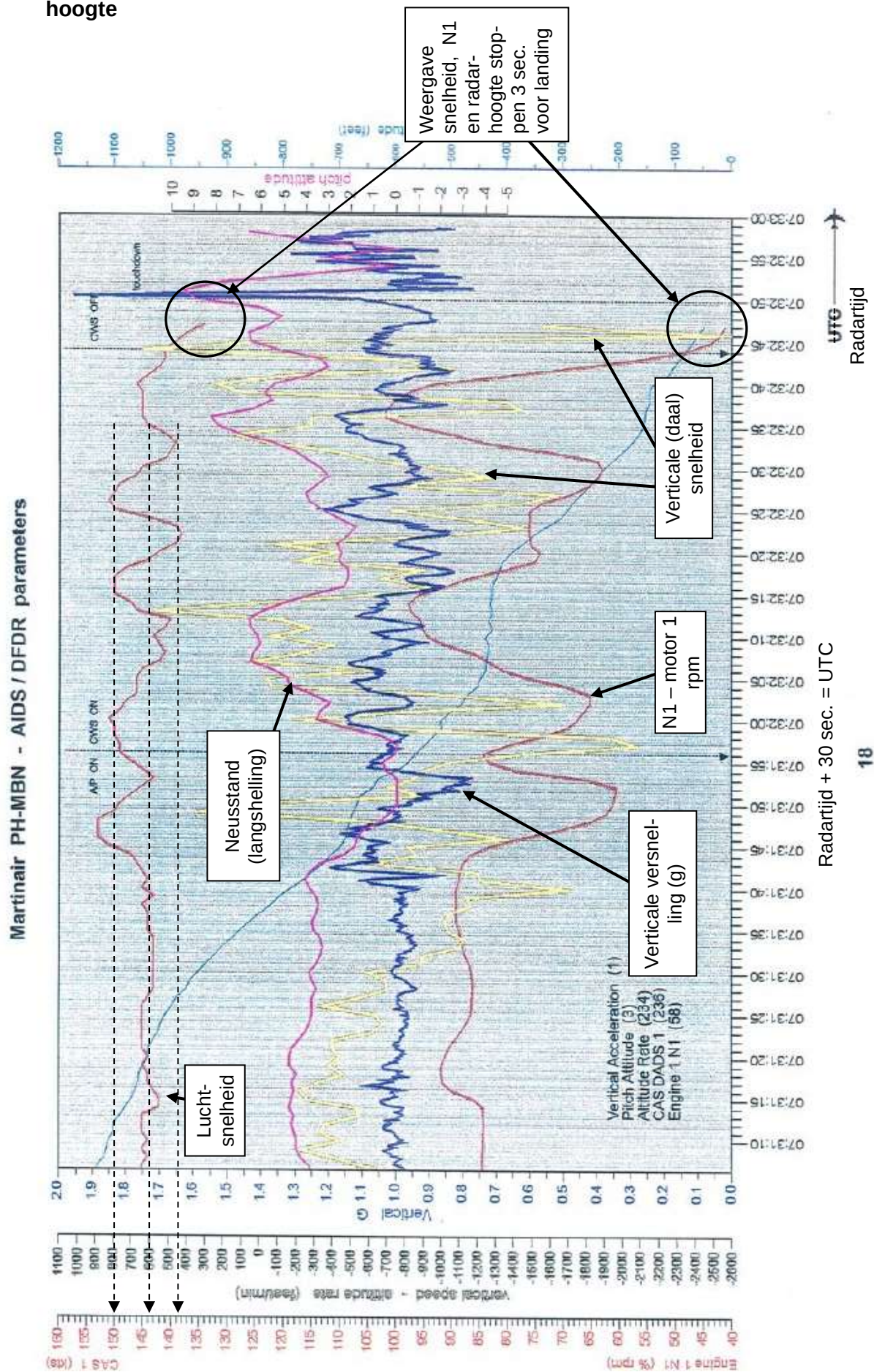


Bijlage 7. Grafiek 9 uit RvO, Annex 9. Hoogtestuur en langshelling (pitch), hoogte



Bijlage 8. Grafiek 14 uit RvO, Annex 9. Rolstuur en rolhoek, hoogte



Bijlage 9. Grafiek 18 uit RvO, Annex 9. Snelheid, langshelling, g, N₁, daalsnelheid, hoogte

Bijlage 10. Vastgestelde feiten en commentaar uit versies Rapport van Ongeval § 3.1

Onderstaande tabel is beperkt tot de vastgestelde feiten zoals die in concept en eindversie van het Rapport van Ongeval (RvO) staan. In de middelste, gearceerde, kolom een informele (computer) vertaling uit het Portugees van § 3.1 van het formele Portugees eind-Rapport van Ongeval.

In de eerste kolom staat het op 6 Sept. 1994 naar de Portugese CvO verzonden commentaar van de Raad voor de Luchtvaart (RVDL) op het concept van het RvO, met de door de RVDL verlangde ~~doorhalingen~~ en toevoegingen (Ref. 5, ook genoemd het Blauwe Rapportje).

In de vierde kolom staan de van het Portugees eind-RvO afwijkende bevindingen van de RVDL die in een Appendix van het Eindrapport van Ongeval zijn opgenomen. Alleen de afwijkingen zijn opgenomen en *gearceerd* zoals in de Appendix. De wijzigingen t.o.v. de 2e kolom zijn onderstreept.

In de laatste kolom verwijzingen naar paragrafen in deze analyse waar verklaringen staan. Een uitroepteken in deze kolom markeert de grote verschillen tussen RVDL en Eindrapport.

De tijden zijn UTC tijden = Radartijd (van de grafieken) + 30 sec.

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
1.	The aircraft was in an airworthy condition and was correctly certified for the flight.	Het vliegtuig was in luchtwaardige conditie en goed gecertificeerd voor de vlucht.		
2.	The weight and balance was within the approved limits	Het gewicht en het zwaartepunt van het vliegtuig waren binnen de goedgekeurde grenzen.		
3.	There were no indications of faults on the aircraft or its systems that could have contributed to the degradation of safety nor could have increased the workload on the crew during the final phase of the flight.	Er waren geen tekortkomingen in de werking van het vliegtuig en systemen die mogelijk hebben bijgedragen aan de verlaging van zijn veiligheid of een toename van de werklust van de bemanning tegen het einde van de vlucht.		
4.	The inoperative items at departure from Amsterdam, did not affect the aircraft operation.	De buiten werking zijnde onderdelen hadden geen invloed op de werking van het vliegtuig bij het vertrek uit Amsterdam.		✓ 4.8.2
5.	The crew was correctly licensed, qualified and certified for the operation of the aircraft.	De bemanning was naar behoren gebrevetteerd, gekwalificeerd en gecertificeerd voor het bedienen van het vliegtuig.		
6.		De luchtverkeersleiders waren correct gelicenseerd en gekwalificeerd.		
7.	The crew and the air traffic controllers were working within the limits of the prescribed working and rest time regulations.	De bemanning en luchtverkeersleiders hadden werkuren voltooid in overeenstemming met de voorschriften.		
8.	The meteo conditions at Faro airport area were influenced by a depression centered at the accident time at about 250 nm ESE of Faro airport <u>South West of Portugal</u> with a pressure of 1006 hPa in the	Het weer op het vliegveld van Faro aan het begin van de dag en tijdens de ochtend van de dag van het ongeval werd beïnvloed door een depressie die, op het moment van het ongeval, was	De meteorologische condities op het vliegveld van Faro werden beïnvloed door een depressie waarvan het midden ten tijde van het ongeval <i>Zuidwest van</i>	5.3.2

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
	centre. The depression extended at altitude with an axis practically vertical, bringing into circulation a mass of very humid and unstable maritime air, with an instability which extended practically until the troposphere. In the South-East border of the depression were developing organized lanes of convergence with bank of clouds in which Cb were embedded, with great vertical development that gradually reached the Faro region. The forward part of one of these lanes arrived at the Faro airport about 07.30 UTC and at 12.00 UTC still affected the region. As a consequence strong thunderstorms and heavy rainshowers developed with very significant local wind variations, with gusts developing that in the airport region reached a velocity of 40 kts. The average wind came from South-East and S.S.E. with an average force of 10-17 knots, that, occasionally, with the passing Cb could surpass 20 to 25 knots. The surface visibility was 6 to 9 km, being reduced to 2 - 4 km during the periods of intense rainfall.	gecentreerd op ongeveer 250 nautische mijlen westzuidwest van de luchthaven van Faro met een luchtdruk van 1006 hPa in het midden. De depressie die zich uitstrekte in hoogte met een bijna verticale as, voerde in zijn beweging een massa van vochtige maritieme lucht mee en was zeer instabiel, de instabiliteit strekte zich uit tot aan de troposfeer. In de zuidoostelijke rand van een depressie ontwikkelden zich samenkomende stroken met regenzones en ingesloten Cumulonimbus met grote verticale ontwikkeling die de regio van de luchthaven van Faro bereikten. De voorzijde van een van deze stroken bereikte de luchthaven van Faro om ongeveer 07:30 UTC en heeft tot 12:00 UTC invloed gehad op de regio. Vandaar het ontstaan van onweer en zware onweersbuien, met grote lokale variaties van de wind die in het gebied rond het vliegveld snelheden van 40 knopen bereikte. De gemiddelde wind uit het zuidoosten en zuid-zuidoosten meteen gemiddelde 10 tot 17 kt en die incidenteel, met de passage van Cumulonimbus, de 20 tot 25 kt kon overschrijden. Het zicht aan het oppervlak was 6 tot 9 km, met waarden van 2 tot 4 km tijdens perioden van hevige regenval.	<i>Portugal</i> lag met een luchtdruk van 1006 hPa in het midden. [rest ongewijzigd]	
9.	The forecast for Faro airport for the period 04.00 - 13.00 UTC gave a surface wind of 150°, 15 knots, visibility more than 10 km, 3/8 stratus at 500 ft, 4/8 cumulus, 1200 ft, 5/8 stratocumulus 2500 ft, temporary visibility 6000 m, some moderate showers and some lightning, small or moderate small hail, intermittent vis more than 10 km, moderate thunderstorm and 2/8 Cb at 1800 ft.	De prognose voor de luchthaven Faro geldig voor de periode van 04:00 tot 13:00 UTC gaf een wind aan de oppervlakte van 150° met 15 knopen, een zicht van meer dan 10 km, 3/8 stratus op 500 ft plus 4/8 cumulus op 1200 ft plus 5/8 stratocumulus op 2500 ft, tijdelijk 6000 meter zicht, regen zwak of zwakke onweersbuien of matig met regen, maar geen hagel, een zicht met tussenpozen van meer dan 10 km, matig onweer en 2/ 8 Cumulonimbus op 1800 ft.		

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
10.	At 04.45 UTC the meteo centre of Lisbon airport sent a sigmet valid between 06.00 - 12.00 UTC in which was warned for clear air turbulence, moderate and locally severe, above FL 340 and thunderstorms and ice formation in Lisbon FIR.	Op 04:45 UTC stuurde het Luchtvaart Meteorologische Centrum van Luchthaven Lissabon een SIGMET, geldig van 06:00 -12:00 UTC, waarin vermeld matige turbulentie in heldere lucht en plaatselijk ernstig boven FL 340 en onweersbuien en sterke ijsvorming in de FIR Lissabon. Dit SIGMET was niet doorgegeven aan het vliegtuig.		
11.	At 07.09:58 UTC Faro Approach Control gave the following meteo information to flight MP495: Wind 150° 18 kt, vis. 2500 m, present time thunderstorms, clouds 3/8 at 500 ft, 7/8 at 2300 ft, 1/8 Cb at 2500 ft, Temp. 16°, QNH 1013.	Op 07:09:58 UTC gaf de naderingsverkeersleiding van Faro de volgende informatie over het weer aan vlucht MP495 door: wind 150/18 kt, zicht 2500 meter, momenteel onweer, bewolking 3/8 op 500 voet plus 7/8 op 2300 ft, en 1/8 Cumulonimbus op 2500 ft, temperatuur 16°, QNH 1013.		
12.	The aircraft in the final phase of the approach passed a turbulence area associated with windshear and downburst phenomena that initiated a longitudinal instability of the aircraft.	Het vliegtuig kruiste in de naderingsfase een zone met turbulentie die geassocieerd werd met verschijnselen van microburst en downburst en die longitudinale instabiliteit van het vliegtuig veroorzaakte.		✗ 4.7
13.	The crew was not aware of the turbulence intensity due to the influence of the automatic flight control systems operating correctly, degrading the crew's perception of the seriousness of the situation.	Het gebruik van automatische systemen (ATS + CWS), zal de perceptie van de bemanning hebben gedegradeerd voor de turbulentie en instabiliteit tijdens de nadering.	<i>De bemanning was zich minder bewust van de intensiteit van de turbulentie en zijn gevolgen op de stabiliteit van het vliegtuig, als gevolg van de werking van de automatische besturingsystemen (ATS en CWS).</i>	✗ 3.2.3 !
14.	The aircraft was informed by Approach Control that the runway was flooded...	Het vliegtuig werd door de naderingsverkeersleiding geïnformeerd dat de landingsbaan was ondergelopen (<i>flooded</i>).		✓
15.	...and the crew did not consider this information when calculating the landing distance for braking action POOR .	De bemanning heeft de term " <i>flooded</i> " niet geassocieerd met slechte remcondities (<i>POOR</i>), bij gebrek aan updates van ICAO fraseologie, de bedieningshandleidingen en de opleiding van de bemanning.	... en de bemanning nam deze informatie niet in beschouwing <i>bij het bepalen van de remwerking</i> .	
16.	Approach Control transmitted to the aircraft the instantaneous wind from runway 29 instead of runway 11.	De naderingsverkeersleiding zond naar het vliegtuig de momentane wind uit in plaats van de gemiddelde wind over 2 minuten, en de wind van baan 29 i.p.v. de wind van baan 11.	De naderingsverkeersleiding zond naar het vliegtuig de momentane wind uit van baan 29 i.p.v. baan 11. <i>Gezien de snelle weersveranderingen in de laatste fase van de nadering, overwoog de RVDL dat deze misser geen</i>	!

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
			<i>gevolgen had op het ongeval aangezien, zelfs als de correcte baan 11 was geselecteerd, de waarschuwing van de verkeersleider naar alle waarschijnlijkheid te laat was gekomen om nog zin te hebben.</i>	
17.	The wind information by the Area Nav System was not correct owing to the system not taking into account the side slip of the aircraft.			AOM 2.15.4 - 06
18.	At 07:32:15 UTC Approach Control transmitted the last wind information. Wind 150° -15 kts, max. 20 kts.	Op 07:32:15 UTC verzond de naderingsverkeersleiding van Faro de laatste informatie van de wind: wind 150/15 kt tot max. 20 kt.		
19.	Approach Control did not transmit to the aircraft the wind information on runway 11 that reached 220° with 35 kts between 07:32:40 and 07:33:30 UTC.	De naderingsverkeersleiding stuurde niet naar het vliegtuig de informatie dat de wind op baan 11 220° met 35 kt bereikte tussen 07:32:40 en 07:33:30 UTC.		✗ 5.2.8
20.	<u>At 07:33:20 UTC the Accident Occurred.</u>	Op 07:33:20 UTC heeft het ongeval plaatsgevonden.	<i>At 07:33:20 UTC the Accident Occurred.</i>	
21.	At 07:35:30 UTC. The SIO registration gave a warning for wind-shear.	Op 07:35:30 UTC werd door SIO een waarschuwing van windshear opgenomen.	[2 min 10 sec na het ongeval]	5.3.6
22.	About 08.00 UTC farm workers gave indications that in the airport zone a very strong wind developed along a narrow lane that passed the beginning of runway 11 from South to North, that destroyed some plastic greenhouses South and North of runway 11, and destroyed part of the airport fence, near the sensors of runway 11, which locally is named Manga de Vento (wind sleeve) and was of sufficient intensity to affect the operations of landing and take-off at Faro airport.	Om ongeveer 08:00 UTC, meldden landarbeiders in de buurt van de luchthaven een zeer sterke wind die liep langs een smalle band, die het begin van baan 11 van zuid naar noord doorsneed en een aantal kassen vernietigde ten zuiden en noorden van baan 11, en een deel van de omheining van de luchthaven in de buurt van de wind sensoren van baan 11. Zij wijten deze vernietiging aan een lokaal fenomeen dat heet "Windsock" en dat voldoende intensiteit lijkt te hebben om van invloed te zijn op de landings- en startoperaties op de luchthaven Faro.	[27 min. na het ongeval]	
23.	The crew did not integrate. The instability and the momentary visibility degradation in the final approach and the runway surface conditions which were transmitted to them, in order to take <u>were not of such a magnitude that the crew should have made</u> the decision to discontinue the approach.	De bemanning heeft ondanks de beschikbare informatie over de instabiliteit en de tijdelijke verslechtering van het zicht in de laatste fase van de nadering, en door de onjuiste interpretatie van de doorgegeven staat van de landingsbaan (<i>flooded</i>) niet besloten om de nadering af te breken.	De instabiliteit en tijdelijk teruglopen van het zicht tijdens de eindnadering waren niet van zodanige omvang dat de bemanning het besluit tot het afbreken van de nadering had moeten nemen.	✓ 5.3.8 !!

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
24.	The function <u>autopilot CWS mode disengaged</u> was switched off at R.A. 80 ft, apparently non-intentional. When the crew had done it intentionally it should have been done above 150 ft. The crew did not notice the resulting "autopilot red light" flashing signal.	Op 80 ft (RA) viel de CWS mode van de stuurautomaat, kennelijk onbedoeld, uit. Vastgesteld werd dat de bemanning het daaruit voortvloeiende "autopilot red light" niet zag.	De <i>autopilot CWS mode</i> viel blijkbaar onbedoeld uit op 80 ft radiohoogte. <i>Er is geen bewijs dat de bemanning het resulterende "autopilot red light" knippersignaal zag.</i>	✓ 5.3.9 !
25.		De functie CWS van de stuurautomaat schakelde uit op radiohoogte (RA) 80 ft, kennelijk onbedoeld, want als het een besluit van de bemanning had moeten zijn, zou dat moeten op een hoogte van niet minder dan 150 voet boven de drempel van de landingsbaan.		✓
26.	The power was reduced at 150 ft instead of at 50 ft by autothrottle action. <u>At 150 ft the power was reduced to flight idle. This power reduction was in all probability initiated by the ATS with a follow through by the F.O. Also the sustained flight idle thrust condition was most probably a result of action of the F.O.</u>	Op 150 ft (RA) werd het vermogen verlaagd tot <i>flight idle</i> en aangehouden door ATS, waarschijnlijk door het toedoen van de copiloot. Onder normale condities begint de ATS de verdere verlaging op 50 ft (RA).	<i>Op 150 ft hoogte werd het vermogen gereduceerd tot stationair. Deze vermogensreductie werd naar alle waarschijnlijkheid geïnitieerd door de vlieger. Ook het aanhouden van stationair vermogen was naar alle waarschijnlijkheid het resultaat van het handelen van de vlieger. Normalerweise begint de autothrottle op 50 ft te reduceren.</i>	✓ 5.3.10 4.6.19
27.	The premature power reduction and the sudden wind variation in direction and intensity <u>during the last phase of the final approach</u> created a crosswind component which exceeded the aircraft limits in the AOM, aggravating the rate of descent. [zin weggelaten]	Een voortijdige vermindering van het vermogen, verergerde waarschijnlijk de daalsnelheid die waarden bereikte die de operationele grenzen van het vliegtuig overschreed. Er was geen significante variatie van windsnelheid en -richting in de laatste 20 seconden, volgens de waarden opgenomen in de SIO.	De plotselinge variatie in windrichting en -snelheid <i>tijdens de eindfase van de nadering</i> zorgde voor een dwarswind component die de vliegtuiglimieten in het AOM overschreed.	✗ 5.3.11 !!
28.	The crew intervention for power increase of the engines was too late to stop the high rate of descent.	De tussenkomst van de gezagvoerder in de hele nadering leek te passief en, in het geval van de laatste verhoging van het vermogen, te laat.		✓
29.	<u>Due to the premature large and sustained power reduction and the tailwind component</u> The aircraft, in the final approach phase <u>the aircraft</u> attained a rate of descent of about 1000 ft/min, that exceeded the operational limit of 600 ft/min, for max. landing weight conditions as mentioned in	[Zin niet in RvO]	<i>Door de vroegtijdige grote en aangehouden vermogensreductie en de staartwindcomponent in de laatste fase van de landing werd de daalsnelheid van het vliegtuig ongeveer 1000 ft/min.</i>	✗ 4.6.5

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
	the AOM.			
30.	The fracture of the right landing gear was caused by the combination of the <u>touchdown on the right hand aft wheel, the crabangle and the high rate of descent and the significant sideslip to the right.</u>	De breuk van het rechter landingsgestel was te wijten aan een combinatie van de hoge daalsnelheid met de correctie voor oplijning op het moment van het contact met de landingsbaan.	De breuk van het rechter landingsgestel werd veroorzaakt door de combinatie van <i>neerkomen op het rechter achterwiel, de krabhoek en de hoge daalsnelheid.</i>	✗ 5.3.12 4.6.10 3.1.15
31.	The wind sensors from runway 11 are installed 17 m above runway level, near a hole 7 m deep, located between the sensor and the runway.	De wind sensoren van baan 11 zijn geplaatst 17 meter boven het niveau van de landingsbaan langs de helling in een opgraving van 7 m hoog, gelegen tussen de sensoren en de landingsbaan.		
32.		De gemiddelde wind wordt bepaald door een gemiddelde benadering van de richtingen en intensiteit van de wind in de onderzochte periode en niet door een gemiddelde vector.		
33.	The meteo clock of SIO showed a lag of one minute and 30 sec relative to the reference ATC clock	De klok van de meteo (SIO) liep anderhalve minuut achter vergeleken met de standaard klok van de ATC.		3.3
34.	There were no written procedures for time synchronization. SIO registration did not include all meteo information displayed in the tower control positions.	Er waren geen schriftelijke procedures voor het bijstellen van de klok van SIO. De registratie van de SIO omvat niet alle beschikbare informatie over het weer in de verkeerstoren.		
35.	There are no written agreements between INMG and ANA about the way of working of the SIO.	Er is geen schriftelijke overeenkomst tussen het Nationaal Instituut voor Meteorologie (INMG) en Geofysica en de luchthaven onderneming (ANA), over het gebruik van informatie van SIO.		
36.	There are no defined responsibilities about the calibration of the meteo sensors.	De definitie van de verantwoordelijkheid voor de calibratie van de meteosensoren wordt door ANA anders geïnterpreteerd dan door INMG.		
37.	On the tower there are no individual displays for each separate sensor.	In de verkeerstoren zijn onafhankelijke displays voor elk van de gebieden die vallen onder elk paar van sensoren.		
38.	The visual displays do not have a clear indication of the zone of runway they represent.	De winddisplays hebben geen duidelijke indicatie van het gebied waarop de informatie van toepassing is.		
39.	There are no written procedures concerning the checks to be	Er waren geen schriftelijke procedures voor de overgave van		

§	Concept Eindrapport § 3.1, 21-7-'94, met wijzigingen RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994; informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
	carried out by ATC personnel prior to start of their work.	een dienst, inclusief een lijst van de uit te voeren handelingen voor en tijdens de dienst en de overgave, om de juistheid van de gepresenteerde informatie te verzekeren.		
40.	There are no published Air Traffic Service procedures to decrease the possibility of human error.	Er waren geen operationele Air Traffic Services procedures die gericht zijn op vermindering van menselijke fouten.		
41.	It was not evident that DGAC had inspected the ATC Service at Faro airport.	Opgemerkt werd dat het Directoraat-Generaal van de burgerluchtvaart (DGAC), in overeenstemming met paragraaf o) van artikel 3 van wetsbesluit 242/79, de naleving van de normen voor de exploitatie van Air Traffic Services van het vliegveld Faro heeft gecontroleerd.		!
42.	The action of the fire fighting personnel was hampered by the difficult terrain at the place of the accident.	De inzet van de luchthaven brandweer werd gehinderd door de bereikbaarheid van de plaats van het ongeval.		
43.	The fire was started by the rupture of the integral tanks of the right wing, after the impact with the runway.	De brand begon door het uiteenspatten van de tanks in de rechtervleugel onmiddellijk na het neerkomen op de landingsbaan.		
44.	The survivability was conditioned by the fire which broke out and propagated after the impact.	De kans op overleving werd beperkt door de brand die uitbrak en zich verspreidde na het neerkomen.		
45.	The accident was generally survivable. The action of the fire fighting personnel had a significant contribution to the survivability of the aft section, keeping open the escape routes.	Het ongeval was over het algemeen overleefbaar. De inzet van de brandweer heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het overleven van de inzittenden in het achterste gedeelte, door het vrijhouden van openingen.		
46.	The emergency plan was activated correctly but development of the plan was affected by insufficient coordinating instructions.	Het noodplan werd goed geactiveerd, maar de verdere ontwikkeling werd beïnvloed door slechte coördinatie van instructies.		
47.	The medical equipment at Faro airport was in certain areas insufficient.	Medische apparatuur op de luchthaven Faro was op sommige gebieden ontoereikend.		

Bijlage 11. Oorzaken uit versies Rapport van Ongeval § 3.2

Zie de opmerkingen bovenaan Bijlage 10 op pag. 54.

De RVDL wilde de door de CvO opgestelde oorzaken geheel vervangen zien door eigen tekst (1e kolom). De CvO nam dit niet over in het eindrapport (gearceerde 3e kolom). In de Appendix van het RvO bleven de door de RVDL gewenste wijzigingen staan (4e kolom).

§	Concept Eindrapport § 3.2, 21 July '94, met Changes RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994, Informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
48.	The commission of inquiry determined that the probable causes for the accident were:	De Commissie van Onderzoek heeft vastgesteld dat de waarschijnlijke oorzaken van het ongeval waren:		
49.	The high rate of descent in the final phase of the approach.	- de hoge daalsnelheid tijdens de laatste fase van de gemaakte nadering en de landing op het rechter landingsgestel, waarop structurele limieten van het vliegtuig werden overschreden.		✗ 4.6.5
50.	The crosswind which occurred in the final phase of the approach, not known to the crew, which exceeded the aircraft limits	- de dwarswind, die de limieten van het vliegtuig overschreed, die werd ondervonden in de laatste fase van de nadering en de landing.		✓ 4.5.2
51.		Door de combinatie van deze twee factoren werden de structurele limieten van het vliegtuig overschreden.		✗ 4.6.5
52.	<u>The commission of inquiry determined that the accident was initiated by:</u>		<i>De commissie van onderzoek heeft vastgesteld dat het ongeval geïnitieerd werd door:</i>	
53.	<u>- a sudden and unexpected wind variation in direction and speed (windshear) in the final stage of the approach.</u>		- een plotselinge en onverwachte windvariatie in richting en snelheid (windshear) in het laatste stadium van de nadering	✗ !!
54.	<u>Subsequently a high rate of descent and an extreme lateral displacement developed, causing a hard landing on the right-hand main gear, which in combination with a considerable crab angle exceeded the aircraft structural limitations.</u>		Vervolgens ontwikkelde zich een hoge daalsnelheid en een extreme zijdelingse verplaatsing, die een harde landing veroorzaakten op het rechter hoofdlandingsgestel, wat in combinatie met een aanzienlijke krabhoek de structurele limieten van het vliegtuig overschreed.	✗ !!

Vervolg met de aan het ongeval bijdragende factoren op de volgende pagina.

Bijlage 12. De aan het ongeval bijdragende factoren uit versies RvO § 3.2

Zie de opmerkingen bovenaan Bijlage 10 op pag. 54.

§	Concept Eindrapport § 3.2, 21 July '94, met Changes RVDL3: <u>doorhalingen</u> <u>toevoegingen</u>	Eindrapport van Ongeval, 31 okt. 1994, Informele vertaling	Commentaar RVDL4, 6-9-'94 in Appendix van Eindrapport <u>afwijkingen</u> <u>wijzigingen</u>	Eens ✓ Oneens Zie §
55.	- <u>From the prevailing weather neither the meteorological office (SIO) nor the crew of MP495 did anticipate the possibility of the existence of windshear phenomena.</u>	[niet opgenomen]	- <u>Van de voorspelling en het heersende weer verwachtte de bemanning van MP495 niet het bestaan van verschijnselen van windscheering.</u>	✓ 5.5.1
56.		- De instabiliteit van de nadering.		✓
57.	- The premature large power reduction and <u>sustained idle thrust, most probable</u> due to crew action.	- Het voortijdig reduceren van de motoren en het aanhouden van deze conditie, waarschijnlijk te wijten aan het optreden van de bemanning.	- De voortijdige grote vermogensreductie en <u>aanhouden van stationaire vermogen, hoogstwaarschijnlijk</u> door toedoen van de bemanning.	✓ 5.5.2
58.	- The incorrect wind information delivered by Approach Control.	- De onjuiste informatie van de wind door de Naderingsverkeersleiding.		
59.	- The incorrect wind information delivered by the Area Nav on board.			✗ 5.5.3
60.	- The crew's decision to continue the approach for a runway without approach lights, after having lost visual reference at about 250 ft altitude.	- Het ontbreken van naderingslichten.		✗ 5.5.4
61.	- The incorrect evaluation by the crew of the runway condition.	- De onjuiste beoordeling, door de bemanning, van de toestand van de landingsbaan.		✓ 5.5.5
62.	- CWS mode being switched off below the prescribed altitude, disengaged at 80 ft RA causing the aircraft to be in manual control with as a consequence an abrupt flare and a hard landing at a critical stage in the landing phase.	- CWS-mode van de automatische piloot, ontkoppeld op ongeveer 80 ft (RA), en overgang naar handbediening in een kritieke fase van de landing.	- CWS mode <u>die op 80 ft radiohoogte uitviel</u> waardoor het vliegtuig onder handbesturing kwam <u>in een kritiek stadium van de landingsfase.</u>	✗ 5.5.6
63.	- The delayed action of the crew in increasing power.	- De te laat uitgevoerde toename van het motorvermogen (doorstartpoging).		✓ 5.5.7
64.	- The degradation of the lift coefficient due to the heavy rain.	- De verslechtering van vleugeldraagkracht veroorzaakt door de hevige regenval.		✗ 5.5.8
65.	- The fraction of the landing gear, caused by the high rate of descent, combined with the significant side slip of the aircraft on impact with the runway.			✗ 5.5.9

INDEX

Aanvullende analyse	17	Landingslengte	26
Actuele wind en conditie van de landingsbaan	23	Landingssnelheid	12
Afkortingen	iv	Landingszone	6, 26
Airborne Integrated Data System (AIDS)	7	Meteo	4
Aircraft Classification Number	6	Bij bemanning bekend	5
Approach Chart	46	Naderingskoers	18
Autothrottle	11, 13, 17, 21, 22	Naderingssnelheid	21
Cat. C/D	18	NLR	12
Categorie, Approach	18	NTSB	1, 7, 9
Commentaar		Oorzaken	
Rapport van ongeval	1	Volgens de RVDL	37
Reconstructie RvO	9	Volgens deze aanvullende analyse	44
Conclusies		Volgens het RvO	61
Onderzoek CvO en RVDL	43	Volgens het RvO, bijdragende factoren	62
Oorzaak ongeval	43	Oplijnen	25
RVDL	43	Opmerkingen op de RVDL	33
RvO, RVDL, deze analyse	39	PAPI	3, 9
CWS	14, 17, 27	Pavement Classification No.	6
Daalsnelheid	26	Pavement Classification No. (PCN)	6
DFDR Factual Report	7, 47	Procedures	32
DGAC	1	Radarwaarnemingen	18
Doorstart	12, 22, 24	Refertes	iii
Dwarswind effect op de nadering	24	Remmen	27
Dwarswindlimiet	14, 24	Richtingsroer	7, 11, 13, 14, 20, 27, 30
Eindrapport	54	Robbesturingsfout	29
Concept	54	RVDL	
RVDL	54	Algemeen	33
Factual Report	7	Bijdragende factoren	38
Feiten		Oorzaken	37
RVDL	36	Vastgestelde feiten	36
RvO	54	Samenvatting	v
Gashendels	22	Spoilers	27, 29
Gierdemper	18, 20	Stabiele nadering	19, 20, 31, 32
Glijpad	23	Straalomkeerder	6, 32
Hoogte		Tijden	1
Barometrische	10	Touchdown	26
Radiohoogte	10, 13, 30, 40	Touchdown zone	6, 26, 29, 41
Verschillen RvO en DFDR	23	Traagheidsnavigatiesysteem (AINS)	5
ICAO	10	Traverserende landing	26
Inleiding	1	Turbulentie	
Kloktijden	1	CWS mode	18
CVR-tijd	2	Door vlieger	20
DFDR Elapsed time	3	ICAO definitie	11
Klokverschillen en onnauwkeurigheden	3	Mening RVDL	33
Meteotijd	3	Snelheidsvariaties	21
Radartijd	2	Turbulentie of windshear	29
Krabhoek	27	Vliegen in	22
Landing	25, 35	UTC	2
Landing Data Card	15, 45	Vergelijking data DFDR en RvO	7
Benodigde landingslengte	15	Verticale snelheid	10, 31
Landing flaps	15	Vliegveld en vliegtuig informatie	6
Naderingssnelheden	16	Voetenstuur	20, 27
Windgegevens	15	VOR/ DME indicator en baken	19
Landingsbaan	12	Weight and balance system	6
Landingsgestel	7, 12	Wind additive	16
Landingsgewicht	6	Windshear	13, 29, 32, 34, 36, 37, 38, 43

