



ONDERZOEKRAAD
VOOR VEILIGHEID

Pitch-up upsets als gevolg van een vals glijpad bij ILS



Pitch-up upsets als gevolg van een vals glijpad bij ILS

Den Haag, juni 2014

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.

Alle rapporten zijn beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad www.onderzoeksraad.nl

Bron coverfoto: Pictures by Pascal.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

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

Onderzoeksraad

Voorzitter: mr. T.H.J. Joustra
prof. mr. dr. E.R. Muller
prof. dr. P.L. Meurs

Algemeen secretaris: mr. M. Visser

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000

Telefax: +31 (0)70 333 7077

Internet: www.onderzoeksraad.nl

N.B. Dit rapport is zowel in het Engels als in het Nederlands verschenen. Indien er verschil bestaat in de interpretatie van het Nederlandse en Engelse rapport, is het Engelse rapport leidend.

Beschouwing	7
Het incident in Eindhoven	7
Het onderzoek van ILS-glijpadsignalen	8
Veiligheidsmanagementsystemen in de luchtvaart	9
Vluchtpadbeheer in relatie tot automatisering en basisvaardigheden.....	10
Lijst van afkortingen	14
Definities	17
1. Inleiding	19
1.1 Aanleiding voor het onderzoek.....	19
1.2 Onderzoeksvragen en reikwijdte	20
1.3 Doelstellingen	21
1.4 Tussentijdse kennisgevingen	21
1.5 Leeswijzer	21
2. Soortgelijke voorvallen.....	24
2.1 Het primaire incident.....	24
2.2 Soortgelijke pitch-up incidenten	25
2.3 Database meldingen vals glijpad voorvallen	28
3. ILS – Valse glijpaden	35
3.1 Instrumentlandingsstelsel – theorie	35
3.2 Algemeen beschikbare informatie over valse glijpaden	42
3.3 ILS-glijpadmetingen	45
3.4 Vastgestelde glijpadkenmerken	51
3.5 Het onderscheppen van het glijpad van bovenaf.....	57
3.6 Interactie ILS met automatische boordsystemen.....	61
3.7 Vluchtpadbeheer en automatisering.....	63
3.8 Genomen maatregelen	67
4. Veiligheidsmanagement.....	71
4.1 Inleiding op het geïmplementeerde ICAO Veiligheidsmanagementsysteem	71
4.2 Beheer van veiligheidsrisico's.....	72
4.3 Risico Complexiteit	78
5. Conclusies	81
6. Aanbevelingen	83

Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	86
Bijlage B. Commentaar betrokken partijen	88
Bijlage C. Referentiekader	90
Bijlage D. Tussentijdse waarschuwing	92
Bijlage E. Veiligheidswaarschuwing: Onverwacht gedrag van automatische piloot tijdens ILS nadering	94
Bijlage F. Relevante ASRS-database meldingen	99
Bijlage G. M-Array glijpadmetingen met ILSM-array glijpadmetingen met instrumentlandingssysteem (ILS).....	117

BESCHOUWING

Beschouwing	7
Het incident in Eindhoven	7
Het onderzoek van ILS-glijpadsignalen	8
Veiligheidsmanagementsystemen in de luchtvaart	9
Vluchtpadbeheer in relatie tot automatisering en basisvaardigheden.....	10

Het incident in Eindhoven

Op 31 mei 2013 werd een Boeing 737-800 bij de nadering van Eindhoven Airport via instructies van de luchtverkeersleiding naar landingsbaan 21 begeleid voor een landing met gebruikmaking van het instrumentlandingsstelsel (ILS). Tijdens de nadering had de bemanning door de bewolking geen zicht op de landingsbaan en werd het vliegtuig enkel op de instrumenten gevlogen. Het ILS is een door vliegvelden gebruikt grondstelsel dat werkt op basis van radiogolven dat onder alle weersomstandigheden zowel horizontale als verticale stuursignalen naar vliegtuigen uitzendt. Hierdoor worden vliegtuigen via het 3-graden glijpad naar de landingsbaan begeleid.

Het vliegtuig vloog boven de normale hoogte die gebruikelijk is voor deze nadering en er werd gebruik gemaakt van de automatische piloot¹ en het automatisch gashendelstelsel (de autothrottle).² Op minder dan twee kilometer afstand van de baan, op een vlieghoogte van circa 330 meter werd een zogeheten 'vals' glijpad onderschept. Om stabiel en veilig te landen, wordt voorgeschreven om het glijpad met een hoek van 3 graden te volgen; de term 'vals glijpad' wordt in de luchtvaart gebruikt om de niet voorgeschreven 6- en 9-graden glijpaden aan te geven. Op het moment dat het vliegtuig het valse 9-graden glijpad kruiste, kwam de neus van het vliegtuig abrupt omhoog ('pitch-up upset') waardoor de vliegsnelheid afnam, ondanks dat de autothrottle meer motorvermogen selecteerde. De snelheidsafname leidde tot een korte stick shaker waarschuwing,³ waarna de bemanning een doorstart (go-around) inzette. Tijdens de daaropvolgende herstelmanoeuvre van de bemanning activeerde de stick shaker korte tijd voor een tweede maal. Uiteindelijk slaagde de bemanning er in om het vliegtuig onder controle te krijgen en na een geslaagde doorstart veilig te landen op Eindhoven Airport.

Het incident illustreert een tot nu toe onbekende karakteristiek van het ILS. Het ILS is een navigatiehulpmiddel dat over de hele wereld wordt gebruikt om de nadering en landing van vliegtuigen te vergemakkelijken. Er zijn over de hele wereld circa 1500 – 2000 landingsbanen met een ILS-installatie uitgerust, waaronder alle grote luchthavens.

1 Het automatische besturingssysteem van de Boeing 737-800 bestaat uit het automatische piloot en de autothrottle.

2 Met een autothrottle wordt de stand van de gashendel veranderd om de geselecteerde stuwkracht of luchtsnelheid te krijgen.

3 Een stick shaker is een waarschuwing die activeert voordat een vliegtuig 'overtrekt' en de vleugels onvoldoende draagkracht leveren. Door deze waarschuwing heeft de bemanning tijd om in te grijpen en de situatie onder controle te krijgen. Bij een Boeing 737 bestaat deze overtrekwaarschuwing uit een heftige trilling van de stuurkolom (stick) in combinatie met een hard ratelgeluid (shaker).

Tegen de achtergrond van deze bevindingen is de Onderzoeksraad een onderzoek gestart naar het incident op Eindhoven, waarvan de ernst en de omvang aanvankelijk niet door alle betrokken partijen werden onderkend. Ook de Onderzoeksraad zelf onderkende aanvankelijk de potentiële gevaren van een dergelijk incident niet. Twee jaar eerder had zich een soortgelijk incident voorgedaan op de luchthaven Schiphol. Het door de luchtvaartmaatschappij uitgevoerde interne onderzoek was bekend bij de Raad, maar gaf geen aanleiding tot een onderzoek naar het gebruik van de ILS. Pas toen in het onderzoek naar het incident op Eindhoven Airport naar voren kwam dat het gebeurde niet strookte met de bestaande theorieën, is nader onderzoek gedaan naar het ILS.

Het onderzoek van ILS-glijpadsignalen

Het incident op Eindhoven Airport staat niet op zichzelf. Er hebben zich vier vergelijkbare incidenten voorgedaan: twee in 2011, één in 2012 en na het incident op Eindhoven nog één in 2013. Deze incidenten vonden plaats met verschillende typen vliegtuigen van diverse luchtvaartmaatschappijen, tijdens het aanvliegen van verschillende Europese luchthavens.

Het onderzoek naar het incident op Eindhoven heeft kenmerken van het ILS-sigitaal in het gebied boven het 3-gradenglijpad aan het licht gebracht, die nog niet algemeen bekend waren. Volgens de bestaande theorie komen valse glijpaden voor in vaste intervallen boven het normale 3-graden glijpad, hierbij is de algemene opvatting dat een vals glijpad het vliegtuig ook naar de landingsbaan leidt: zij het met een hogere daalsnelheid. Tevens gaat men ervan uit dat in de cockpit een automatische waarschuwing wordt gegeven voordat het vliegtuig een vals glijpad kruist. Deze incidenten en het onderzoek van de Raad wijzen uit dat beide opvattingen misplaatst zijn.

De Onderzoeksraad heeft in Nederland en de Verenigde Staten verschillende metingen gedaan naar ILS-glijpadsignalen van een wereldwijd veel gebruikt type antennesysteem. De metingen laten zien dat *soms* bij een glijpad van 6 graden en *altijd* bij een 9-graden glijpad het ILS een omgekeerd signaal uitzendt ('signaalomkering'). Het gevolg is dat bij het kruisen van een omgekeerd signaal de automatische boordsystemen het vliegtuig niet het benodigde 'vlieg-omlaag'signaal geven richting de landingsbaan, maar juist een 'vlieg-omhoog'signaal dat het vliegtuig in een abrupte klimvlucht brengt. Hierdoor kan het vliegtuig in een overtreksituatie geraken, waarbij de draagkracht van de vleugels zo ver afneemt dat het vliegtuig 'uit de lucht' dreigt te vallen; wat gevaarlijk is in de landingsfase. Bemanningen zijn in de veronderstelling dat zij op de hoogte zijn van de karakteristieken van valse glijpaden, waardoor zij worden verrast door de gevolgen van de signaalomkering. Tijdens de metingen in het gebied van de valse glijpaden werden er geen waarschuwingen op de instrumenten in de cockpit getoond. Ook dit is in tegenstelling tot de heersende opvatting in de sector.

Op grond van deze bevindingen concludeerde de Onderzoeksraad dat onbekende ILS-sigitaal kenmerken in het gebied boven het 3-graden glijpad een significante bedreiging vormen voor de luchtvaartveiligheid. Dit aangezien ze tot onverwacht gedrag van de automatische piloot kunnen leiden en daarmee de veiligheid van passagiers en bemanningsleden in gevaar kunnen brengen. Gezien de frequentie waarmee dit ver-

schijnsel zich voordoet, in combinatie met de in potentie ernstige gevolgen, heeft de Onderzoeksraad op 18 november 2013 een wereldwijde veiligheidswaarschuwing voor de luchtvaart uitgegeven. Deze veiligheidswaarschuwing is door diverse toezichthouders en andere stakeholders in verschillende landen overgenomen.

In aanvulling op de veiligheidswaarschuwing heeft de Raad een aanbeveling gericht aan onder meer de Europese en de Amerikaanse toezichthouders voor de burgerluchtvaart. Hierin heeft de Onderzoeksraad aanbevolen om ervoor te zorgen dat de informatie over de karakteristieken van valse glijpaden en de mogelijke gevolgen daarvan voor vliegtuigen wordt bijgesteld en breed bekend wordt gemaakt en gepubliceerd in handboeken en opleidingen binnen de luchtvaartsector.

Uit het onderzoek bleek voorts dat in het gebied boven een glijpad van 5,25 graden geen ILS-calibratie- of vluchtinspecties worden uitgevoerd. Deze inspecties worden uitgevoerd om de kwaliteit van de ILS-signalen te waarborgen. De vluchtinspecties voor de ILS richten zich op het 3-graden glijpad. Vanaf een glijpadhoek van 5,25 graden en hoger wordt het glijpadveld niet meer gecontroleerd. Volgens de internationale voorschriften hoeft dat ook niet. Dit betekent dat een vliegtuig dat boven het glijpad van 5,25 graden vliegt, zich buiten het betrouwbaarheidsgebied bevindt dat door middel van vluchtinspecties is gecertificeerd en regelmatig wordt gecontroleerd. Het onderzoek van de raad heeft de risico's voor vliegtuigen in het gebied boven het 5,25-graden glijpad in kaart gebracht.

Veiligheidsmanagementsystemen in de luchtvaart

Om de veiligheid in de luchtvaart te verbeteren, wordt wereldwijd informatie verzameld en uitgewisseld over incidenten. Dat gebeurt op het niveau van *operators* (waaronder luchtvaartmaatschappijen en luchtverkeersdienstverleners), op landelijk niveau in nationale databases en op internationaal niveau in bijvoorbeeld de Europese database. Via de analyse van deze data kunnen relaties tussen incidenten worden gelegd en risico's of trends in een vroegtijdig stadium worden ontdekt. Deze opzet slaagt alleen als men gerapporteerde incidenten op de juiste wijze interpreteert en registreert. Vaak is daarvoor diepgaande kennis of nader onderzoek van het incident vereist. In de regel zal aanvullende informatie moeten worden opgevraagd bij de betrokken partijen om het incident aan de hand van de juiste zoek- of 'sleutelwoorden' te registreren, zodat het later op eenvoudige wijze is terug te vinden. Het blijkt dat in de praktijk er ofwel geen aanvullende informatie wordt opgevraagd voorafgaand aan de registratie en daardoor de incidenten niet specifiek genoeg worden vermeld in de databases, dan wel deze informatie niet leidt tot aanvulling of wijziging van de gegevens in de database, hetgeen de data-analyse voor trendonderzoek bemoeilijkt.

Het is opvallend dat de reeks aan incidenten pas is achterhaald nadat gericht uitvraag is gedaan bij betrokken luchtvaartmaatschappijen en verschillende nationale databases in Europa en niet eerder zijn achterhaald op basis van de reguliere analyses. Hoewel de EU-lidstaten en partijen deze toegepaste 'voorval rapportage analyse' methodologie al enkele jaren toepassen, is de werkwijze pas sinds 2012 verplicht gesteld. Onderzoek in

de database voor vrijwillig gerapporteerde meldingen van de NASA toonde aan dat ook in de Verenigde Staten soortgelijke incidenten hebben plaatsgevonden.

Vluchtpadbeheer in relatie tot automatisering en basisvaardigheden

Door het gebruik van moderne technologie is de luchtvaart de afgelopen jaren steeds veiliger geworden. Er zijn complexe systemen geïntroduceerd in een vliegtuig die waarschuwen voor risico's, de vliegtuigbemanning ondersteunen in hun besluitvorming en deels ook de taken van de bemanning overnemen. Deze geautomatiseerde systemen zijn veelal ontworpen voor het uitvoeren van standaard procedures. Vanzelfsprekend worden piloten ook getraind op het gebruik van deze systemen. Het is evident dat met deze vernieuwingen grote vooruitgang is geboekt op het gebied van veiligheid. Daar staat tegenover dat er ook een keerzijde is. Bemanningen lopen het risico te veel te vertrouwen op de geautomatiseerde systemen. Dit heeft als gevolg dat zij bepaalde basisvaardigheden geleidelijk dreigen te verliezen doordat zij te weinig routine opbouwen in handelingen die weliswaar tijdens hun opleiding zijn getraind, maar in de praktijk vaak met behulp van geautomatiseerde systemen plaatsvinden. Dit vormt een risico op het moment dat de bemanning moet reageren op onverwachte situaties.

De vijf vergelijkbare incidenten hadden met elkaar gemeen dat met betrouwbare en sterk geautomatiseerde vliegtuigen werd gevlogen. In alle gevallen waren de bemanningen zich ervan bewust dat ze boven het normale 3-graden glijpad vlogen. Ook waren zij zich ervan bewust dat de daalsnelheid van het vliegtuig moest worden verhoogd om het 3-graden glijpad te kunnen onderscheppen. Hun voorspellingen (vluchtpadbeheer) waar het 3-graden glijpad zou worden onderschept, waren echter onnauwkeurig of in ieder geval niet realistisch. Hoewel aanvullende hulpmiddelen of procedures kunnen helpen vermijden dat bemanningen terechtkomen op een vals glijpad, mag het geen vervanging zijn voor de reguliere afstand-versus-hoogtecontroles die tot de basisvaardigheden van het vliegen behoren. In dat opzicht is de Onderzoeksraad bezorgd dat het gebruik van geavanceerde automatisering kan leiden tot situaties waarin het vluchtpadbeheer van de cockpitbemanning verslechtert. Bemanningen moeten daar meer bewust van worden gemaakt en de training moet gelijke tred houden met de ontwikkeling van geautomatiseerde systemen in vliegtuigen.

Op basis van de bevindingen en conclusies komt de Onderzoeksraad tot de volgende aanbevelingen.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbevelingen aan de toezichthouders betrokken bij de fabricage van grote passagiersvliegtuigen; de Europese toezichthouder EASA, de Amerikaanse toezichthouder FAA, de Braziliaanse toezichthouder ANAC⁴, de Canadese

toezichthouder Transport Canada, de Chinese toezichthouder CAAC⁵, de Japanse toezichthouder JCAB⁶, en de Russische toezichthouder FATA.⁷

1. Informeren en bewustwording

Zorg ervoor dat de informatie over de karakteristieken van valse glijpaden en de mogelijke gevolgen daarvan voor vliegtuigen wordt bijgesteld en breed bekend wordt gemaakt en gepubliceerd in handboeken en opleidingen binnen de luchtvaartsector. Deze informatie heeft betrekking op:

- a. het gebied boven en onder het omschreven of nominale ILS glijpad;
- b. de waarschuwingen in de cockpit bij het vliegen met automatische systemen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad.

2. Korte-termijnmaatregelen

Zorg ervoor dat toezicht wordt gehouden op te nemen maatregelen door luchtvaartmaatschappijen, vliegtuigfabrikanten en luchtverkeersleidingdiensten om te voorkomen dat vliegtuigen als gevolg van het vliegen met de automatische systemen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad aan valse glijpaden worden blootgesteld, met 'pitch-up upsets' tot gevolg. Dit kan door middel van:

- a. Operationele maatregelen:
 - Verhef het van onderaf onderscheppen van een ILS glijpad tot standaard procedure, of in het geval van een onderschepping van bovenaf,
 - ontwikkel aanvullende operationele procedures.
- b. Technische maatregelen:

Geautomatiseerde boordsystemen dienen geen pitch-up van het vliegtuig te kunnen veroorzaken, althans niet zonder dat daaraan vooraf een duidelijk herkenbare waarschuwing is gegaan en waarop voldoende tijd is om in te grijpen door de cockpitbemanning.

3. Lange-termijn maatregelen

Stimuleer fabrikanten om nieuwe landingssystemen te ontwikkelen waarin andere aanvliegroutes voor vliegtuigen worden geaccommodeerd waarbij automatisch kan worden geland. Zorg er daarbij voor dat luchthavens met deze systemen worden uitgerust.

4. Melden en analyse van voorvallen

Bezie de methodologie van het Safety Management System voor het melden en analyseren van voorvallen, inclusief het gebruik van de ECCAIRS databases, op de diverse niveaus (vliegtuigmaatschappij, luchtverkeersdienstverlener, fabrikant, nationaal-internationaal). En bezie in dit kader of maatregelen nodig zijn om te voldoen aan de beoogde doelstelling van het systeem van het tijdig identificeren van

5 Civil Aviation Administration of China.

6 Japan Civil Aviation Bureau.

7 Federal Air Transport Agency.

potentiële veiligheidstekorten. Betrek hierbij specifiek: (a) de mogelijkheid om informatie in de ECCAIRS database aan te vullen met de resultaten van interne onderzoeksrapporten, (b) de noodzaak om informatie uit te wisselen met de fabrikant.

5. Voorschriften training

Bezie of de relevante voorschriften voor initiële en herhalingstraining van cockpitbemanningen voldoende aandacht besteden aan de potentiële afname van de situational awareness (onderdeel van basis vliegvaardigheden) en vluchtpadbeheer als gevolg van het teveel vertrouwen stellen in de automatisering van vliegtuigen door cockpitbemanningen.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbeveling aan ICAO als regelgevende partij.

6. Internationale regelgeving

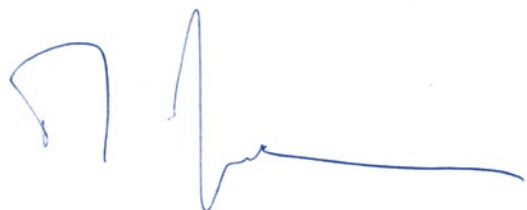
Verhef de aanbevolen werkwijze in paragraaf 8.9.3.6 (*ICAO Document 4444 PANS – ATM*) om het omschreven of nominale ILS glijpad van onderen aan te vliegen tot een dwingend voorschrift (Standard).

Indien onderschepping van het glijpad van onderaf niet verplicht wordt gesteld, dienen er horizontale en verticale operationele limieten te worden gesteld om te voorkomen dat vliegtuigen bij automatische landing terecht komen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad en als gevolg van valse glijpaden worden blootgesteld aan 'pitch-up upsets'.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbeveling aan de Flight Safety Foundation als internationale brancheorganisatie.

7. Actualiseren richtlijn gestabiliseerde nadering

Actualiseer de ALAR toolkit⁸ met de beslissingshoogtecriteria voor een gestabiliseerde nadering om te voorkomen dat vliegtuigen bij automatische landing terecht komen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad en als gevolg van glijpad-signaalomkering worden blootgesteld aan 'pitch-up upsets'.



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



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

⁸ De Flight Safety Foundation (FSF) is een brancheorganisatie en heeft wereldwijd informatie van voorvallen van vliegtuigen tijdens de nadering en de landing verzameld en heeft een zogenoemde Approach and Landing Accident Reduction (ALAR) toolkit ontwikkeld. Deze toolkit bevat een pakket maatregelen (procedures en training) dat kosteloos aan luchtvaartmaatschappijen ter beschikking wordt gesteld om dit type voorvallen te helpen voorkomen. De toolkit met daarin de beslissingshoogtecriteria voor een gestabiliseerde nadering is door de luchtvaartsector overgenomen en wordt mondiaal gebruikt.

LIJST VAN AFKORTINGEN EN DEFENITIES

Lijst van afkortingen	14
Definities	17

LIJST VAN AFKORTINGEN

ABL	Analysebureau Luchtvaartvoorvallen
AFDS	Autopilot Flight Director System (automatische piloot)
AIC	Aeronautical Information Circular
AFE	Above Field Elevation (boven vliegveldelevatie)
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil (Burgerluchtvaartautoriteit van Brazilië)
ANU	Aircraft Nose Up (neusstand van het vliegtuig – omhoog)
ANSP	Air Navigation Service Provider (Luchtnavigatie organisatie)
ANSV	Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (Italiaanse onderzoeksinstantie voor de burgerluchtvaart)
AOA	Angle of attack (invalshoek)
APP	Approach (nadering)
ASRS	Aviation Safety Reporting System database
AT	Autothrottle (automatische gashendel)
ATC	Air Traffic Control (luchtverkeersleiding)
ATIS	Automatic Terminal Information Service
B737NG	Boeing 737 Next Generation
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (Franse onderzoeksinstantie voor de burgerluchtvaart)
CAAC	Civil Aviation Administration of China (Burgerluchtvaartautoriteit van China)
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (Spaanse Onderzoeksraad voor de burgerluchtvaart)
CSB	Carrier and Sideband
DALPA	Dutch Airline Pilots Association (Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers)
DDM	Difference in Depth Modulation
DME	Distance Measuring Equipment (afstandsmeetapparatuur)
EASA	European Aviation Safety Agency (Europees Agentschap voor de veiligheid van de burgerluchtvaart)
EFIS	Electronic Flight Instrumentation System
EU	Europese Unie
FAA	Federal Aviation Authority – United States of America
FAF	Final Approach Fix (eindnaderingspunt)
FATA	Federal Air Transport Agency (Burgerluchtvaartautoriteit van de Russische Federatie)
FCC	Flight Control Computer (automatische piloot computer)
FCTM	Flight Crew Training Manual

FCOM	Flight Crew Operating Manual
F/D	Flight Director
FIS	Flight Inspection System (vluchtinspectiesysteem)
FL	Flight Level
FMA	Flight Mode Annunciation (display van vluchtmodus)
FMC	Flight Management Computer (vluchtmanagementcomputer)
FMS	Flight Management System (vluchtmanagementsysteem)
ft	feet (voeten, 1 ft = 0,3048 meter)
GPS	Global Positioning System
GPWS	Ground Proximity Warning System
G/S	Glide Slope (glijpad)
Hz	Hertz
IAA	Irish Aviation Authority (Ierse Civiele Luchtvaart Autoriteit)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Burgerluchtvaartorganisatie)
ILS	Instrument Landing System (instrumentlandingsstelsel)
ILS/DME	Gecombineerd ILS- en DME-systeem
IMC	Instrument Meteorological Conditions (instrumentweersomstandigheden)
JCAB	Japan Civil Aviation Bureau (Burgerluchtvaartautoriteit van Japan)
LOC-I	Loss of Control In-flight (verlies van controle tijdens de vlucht)
MCP	Mode Control Panel
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NLR	Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium
NM	Nautical Mile(s) (zeemijl(en), 1 NM = 1852 meter)
NTSB	National Transportation Safety Board (Amerikaanse transport onderzoeksraad)
PFD	Primary Flight Display
RWY	Runway (start/landingsbaan)
RFI	Radio Frequency Interference (interferentie van radiofrequentie)
SA	Situational Awareness
SAIR	Safety Alert Initial Report (intern onderzoeksrapport)
SBO	Side Band Only
SMS	Safety Management System (veiligheidsmanagementsysteem)
SRGC	Safety Recommendation of Global Concern (veiligheidswaarschuwing van mondiaal belang)
SSP	State Safety Program (nationaal veiligheidsprogramma)

TOGA	take-off / go-around (start / doorstart)
TU Delft	Technische Universiteit Delft
V/S	Vertical Speed (verticale snelheid)
VMC	Visual Meteorological Conditions (zichtcondities)
VNAV	Vertical Navigation (navigatie in het verticale vlak)
VOR/LOC	VHF Omnidirectional Radio Range Localizer
VSD	Vertical Situation Display (verticale situatie display)
vpm	voeten per minuut
vt/min	voeten per minuut
WX	Weather (weer)

Glijpad (ILS glide path)	Het glijpad is de lijn in het verticale vlak waarbij het verschil in modulatie (Difference in Depth Modulation, DDM) nul is en het dichtst bij het horizontale vlak ligt. [ICAO Annex 10 Volume 1].
Glijpadhoek (ILS glide path angle)	De hoek tussen het horizontale vlak van het glijpad en een rechte lijn. [ICAO Annex 10 Volume 1].
Vals glijpad (ILS false glide path)	Het valse glijpad is de lijn in het verticale vlak waarbij de DDM nul is en niet het dichtst bij het horizontale vlak ligt, dit zijn de glijpaden die niet voor de landingen zijn ontworpen maar een neveneffect zijn van het ontwerp van de ILS.

De term 'vals glijpad' wordt in de luchtvaart gebruikt om aan te geven dat het niet het normale landingsglijpad is voor landing. In enkele gevallen staat in het rapport het glijpad met de hoek vermeld, dit is voor de duidelijkheid. In het geval van 3 graden betreft het hier het 'normale' glijpad in alle andere gevallen betreft het hier een vals glijpad.

1 INLEIDING

1. Inleiding	19
1.1 Aanleiding voor het onderzoek.....	19
1.2 Onderzoeksvragen en reikwijdte	20
1.3 Doelstellingen	21
1.4 Tussentijdse kennisgevingen.....	21
1.5 Leeswijzer	21

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

1.1.1 Initieel onderzoek

Op 31 mei 2013 kreeg een Ryanair Boeing 737-800 bij de nadering van Eindhoven Airport radarkoersinstructies naar de landingsbaan 21 voor een landing met het instrumentlandingssysteem⁹ (ILS). Het vliegtuig vloog onder instrument-weersomstandigheden (IMC). Tijdens de nadering daalde het vliegtuig minder dan voor de situatie was vereist en vloog derhalve boven de normale hoogte voor de nadering. Nadat het signaal van de localiser¹⁰ was opgevangen, werd het ILS glijpad van bovenaf aangevlogen om te worden onderschept. De automatische piloot (AFDS) en de autothrottle (AT) waren op dat moment geactiveerd. De naderingsmodus van de automatische piloot werd geactiveerd en het toestel werd geconfigureerd voor de landing.

Op short final, op ongeveer 0,85 NM van de baandrempel op een vlieghoogte van 1060 voet, werd het glijpad onderschept. Tijdens het onderscheppen van het glijpad kwam de neus van het toestel in circa 8 seconden 24,5 graden omhoog. De vliegtuigbemanning drukte op de TOGA-knop (opstijgen/doorstarten) voor een doorstart waarop een korte stick shaker waarschuwing volgde. Tijdens de daaropvolgende herstelmanoeuvre van de bemanning werd de stick shaker korte tijd voor een tweede maal geactiveerd. De bemanning maakte een geslaagde doorstart om vervolgens op Eindhoven Airport te landen.

De activering van de stick shaker tijdens een ILS nadering met de automatische piloot op korte afstand van de landingsbaan was voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid aanleiding een onderzoek in te stellen. Het voorval (hierna het 'Eindhoven incident' genoemd) is door de Onderzoeksraad voor Veiligheid als een ernstig incident geclassificeerd.

1.1.2 Betekenis van het Eindhoven incident

Het onderzoek naar het Eindhoven incident heeft kenmerken van het ILS-sigitaal aan het licht gebracht die nog niet algemeen bekend waren. Daarnaast is tijdens het onderzoek gebleken dat het incident in Eindhoven niet op zichzelf stond. Er hebben zich vier¹¹ andere incidenten voorgedaan met een 'pitch-up upset' tijdens een ILS-nadering met de automatische piloot boven het glijpad van 3 graden. Deze incidenten vonden plaats met verschillende typen vliegtuigen van verschillende luchtvaartmaatschappijen, tijdens het aanvliegen van verschillende luchthavens.

⁹ Zie hoofdstuk 3 voor gedetailleerde informatie over het instrumentlandingssysteem.

¹⁰ Een localizer is onderdeel van het instrumentlandingssysteem en bepaald de grondkoers van de eindnadering voor de landingsbaan.

¹¹ Twee van de vier incidenten waren vóór de publicatie van de veiligheids waarschuwing bekend.

Volgens de algemene opvatting komen valse glijpaden voor in vaste intervallen boven het normale 3-graden glijpad. Daarnaast is de algemene opvatting dat er in de cockpit een waarschuwing wordt gegeven voordat het vliegtuig een vals glijpad kruist. De incidenten met bepaalde vliegtuigtypes lijken anders uit te wijzen.

Op grond van deze bevindingen concludeerde de Onderzoeksraad dat onbekende ILS-signaalkenmerken een significante bedreiging vormen voor de luchtvaartveiligheid, aangezien deze tot onverwacht gedrag van het vliegtuig kunnen leiden en daarmee de veiligheid van passagiers en bemanningsleden in gevaar kunnen brengen. Dit wordt uitgebreid beschreven in paragraaf 1.4. Gezien de frequentie waarmee dit verschijnsel zich voordoet, in combinatie met de potentiële ernst van het risico, heeft de Onderzoeksraad besloten deze kwestie afzonderlijk in behandeling te nemen.

Aangezien het feit dat soortgelijke incidenten in het verleden niet hebben geleid tot mitigerende maatregelen rijst tevens de vraag naar de doelmatigheid van het Safety Management System (SMS) raamwerk in de luchtvaartsector.

Dit rapport behelst het onderzoek naar de ILS-sigitaal karakteristiek en het SMS raamwerk in de luchtvaartsector. De bevindingen uit het onderzoek naar het Eindhoven incident zijn in een afzonderlijk rapport gepresenteerd *Stick shaker waarschuwing tijdens ILS eindnadering* – 26 juni 2014.

1.2 Onderzoeksvragen en reikwijdte

In het onderzoek staan de volgende vragen centraal:

1. Wat zijn de signaalkenmerken van het instrumentlandingsstelsel, met name in het gebied boven het 3-graden glijpad?
2. Wat is het effect van betrouwbare geautomatiseerde vliegtuigen op de besluitvorming door de bemanning wanneer het vliegtuig tijdens de ILS-nadering hoog boven het verticale profiel vliegt?
3. Waarom werd de ILS-sigitaal karakteristiek door de veiligheidsmanagement-systemen en rapporten van veiligheidsonderzoeksinstanties niet als een ernstig veiligheidsrisico aangemerkt?

Het onderzoek strekte zich niet uit tot het technisch onderzoek van de vliegtuig ILS navigatieontvanger en de geautomatiseerde systemen. Het was evenmin het doel om alle soortgelijke voorvallen wereldwijd uitputtend te analyseren.

Zie bijlage C voor het referentiekader van dit onderzoek, met inbegrip van de relevante (internationale) wetgeving, regelgeving, richtlijnen en handboeken.

1.3 Doelstellingen

Het onderzoek heeft twee doelstellingen. Ten eerste wil de Onderzoeksraad lering trekken uit de incidenten in verband met de ILS-signaalkarakteristieken om herhaling te voorkomen en de gevolgen van soortgelijke incidenten in de toekomst te beperken. Ten tweede wordt met dit onderzoek beoogd de belanghebbenden – piloten, luchtvaartmaatschappijen, luchtvaarnavigatiedienstverleners, vliegtuig-fabrikanten en regelgevende instanties – in te lichten over de potentiële ernst van het risico.

In lijn met het gestelde in Annex 13 van de Conventie voor Internationale Civiele Luchtvaart, is het onderzoek niet bedoeld om partijen impliciet of expliciet verantwoordelijk of aansprakelijk te stellen. Dit onderzoek is slechts bedoeld de veiligheid te vergroten en voorvallen in de toekomst te voorkomen.

1.4 Tussentijdse kennisgevingen

Tijdens de eerste fase van het onderzoek naar het Eindhoven incident en met name nadat bekend was geworden dat er zich in het verleden twee soortgelijke incidenten hadden voorgedaan, heeft de Onderzoeksraad in een brief alle betrokken partijen in Nederland van zijn voorlopige bevindingen op de hoogte gesteld.¹² In die brief wordt de aandacht gevestigd op de risico's in verband met het van bovenaf onderscheppen van het standaard 3-graden ILS glijpad. Ook wees de Onderzoeksraad op de aanbevolen werkwijze van de internationale burgerluchtvaartorganisatie ICAO dat vliegtuigbemanningen tijdens de ILS-nadering de landingsbaan al op ruime afstand horizontaal moeten aanvliegen, teneinde het glijpad vanaf de onderzijde te kunnen onderscheppen. Deze brief is opgenomen in bijlage D.

Nadat testvluchtmetingen van het ILS-sigitaal waren geverifieerd heeft de Onderzoeksraad besloten om op 18 november 2013 een veiligheidswaarschuwing te publiceren voor de sector als geheel. Het doel van de veiligheidswaarschuwing (bijlage E) was om partijen te informeren over de ILS-sigitaalkenmerken van het type M-array glijpadantennesysteem boven het 3-graden glijpad wat tot onverwacht gedrag van het vliegtuig kan leiden, met uiteindelijk een (naderende) overtreksituatie.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de relevante feiten betreffende de vijf voorvallen (in totaal) en de resultaten van databaseonderzoek naar soortgelijke voorvallen. Hoofdstuk 3 geeft een korte beschrijving van het ILS, de theorie en de aanwezige gemeenschappelijke kennis van het systeem. Het hoofdstuk gaat verder in op de resultaten van testvluchtmetingen van het glijpadsigitaal en de analyse van de kenmerken van het ILS-sigitaalveld. Voorts volgt een analyse over de interactie tussen de ILS met de automatische systemen aan

¹² Deze brief is verzonden naar de Nederlandse aanbieders van navigatiediensten voor de burgerluchtvaart en militaire luchtvaart, de Nederlandse toezichthouders voor de burgerluchtvaart en militaire luchtvaart, alle grote Nederlandse luchtvaartmaatschappijen en de Nederlandse Vereniging van Verkeersvliegers.

boord. Hierna volgt een beschrijving van de procedures om het glijpad van boven af aan te vliegen en wordt de invloed van automatisering in relatie tot vluchtpadbeheer bij de gevonden incidenten beschreven. Het hoofdstuk sluit af met een overzicht van de maatregelen die door de betrokken partijen zijn genomen. Hoofdstuk 4 beschrijft het veiligheids-managementsysteem raamwerk in algemene zin, de rapportage van de gemelde incidenten in verband met een valse glijpad en hoe die incidenten zijn geanalyseerd. In hoofdstuk 5 worden de eindconclusies gepresenteerd. Hoofdstuk 6 bevat aanbevelingen die zijn geformuleerd naar aanleiding van dit onderzoek.

2 SOORTGELIJKE VOORVALLEN

2. Soortgelijke voorvallen.....	24
2.1 Het primaire incident.....	24
2.2 Soortgelijke pitch-up incidenten.....	25
2.3 Database meldingen vals glijpad voorvallen	28

2 SOORTGELIJKE VOORVALLEN

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van soortgelijke 'pitch-up upsets' die tijdens het onderzoek bekend werden. Dit hoofdstuk begint met het hoofdonderzoek, te weten de door de Onderzoeksraad onderzochte 'pitch-up upset' in Eindhoven. Dit wordt gevolgd door een overzicht van de relevante feiten van de vier overige incidenten, die door verschillende andere instanties zijn onderzocht. In de laatste paragraaf worden de resultaten gepresenteerd van databaseonderzoek naar soortgelijke voorvallen.

2.1 Het primaire incident

Naast de beschrijving van het incident in paragraaf 1.1.1 zijn de volgende onderzoeksresultaten van belang.¹³

De vlucht verliep zonder bijzonderheden totdat de Boeing 737-800 van de naderingsverkeersleiding koersinstructies kreeg voor de nadering en het aanvliegen van de landingsbaan op Eindhoven Airport. Tijdens de koersinstructies had het vliegtuig een hoge snelheid en bleef het op circa 1000 voet boven het verticale dalprofiel vliegen tot het moment van de 'pitch-up upset'. Een dwarswind van 30 knopen op een hoogte van 2000 – 3000 voet (op het dwarswindbeen) en de staartwind bij de eindnadering zorgden ervoor dat het vliegtuig dichter (horizontaal) en hoger (vertikaal) bij de baan uitkwam dan gewoonlijk. De invloed van de dwarswind en de staartwind op de vliegbaan werd noch door de luchtverkeersleider noch door de vliegtuigbemanning opgemerkt.

Op een hoogte van ongeveer 1300 voet deelde de gezagvoerder de copiloot mee dat een succesvolle landing zeer onwaarschijnlijk zou zijn en dat ze zich moesten voorbereiden op een doorstart. Op een hoogte van circa 1060 voet en op een afstand van 0,85 NM van de baandrempel onderschepte het vliegtuig het valse 9-graden glijpad. De neus van het vliegtuig kwam snel omhoog en om de ingestelde snelheid te behouden, liep het motortoerental (N1) van beide motoren op van 30% naar 90%. De gezagvoerder beoordeelde dat als onverwacht systeemgedrag en gaf de First Officer de opdracht een doorstart uit te voeren. De neusstand steeg verder tot circa 24,5 graden boven de horizon (aircraft nose up, ANU) en de stick shaker werd geactiveerd. Vrijwel tegelijkertijd drukte de First Officer eenmaal op de TOGA-knop en werd de automatische piloot uitgeschakeld.

¹³ 'Stick shaker waarschuwing tijdens de ILS eindnadering', eindrapport, Eindhoven Airport, 31 mei 2013. Gepubliceerd op [datum], www.onderzoeksraad.nl.

2.2 Soortgelijke pitch-up incidenten

Tijdens het onderzoek zijn de Onderzoeksraad vier soortgelijke pitch-up incidenten ter kennis gekomen. De overeenkomsten tussen deze incidenten worden in het kader hieronder beschreven.

Overeenkomsten tussen de incidenten

- Drie van de vier incidenten deden zich voor onder IMC: de landingsbaan was niet zichtbaar.
- De vliegtuigen kregen van de luchtverkeersleiding radarkoersinstructies voor de nadering.
- De afstand-hoogte relatie van het vliegtuig was dusdanig dat een normale landing moeilijk dan wel onmogelijk was om te maken.
- Het glijpad werd onderschept op een hoogte boven 1000 voet. Deze 1000 voet is de vastgestelde hoogte in IMC waarop een landend vliegtuig 'gestabiliseerd' moet zijn.
- De automatische piloot en de autothrottle waren beiden ingeschakeld.
- De bij deze incidenten betrokken vliegtuigen waren uitgerust met de modernste en betrouwbare automatische systemen die door de bemanningen werden gebruikt.
- De bemanningen waren zich niet bewust van het valse glijpadsignaleffect op de automatische vliegtuigsystemen.

2.2.1 Luchthaven Schiphol, Nederland, 2011

Het incident met de KLM Cityhopper Embraer 190 deed zich voor op 12 februari 2011 tijdens een ILS-nadering van landingsbaan 06 op de luchthaven Schiphol. Na het incident werd door de vliegtuigbemanning een luchtvaartveiligheidsrapport ingediend. De vluchtgegevens werden vervolgens door de luchtvaartmaatschappij beoordeeld. Die classificeerde het voorval als een incident en startte een intern onderzoek. Er werd een verplichte melding van het incident gedaan bij het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen van de Inspectie Leefomgeving en Transport. Verder heeft de maatschappij dit voorval aan de vliegtuigfabrikant gemeld.

Het voorval werd niet gemeld bij de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Eind 2012 nam de Onderzoeksraad pas kennis van het incident toen het een exemplaar van het interne onderzoeksverslag uit beleefdheid ontving.¹⁴ Het interne onderzoek gaf voor de Onderzoeksraad geen aanleiding tot (diepgaand) nader onderzoek naar de ILS. De Onderzoeksraad werd zich pas bewust van de ernst van dit incident nadat het Eindhoven incident zich had voorgedaan.

De vlucht verliep zonder bijzonderheden tot aan het begin van de nadering. De nadering werd uitgevoerd onder IMC met de automatische piloot en autothrottle ingeschakeld.

¹⁴ Flight Safety Investigation Report 2011-01, december 2011.

Het vliegtuig kreeg toestemming voor de ILS-nadering nadat de luchtverkeersleiding had gevraagd of de bemanning gereed was voor de landing. Het antwoord daarop was positief. De bemanning was zich ervan bewust dat het vliegtuig zich boven de voor de nadering gebruikelijke hoogte bevond. Op een hoogte van 2380 voet verscheen de glijpadindicator op het Primary Flight Display waarop was te zien dat het glijpad van bovenaf moest worden onderschept. Op een hoogte van 2100 voet en op 1,8 NM van de baandrempel werd het valse (9 graden) glijpad onderschept ('glide slope capture'). Als gevolg van het onderscheppen van het glijpad volgde de automatische piloot de 'Fly Up' glijpadindicatie waarop de neusstand van het vliegtuig abrupt omhoog ging met als resultaat dat de vliegsnelheid afnam. De stick shaker snelheid werd snel bereikt. De bemanning reageerde op de stick shaker door de 'stall recovery' procedure toe te passen en vervolgens een doorstart te maken. Echter, als gevolg van de onverwachte gebeurtenissen werden beide procedures niet volgens de voorschriften verricht.

2.2.2 Murcia Airport, Spanje, 2011

Het incident met de Ryanair Boeing 737-800 deed zich voor op 23 maart 2011 tijdens een ILS-nadering van landingsbaan 05 op de luchthaven Murcia in Spanje. Dit voorval werd door de luchtvaartmaatschappij zelf onderzocht en een intern eindrapport werd ter beschikking gesteld aan de Onderzoeksraad voor Veiligheid.¹⁵

Het vliegtuig kreeg toestemming om te landen op landingsbaan 05. Bij het indraaien op het dwarswindbeen bemerkte de bemanning dat het ILS signaal werd ontvangen. De bemanning nam contact op om bij de luchtverkeersleiding na te vragen of het ILS operationeel was, dit werd door luchtverkeersleiding bevestigd. Het vliegtuig vloog op final in zichtcondities (VMC), de naderingsmodus werd ingeschakeld. Op 2400 voet hoogte en 2,5 NM van de landingsbaan activeerde de glide slope modus waarna de automatische piloot de neusstand van het vliegtuig tot 19 graden omhoog bracht om de 'Fly Up' indicatie te volgen. De hoge neusstand en de vertraging van de motoren om vermogen te leveren, zorgden voor een snelheidsafname en een 'airspeed low' waarschuwing. De bemanning greep in na deze waarschuwing en voerde de go-around procedure uit, de minimale snelheid van het vliegtuig was 147 knopen.

2.2.3 Luchthaven Charles de Gaulle, Frankrijk, 2012

Het incident met de Air France Airbus A340 deed zich voor op 13 maart 2012 tijdens een ILS-nadering van landingsbaan 08R op luchthaven Charles de Gaulle in Parijs. Het voorval werd onderzocht door het Franse Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA).¹⁶

De bemanning ontving radarkoersinstructies en toestemming voor de ILS-nadering in IMC. De bemanning slaagde er niet in te dalen met een snelheid waarbij het vliegtuig het ILS-glijpad op 2 NM van de landingsbaan kon onderscheppen. Toen het vliegtuig zich nog op een hoogte van 2500 voet bevond, werd de ILS-glijpad modus ingeschakeld. Dit resulteerde in een snelle toename van de neusstand (1 naar 26 graden), snelheidsvermindering (163 knopen naar 130) en bijna tot verlies van controle over het vliegtuig.

¹⁵ SAIR Base Investigation – Final Report 27_101_DUB_11.

¹⁶ Eindrapport op www.bea.aero – rapport 'Approach above glide path, interception of ILS sidelobe signal, increase in AOA angle commanded by autopilot', september 2013.

Na een periode van verwarring initieerde de bemanning een doorstart. De volgende factoren hebben aan het incident bijgedragen:

- Ontoereikend monitoren van de vliegbaan van het vliegtuig, zowel door de vliegtuigbemanning als door de luchtverkeersleiding.
- Het ontbreken van visuele referentiepunten op het radarscherm van de luchtverkeersleider voor glijpadonderschepping onder 5000 voet hoogte.
- Het gebruik maken van een ongeschikte methode voor het onderscheppen van het glijpad van bovenaf door de bemanning.
- De onderschepping door de automatische piloot van een vals ILS-signaal, wat tot een buitensporige verhoging van de neusstand leidde.
- Mogelijk hebben ook vermoedheid van de bemanning en de verkeersleider bijgedragen aan het ontstaan van dit ernstige incident.

De BEA heeft zes aanbevelingen opgesteld, drie voor EASA en twee voor de Franse DGAC. Twee aanbevelingen voor EASA zijn van belang:

- *'EASA dient erop toe te zien dat ILS-modi in vliegtuigen niet worden ingeschakeld op een ILS-signaal anders dan het signaal dat correspondeert met het aangegeven dalpad; en dat, indien dit wel gebeurt, moet zijn voorzien in een waarschuwingssysteem voor de bemanning.*
- *EASA dient erop toe te zien dat activering van ILS-modi in vliegtuigen wanneer de automatische piloot is ingeschakeld, niet leidt tot ontoepasselijke vliegtuigstanden tijdens de nadering.'*

2.2.4 Treviso Airport, Italië, 2013

Het incident met de Ryanair Boeing 737-800 deed zich voor op 29 oktober 2013 tijdens een ILS-nadering van landingsbaan 07 op de luchthaven Treviso Airport (Italië).

Dit voorval werd door de luchtvaartmaatschappij zelf onderzocht en een intern eindrapport werd ter beschikking gesteld van de Onderzoeksraad voor Veiligheid.¹⁷ Dit incident wordt ook onderzocht door het Italiaanse Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (ANSV).

Voorafgaande aan de nadering van landingsbaan 07 bevond het vliegtuig zich in een hoge energietoestand als gevolg van een laat ingezette daling en een kortere route. Het vliegtuig kreeg radarkoersinstructies om vrij te blijven van de vele onweersbuien die in de omgeving aanwezig waren. Toen het vliegtuig eenmaal geen last meer had van de weersomstandigheden, kreeg de bemanning toestemming voor de nadering. De naderingsmodus werd ingeschakeld toen het vliegtuig zich op een hoogte van ongeveer 2500 voet boven het dalprofiel bevond en binnen 10 NM van de landingsbaan. Op dat moment nam de westelijke wind in kracht toe tot een staartwind van 20 knopen. Om die staartwind te compenseren werd een snelheid van 155 knopen geselecteerd. De gezagvoerder realiseerde zich dat de nadering waarschijnlijk niet zou slagen en besprak de mogelijkheid voor een doorstart met de First Officer. De bemanning zag toen de

glijpadindicatie snel bewegen van helemaal 'Fly Down' naar helemaal 'Fly Up'. Het glijpad werd onderschept waarna het vliegtuig de 'Fly Up' indicatie volgde. Omdat de motoren stationair (idle) draaiden nam de snelheid van het vliegtuig af. De gezagvoerder schakelde de automatische piloot en de autothrottle uit en nam handmatig de controle van het vliegtuig over. Het glijpad werd onderschept ('glide slope capture') op een hoogte van 2000 voet op 7,9 NM van de landingsbaan.

2.3 Database meldingen vals glijpad voorvallen

2.3.1 Inleiding

Het feit dat er tijdens het onderzoek nog vier andere voorvallen bekend werden waarbij sprake was van een pitch-up als gevolg van een ILS vals glijpad, was voor de Onderzoeksraad aanleiding om een gedetailleerde databaseanalyse uit te voeren naar dit type voorvallen. In Nederland leverde dit bij het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen (ABL) slechts één geval op dat in paragraaf 2.2.1 aan de orde is gesteld. Verder is bekend dat het ABL de afgelopen jaren hoofdzakelijk kwantitatieve analyses op de gerapporteerde meldingen heeft uitgevoerd en nauwelijks kwalitatieve analyses.

In Frankrijk was één incident bekend, het Airbus A340 incident in Parijs dat door de Franse BEA is onderzocht en in paragraaf 2.2.3 is beschreven. In de laatste fase van dit onderzoek werd de Onderzoeksraad voor Veiligheid door de BEA geïnformeerd dat een soortgelijke 'pitch-up' voorval was gemeld door een luchtvaartmaatschappij aan de vliegtuigfabrikant Airbus. Dit voorval had plaatsgevonden vóór het onderzochte A340 incident. Zowel de Onderzoeksraad als de BEA zijn niet in staat geweest informatie over dit voorval te verkrijgen als gevolg van een geheimhoudingsverklaring tussen de luchtvaartmaatschappij en Airbus.

Na de inzage van het conceptrapport informeerde de BEA de Onderzoeksraad over soortgelijke 'pitch-up upsets' met een andere Franse vliegtuigfabrikant. Volgens deze informatie zijn er voorvallen bekend vanaf 2008, verdere details ontbreken omdat het een lopend onderzoek betreft.¹⁸

Een databaseanalyse in de Verenigde Staten, uitgevoerd door de National Transportation Safety Board en Boeing, leverde geen enkele soortgelijke gebeurtenis op. Uit de door de Onderzoeksraad uitgevoerde analyse van de database van het Aviation Safety Reporting System (ASRS) bleek dat er tussen 1998 en 2013 57 voorvallen zijn gemeld waarin in 'False Glide Slope' werd genoemd. Deze meldingen zijn verder geanalyseerd, een overzicht van de meldingen is te vinden in bijlage F.

2.3.2 Resultaten van de analyse van de ASRS-database

Het ASRS wordt geëxploiteerd door de National Aeronautics and Space Administration (NASA). Dit systeem ontvangt, verwerkt en analyseert vrijwillige meldingen van incidenten afkomstig van piloten, luchtverkeersleiders, grond-afhandelaars, cabine-

¹⁸ De Onderzoeksraad heeft assistentie aan de BEA voor dit onderzoek aangeboden.

personeel, onderhoudsmonteurs en andere partijen. De meldingen die bij het ASRS worden ingediend hebben betrekking op zowel onveilige voorvallen als gevaarlijke situaties. De informatie die uit deze meldingen wordt verzameld, wordt onder de belanghebbenden verspreid.

Er werd in het ASRS een inhoudelijke analyse verricht op de volgende zoekwoorden: False Glide Slope, False Glideslope en False GS. Dit resulteerde in 57 voorvallen die kenmerken gemeen hadden met een pitch-up incident. Deze meldingen werden nader onderzocht en geanalyseerd.

Voorbeeld van ASRS report nummer 1054754

Boeing 737-300, 20 December 2012, op een hoogte van 3000 voet

[vertaald – origineel in Appendix F]

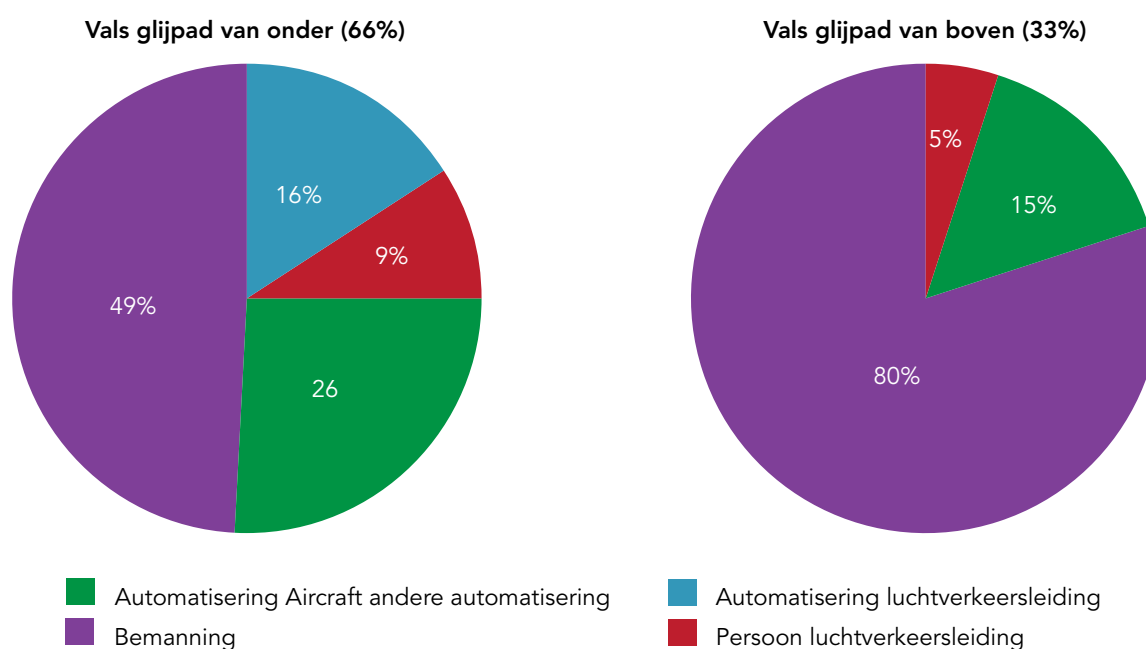
Deze gebeurtenis vond plaats tijdens de nadering naar landingsbaan 28L. Het wolkendek was ongeveer 1500 ft AMSL, waarbij ATC [red. de verkeersleiding] vectoren gaf voor de landing. Er was ander verkeer in het gebied en we waren achter ander vliegtuig gezet. ATC had ons vliegsnelheid vertraagd naar 150 knopen (kts), voor ons type vliegtuigen, vereist dit dat het landingsgestel naar beneden moet, en flaps 15. Dit zorgt voor een hoge mate van weerstand, vooral in horizontale vlucht. Ik was de piloot die vloog. Ik kreeg een koers om de localiser te onderscheppen, en de klaring om te mogen landen. De automatische piloot was ingeschakeld, en ik had de VOR/LOC-modus geactiveerd. Het was duidelijk dat de ik localiser op ongeveer hetzelfde moment als het glijpad zou onderscheppen. Zodra de FMA veranderd VOR/LOC naar groen (capture), heb ik de Approach functie geselecteerd, en de glijpad indicatie ging bijna onmiddellijk naar groen (capture). De Glide Slope indicator ging dan naar beneden, waaruit blijkt dat we hoog waren voor het gewenste pad. De stuurautomaat, in plaats van de neusstand naar beneden te doen, ging deze de Glide Slope volgen, met een neusstand omhoog. De vliegsnelheid begon af te nemen en onder het minimum voor de vliegtuigconfiguratie te komen. Ik moest aanzienlijke stuwkracht selecteren, ik schakelde de automatische piloot uit en heb de hand de neus naar beneden geduwd om de luchtsnelheid te verhogen en te proberen om op het juiste glijpad te komen. Ik heb de controle met succes overgenomen, de rest van de landing was stabiel, maar het vliegtuig heeft niet gedaan wat hij moest doen. Het vliegtuig deed precies het tegenovergestelde wat het moest doen, in een lage snelheid, hoge weerstand configuratie wat gevaarlijk is. Dit is niet de eerste keer dat ik dit soort gedrag heb gezien in dit type vliegtuig. Dit is de derde of vierde keer dat ik dit heb gezien, op verschillende luchthavens, maar allemaal op ILS frequenties. Ik heb op dat moment deze fout met de Captains besproken, en ik krijg altijd een antwoord zoals: 'Nou, het is een -300.' Dit is volstrekt onaanvaardbaar en in strijd met de veiligheid. Ik kan niet begrijpen hoe deze apparatuur kan worden gecertificeerd voor gebruik in Instrument Flight Rules, wanneer het zich op deze manier zo gedraagt. Misschien is het gewoon in een serie van automatische systemen, of een serie van vliegtuigen, maar het lijkt erop dat dit gevolgd moet worden door onderhoud of in ieder geval een onderzoek rechtvaardigt.

De neusstand toename (pitch-up) is vrij abrupt, en veroorzaakt onrust voor zowel passagiers als bemanningsleden. Dit kan een afzonderlijk probleem zijn, maar het lijkt alsof er een normale afwijking in het automatische systeem zit van dit type vliegtuig. Ik ben van mening dat dit moet worden onderzocht door de onderhouds-afdeling. Ook moet aan bemanningen worden gevraagd wanneer ze dit ook ervaren, de tijd van aanvliegen, vliegtuigconfiguratie, frequentie, et cetera doorgeven om te kijken of er een patroon is. Controleer de werking van de automatische systemen bij vliegtuigen die zijn getroffen / gemeld op juiste werking. Overleg met Boeing om te zien of er andere meldingen van dit soort gedrag zijn.

Uit de gegevens blijkt dat in 66% van de gevallen was aangegeven dat ze zich 'onder' het glijpad hadden voorgedaan. De voorvallen 'onder' het glijpad worden beschreven als het dalen van het vliegtuig voor het 'voorgeschreven' eindnaderingspunt (Final Approach Fix). In algemene zin bleek uit de meldingen dat de bemanning zich bewust werd van een hoge daalsnelheid, gewaarschuwd werd door de luchtverkeersleiding (vanwege de geringe hoogte), of een combinatie van beiden. In circa 50% van de gevallen werd het voorval opgemerkt door de vliegtuigbemanning en in 25% van de gevallen door de luchtverkeersleiding (een automatische waarschuwing vanwege geringe hoogte of van een luchtverkeersleider zelf).

In 33% van de gevallen (19 incidenten) werd aangegeven dat het valse glijpad 'van bovenaf' werd onderschept met uiteenlopende hoge neusstanden. Deze voorvallen 'van bovenaf' werden in 80% van de gevallen door de bemanning opgemerkt, en in 15% van de gevallen door de geautomatiseerde apparatuur (verlies van signaal).

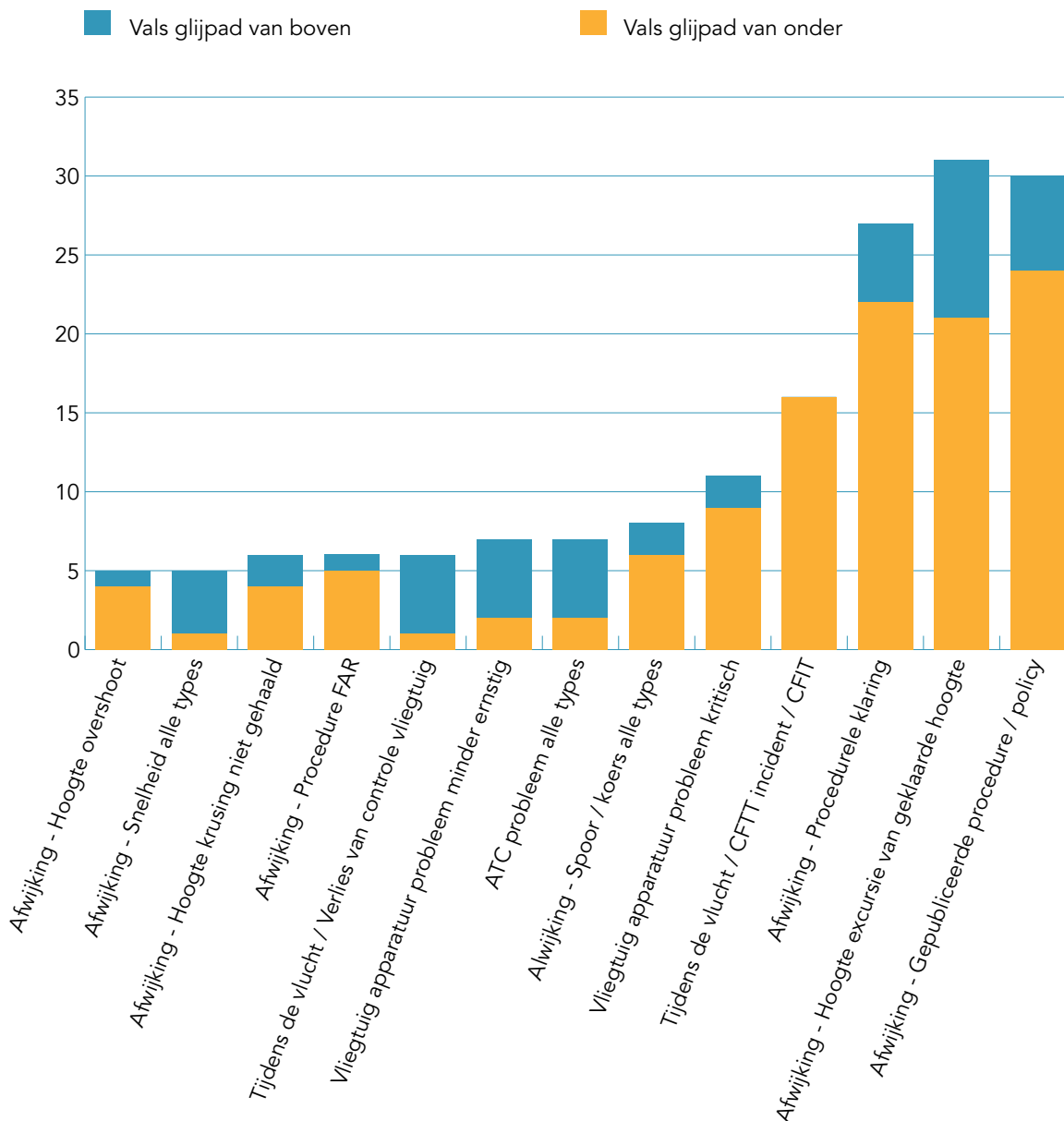
Detectie van gebeurtenis – vals glijpad



Figuur 1 en 2: Verdeling van de incidentmeldingen met vals glijpad onder en boven.

Voor de gevallen met een vals glijpad worden verschillende categorieën gebruikt: afwijkingen in 'het procedurele gepubliceerde materiaal', 'de toegewezen hoogte' en 'de voorgeschreven klaring'. Wat betreft vliegtuigapparatuur wordt de fout met een vals glijpad in 11 gevallen (9 'onder' en 2 'boven') geclassificeerd als 'Aircraft Equipment Problem Critical'. In 7 gevallen (2 'onder' en 5 'boven') wordt het probleem geclassificeerd als 'Aircraft Equipment Problem Less Severe'. Verder wordt het voorval in 6 gevallen (1 'onder' en 5 'boven') geclassificeerd als een 'In-flight Event / Encounter Loss of Aircraft Control'.

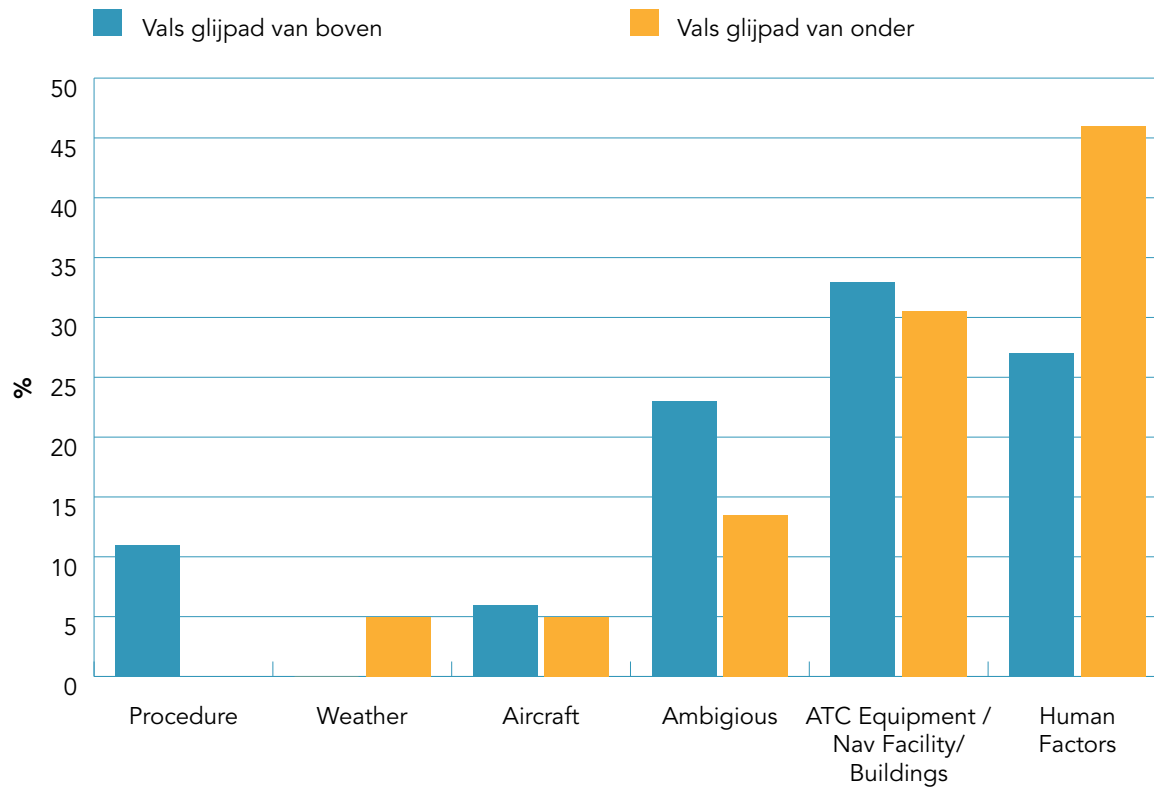
Afwijking gebeurtenis – vals glijpad



Figuur 3: Overzicht classificatie afwijkingen vals glijpad gebeurtenis.

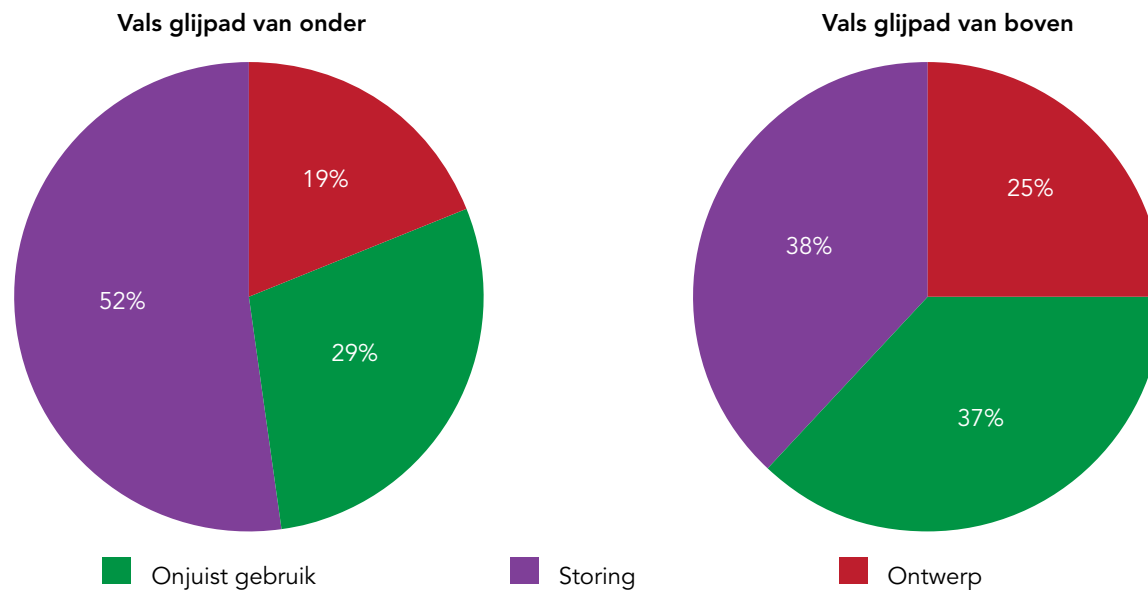
Na correctie voor percentages blijkt uit de beoordeling dat menselijke factoren vaak het primaire probleem vormen (45% 'onder' en 27% 'boven'). Daarnaast wordt in 30% van de gevallen de apparatuur van de luchtverkeersleiding aangewezen als het primaire probleem bij voorvallen met een vals glijpad.

Beoordeling primair probleem



Figuur 4: Overzicht van het primaire probleem bij voorvallen met een vals glijpad.

In 25 gevallen werd een probleem met onderdelen als bijdragende factor opgenomen in de database. Voor problemen met vliegtuigonderdelen kent de database drie categorieën: 'Ontwerp', 'Incorrecte bediening' of 'Storing'. Deze drie categorieën blijken in gelijke mate van toepassing op voorvallen met een vals glijpad. Uit de gegevens blijkt weliswaar een hoger percentage voor 'Storing' in de groep 'onder', maar gezien het kleinere aantal voorvallen is dit niet significant.



Figuur 5 en 6: Verdeling meldingen met als classificatie primair component probleem voor vals glijpad onder en boven.

Uit analyse van de database pitch-up meldingen van boven het glijpad, blijkt dat er vliegtuigen van verschillende fabrikanten bij betrokken waren. Dit komt overeen met de onderzochte meldingen zoals beschreven in de voorgaande paragraaf.

Uit dit onderzoek blijkt dat het 'Eindhoven incident' niet op zichzelf staat en er vier andere gebeurtenissen in Europa hebben plaatsgevonden. Soortgelijke voorvallen zijn gemeld in het verleden en werden opgeslagen in het vrijwillige rapportage systeem in de Verenigde Staten. Uit de analyse van de ASRS database blijkt dat onderscheid gemaakt kan worden tussen vals glijpad-gebeurtenissen boven en onder het gevlogen normale glijpad. De 19 'pitch-up upset' gebeurtenissen van boven het glijpad werden toegeschreven aan een vals glijpad. Uit de beoordeling van het probleem in de ASRS database blijkt dat daarbij menselijke factoren en navigatiefaciliteit/apparatuur een belangrijke rol spelen.

Conclusies

'Pitch-up upsets' werden gemeld aan de Europese nationale incidenten database systemen en het vrijwillig NASA ASRS database systeem.

Uit analyse van soortgelijke gebeurtenissen blijkt dat bij verschillende type vliegtuigen en modellen een 'pitch-up upset' is opgetreden.

3 ILS – VALSE GLIJPADEN

3. ILS – Valse glijpaden	35
3.1 Instrumentlandingsstelsel – theorie	35
3.2 Algemeen beschikbare informatie over valse glijpaden	42
3.3 ILS-glijpadmetingen	45
3.4 Vastgestelde glijpadkenmerken	51
3.5 Het onderscheppen van het glijpad van bovenaf	57
3.6 Interactie ILS met automatische boordstelsels	61
3.7 Vluchtpadbeheer en automatisering	63
3.8 Genomen maatregelen	67

3 ILS – VALSE GLIJPADEN

In dit hoofdstuk wordt het ILS in algemene zin beschreven, met daarnaast bijzondere aandacht voor glijpadantennesystemen. Ook de algemeen aanvaarde theorie betreffende valse glijpaden en de informatie uit handboeken en gebruiksinstructies worden behandeld. Verder bevat dit hoofdstuk de resultaten van de glijpadsignaalmetingen en analyse van de signaalkenmerken. Ook worden de methoden voor onderschepping van het glijpad in hand- en trainingsboeken van Airbus en Boeing beschreven. Voorts volgt een analyse over de interactie tussen de ILS met de automatische systemen aan boord. Tot slot volgt een analyse over de invloed van automatisering in relatie tot vluchtpad-beheer bij de gevonden incidenten. Als laatste worden de genomen maatregelen van de verschillende partijen benoemd.

3.1 Instrumentlandingsstelsel – theorie

3.1.1 Algemene informatie

Het instrumentlandingsstelsel (ILS) is een navigatiehulpmiddel dat over de hele wereld wordt gebruikt om de nadering en landing van een vliegtuig te vergemakkelijken. Het ILS is een door vliegvelden gebruikt grondstelsel dat werkt op basis van radiogolven en onder alle weersomstandigheden zowel horizontale als verticale stuursignalen naar vliegtuigen zendt.¹⁹

Een vliegtuig voert een voorgeschreven instrumentnadering uit of volgt instructies op (bijvoorbeeld radarkoersinstructies) van de luchtverkeersleiding naar het gebied van het ILS. Daar kunnen de vliegtuignavigatiesystemen de signalen van de localiser en de glijpadantenne ontvangen voor een landing op automatische systemen. Het ILS kan uit de volgende grondonderdelen bestaan:

- De localizerzender, die het horizontale stuursignaal uitzendt.
- De glijpadzender, die het verticale stuursignaal uitzendt.
- Markeerbakens, die verticale signalen uitzenden.
- DME-apparatuur (afstandsmeetapparatuur), die signalen uitzendt voor afstandsbepaling vanuit een vast punt – welke meestal de baandrempel is.

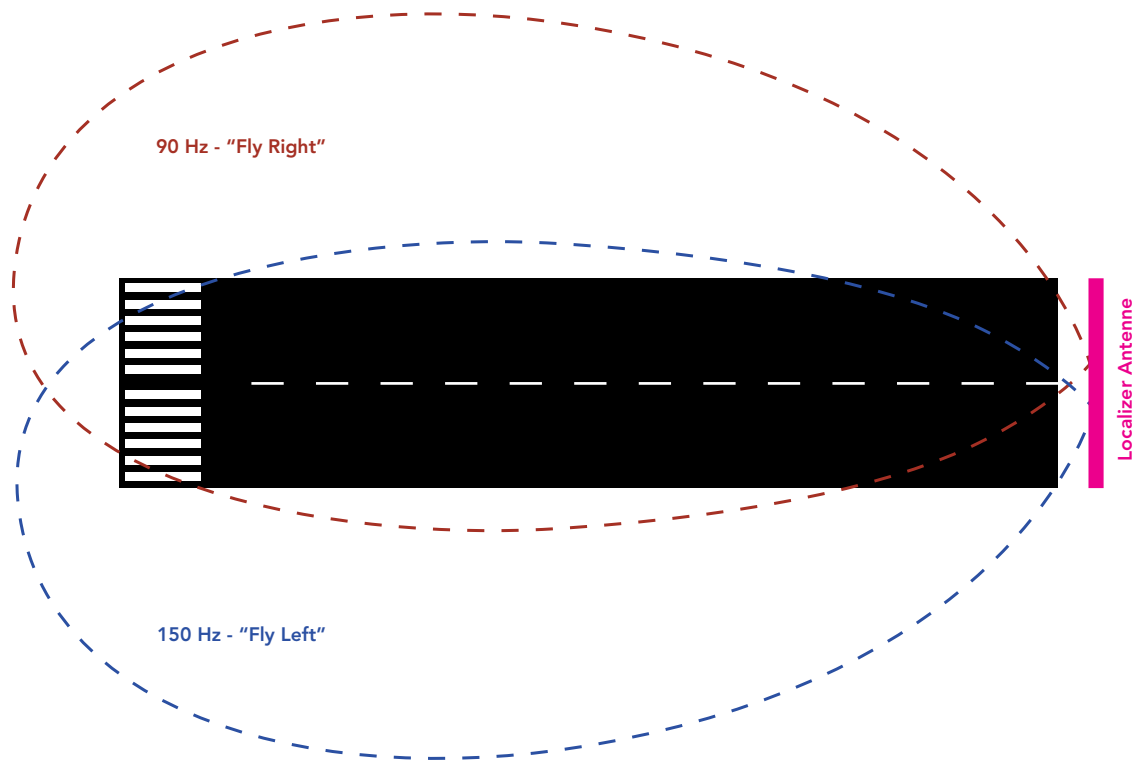
Een ILS bestaat minimaal uit zenders voor de localiser en het glijpad.²⁰ Het stelsel kan worden gebruikt in combinatie met markeerbakens en/of DME. De desbetreffende onderdelen worden in de onderstaande paragrafen beschreven.

¹⁹ Er zijn drie categorieën instrumentlandingsstelsels (I, II en III) elk met verschillende beslissingshoogte (DH) en minimaal benodigd baanzicht (RVR). De beslissingshoogte is verschillend voor elke categorie ILS en is afhankelijk van de vliegtuigontvangstapparatuur aan boord en de kwalificatie van het cockpitpersoneel en de certificatie-standaard van het ILS stelsel.

²⁰ De localizer- en glijpadsignalen zijn voor elke categorie ILS hetzelfde.

3.1.2 De localiser – horizontale stuursignalen

Een localiser staat normaal gesproken voorbij het einde van de landingsbaan en bestaat doorgaans uit meerdere richtingantennes op dezelfde plaats. Die antennes zenden signalen op twee frequenties uit. Eén signaal is gemoduleerd met 90 Hz, het andere met 150 Hz. Beide antennes zenden een smalle straal uit, de ene iets ter linkerzijde van de landingsbaan, de andere iets ter rechterzijde.

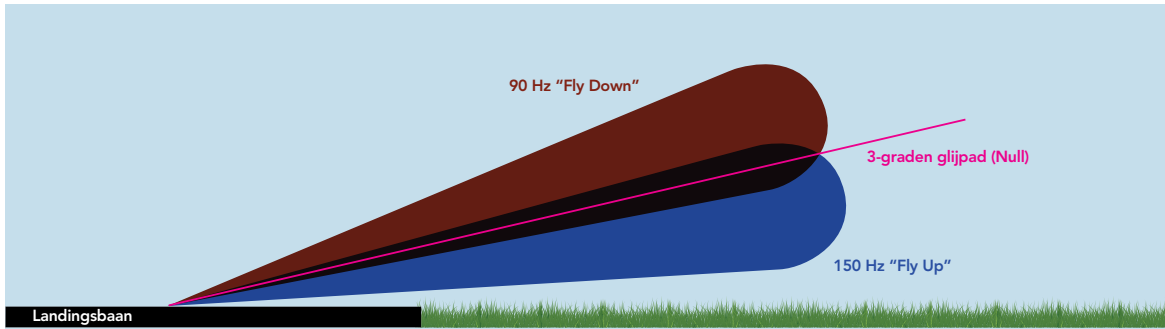


Figuur 7: Horizontale stuursignalen van de localiser antenne.

De localiserontvanger in het vliegtuig meet het verschil in modulatie diepte (DDM, Difference in Depth of Modulation) van de signalen van 90 Hz en 150 Hz. Het verschil tussen de twee signalen varieert, afhankelijk van de afwijking van het naderende vliegtuig ten opzichte van de hartlijn van de landingsbaan. Als een van de twee modulaties, 90 Hz of 150 Hz, overheerst, vliegt het vliegtuig niet op de hartlijn. Als de DDM nul is, vliegt het vliegtuig op de hartlijn van de landingsbaan.

3.1.3 Glijpadantenne – verticale stuursignalen

Voor de verticale stuursignalen wordt dezelfde DDM-meetmethode gebruikt als voor de localiser. De glijpadantenne staat naast de landingsbaan ter hoogte van de positie waar vliegtuigen landen; de 'touchdown zone'. Het signaal is zo afgesteld dat het midden ervan overeenkomt met een glijpad van ongeveer 3 graden. Net als bij de localiser meet de glijpadontvanger in het vliegtuig de DDM van de 90 Hz- en 150 Hz-signalen. Bij een standaard glijpad van 3 graden is de signaalsterkte tussen het 'Fly Up'-commando (150 Hz) en het 'Fly Down'-commando (90 Hz) gelijk ('Null').

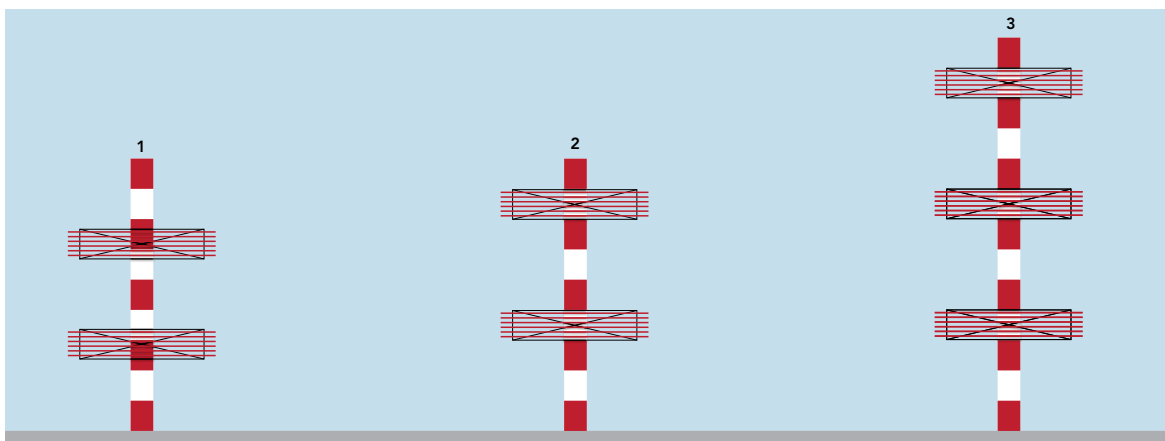


Figuur 8: Verticaal glijpadstuursignaal met 'Fly Up'-indicatie bij 150 Hz en 'Fly Down'-indicatie bij 90 Hz.

Er worden wereldwijd vijf typen glijpadantennesystemen gebruikt: drie daarvan zijn 'Image Type' (grondreflectie) antennes. Deze drie typen worden Null Reference, Sideband Reference en Capture Effect of M-array genoemd. De twee 'niet-Image' Type (geen grondreflectie) antennes zijn de Endfire en de Waveguide. Omdat deze laatste twee typen zelden worden gebruikt, zijn ze niet in het onderzoek opgenomen.

Systeem	Type	Aantal antennes
Sideband	grond reflectie	2
Null Reference	grond reflectie	2
Capture effect or M-Array	grond reflectie	3
Endfire	geen grond reflectie	meerdere
Waveguide	geen grond reflectie	meerdere

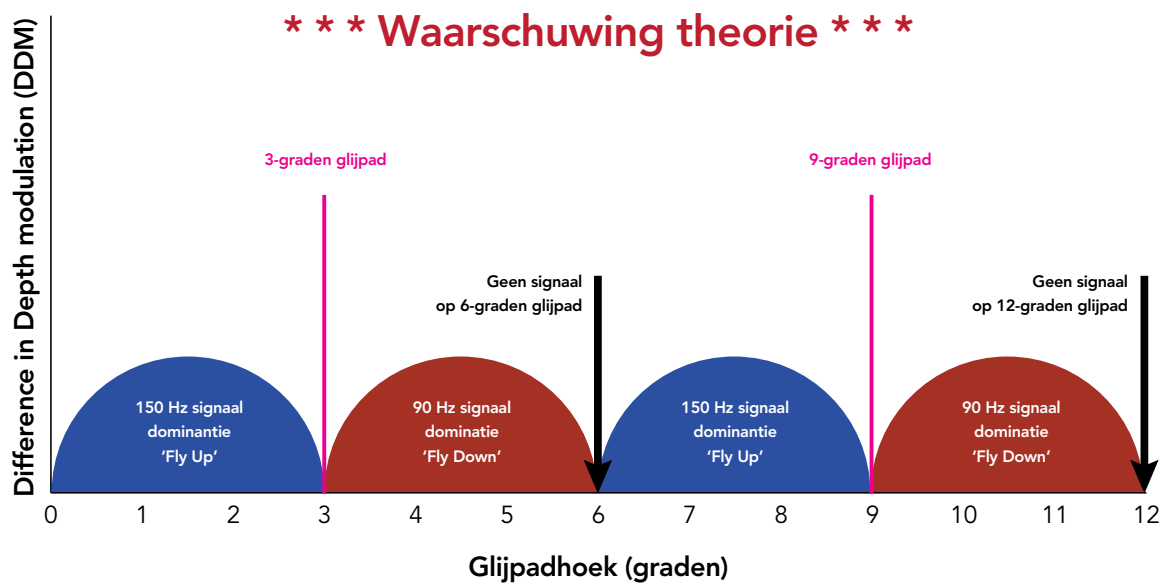
Tabel 1: Typen glijpadantennes.



Figuur 9: Voorbeelden van typen ILS-glijpadantennes: Sideband- (1), Null Reference- (2) en Capture effect- (M-array-)antenne (3).

Null Reference-systeem

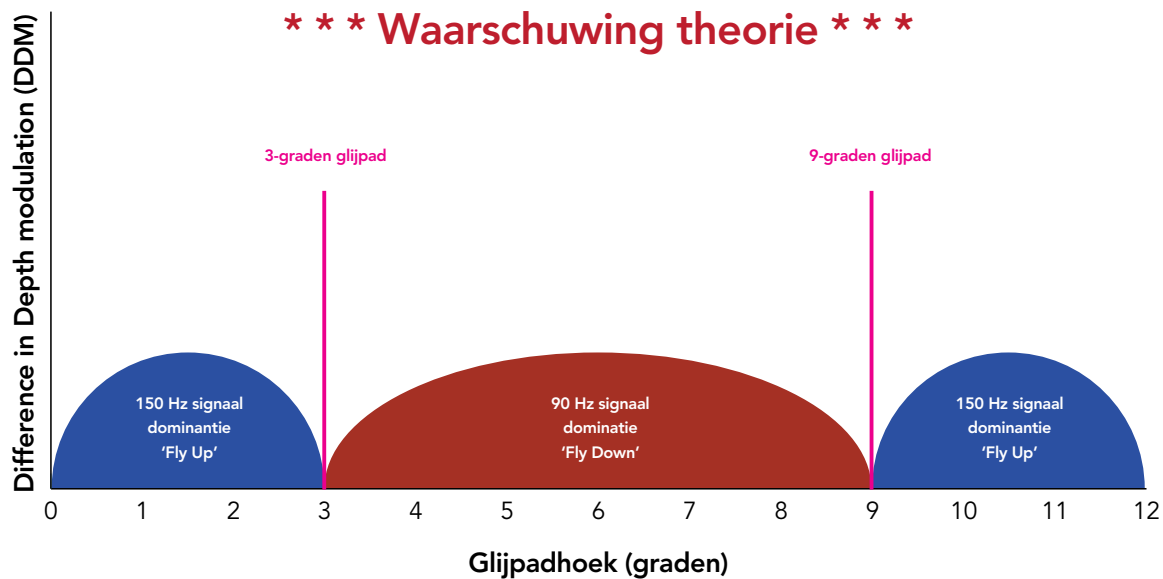
Het Null Reference-systeem maakt gebruik van twee antennes, één boven en één onder. De onderste antenne zendt zowel de draaggolf (met frequentie 90 Hz) als de zijbandgolf (met 150 Hz) uit, en wel op gelijke sterkte. De bovenste antenne zendt alleen de zijbandgolf uit, maar die is niet in fase met de draaggolf. Deze antenneopstelling resulteert uiteindelijk in een signaalveld dat onder het nulsignaal wordt gekenmerkt door versterking van het 150 Hz-signaal en verzwakking van het 90 Hz-signaal. Boven het nulsignaal wordt het 90 Hz-signaal versterkt en het 150 Hz-signaal verzwakt. Door deze combinatie van antennesignalen ontstaat een glijpadveld zoals in figuur 10 is afgebeeld.



Figuur 10: Theoretische curve van het stralingspatroon (90 Hz en 150 Hz) van het antennesysteem type Null Reference, resulterend in een 'Fly Up' en 'Fly Down'. De glijpadhoek staat aangegeven op de x-as.

Sideband Reference-systeem

Het Sideband Reference-systeem wordt sinds 1960 gebruikt voor glijpadstuursignalering. Ook dit systeem maakt gebruik van twee boven elkaar geplaatste antennes. De bovenste antenne zendt één signaal uit (SBO; sideband only – alleen zijband), de onderste twee signalen (Carrier and sideband + Side Band Only – CSB and SBO). De fase van het SBO-signaal van de onderste antenne wijkt 180 graden af van het SBO-signaal van de bovenste antenne. Door deze combinatie van antennesignalen ontstaat een glijpadveld zoals in figuur 11 is afgebeeld.

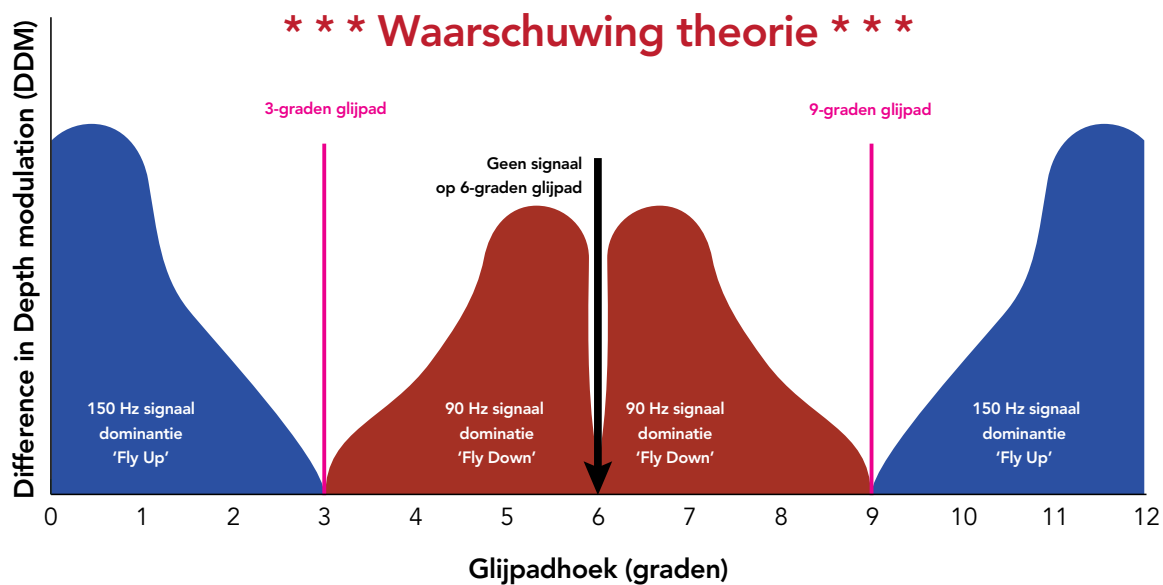


Figuur 11: Theoretische curve van het stralingspatroon (90 Hz en 150 Hz) van het antennesysteem type Sideband Reference, resulterend in een 'Fly Up' en 'Fly Down'. De glijpadhoek staat aangegeven op de x-as.

Het Sideband Reference-systeem is even gevoelig voor interferentie boven de grond als het Null Reference-systeem, maar heeft het voordeel dat het voor een glijpadhoek van 3 graden slechts 700 meter terrein vrij van obstakels nodig heeft.

M-array-systeem

Ook het M-array-systeem, vaak Capture Effect-array genoemd, wordt sinds de jaren zestig op grote schaal gebruikt. Bij het M-array-systeem wordt gebruik gemaakt van een opzet met drie elementen. Alle drie elementen werken met SBO-signalen en de middelste en onderste ook met CSB-signalen. De SBO-signalen van het onderste en bovenste element hebben dezelfde amplitude en zijn niet in fase; het SBO-signaal van het middelste element heeft een dubbele amplitude. Het CSB-signaal van het middelste element heeft amplitude en is in fase; het CSB-signaal van het onderste element heeft een dubbele amplitude en is niet in fase. Het glijpadveld van het M-array-systeem is een ingewikkelde optelling en aftrekking van 90 Hz- en 150 Hz-signalen, het resultaat is afgebeeld in figuur 12.



Figuur 12: Theoretische curve van het stralingspatroon (90 Hz en 150 Hz) van het antennesysteem type M-array, resulterend in een 'Fly Up' en 'Fly Down'. De glijpadhoek staat op de x-as. [0-12 graden].

3.1.4 Aantallen en locaties van Image Type ILS-glijpadantennesystemen

Er zijn over de hele wereld circa 1500 – 2000 landingsbanen met een ILS-installatie uitgerust.²¹ In Nederland worden op met ILS uitgeruste landingsbanen uitsluitend M-array antennesystemen gebruikt. Bij navraag heeft de Spaanse CIAIAC bevestigd dat de luchthaven Murcia is uitgerust met het M-array antennesysteem. De Franse BEA heeft bevestigd dat op de luchthaven van Parijs Charles de Gaulle het M-array antennesysteem wordt gebruikt. En de Italiaanse ANSV heeft bevestigd dat de luchthaven Treviso ook is uitgerust met het ILS systeem van het type M-array.

Thales, een van de fabrikanten die M-array antennesystemen bouwt, verstrekke informatie dat ongeveer 430 M-array (type LS420) ILS systemen in 80 landen wereldwijd zijn geïnstalleerd. Er is geen informatie beschikbaar voor vliegtuigbemanningen met welk type ILS antenne een landingsbaan is uitgerust.

²¹ In eerste kwartaal van 2014 publiceerde Jeppesen wereldwijd 4399 ILS procedures, hierbij wordt geschat dat het om ongeveer 1500 tot 2000 banen met een ILS installatie betreft.

3.1.5 ILS-afwijkingen

Vaak wordt gedacht dat een ILS een gerichte localiser- en glijpadstraal uitzendt die een smalle elektronische 'trechter' vormt die naar de landingsbaan leidt. In werkelijkheid zendt een ILS-antenne een complex stralingsveld uit. Door de complexiteit van dit veld kunnen er twee verschillende type fouten worden onderscheiden.

- Een foutief (erroneous) localiser- of glijpadsignaal.
- Een vals (false) localiser- of glijpadsignaal.

Bij een type 'foutief signaal' is een afwijking van het signaal aanwezig als gevolg van een fout. Die fout kan statisch van aard zijn, bijvoorbeeld wanneer het signaal wordt weerkaatst door vaste voorwerpen zoals een hangaar of hekwerk op het vliegveld. Er kan echter ook sprake zijn van een dynamische afwijking, wanneer het signaal wordt weerkaatst door bewegende voorwerpen zoals een in de nabijheid van de landingsbaan taxiënd vliegtuig. Om die reden worden er rond localiser- en glijpadapparatuur ILS-kritische en -gevoelige gebieden aangewezen. Hiermee worden aanvliegende vliegtuigen beschermd tegen zogenaamde multipad-effecten, die ervoor zouden kunnen zorgen dat het ILS-signaal in de lucht de toegestane afwijkingen en marges overschrijdt. Een ander voorbeeld van een foutief signaal is wanneer de antenne zender in de testmode is gelaten.²²

De tweede type afwijking in het ILS-signaal is het 'valse glijpad'. Deze fout is anders, omdat hij wordt veroorzaakt door de glijpadantenne zelf. Volgens diverse handboeken kan een piloot dit valse glijpad herkennen in het vliegtuig aan de steiler-dan-normale daling. Piloten kunnen een vals glijpad voorkomen door de gepubliceerde instrument-landingsprocedures te volgen. Dit wordt nader toegelicht in paragraaf 3.2.

Alle ILS-ontvangers aan boord van vliegtuigen moeten de bemanning op de door de ICAO vastgestelde wijze waarschuwen wanneer het localiser- of glijpadgrond-station fouten vertoont, zoals geringe modulatie of verminderde signaalsterkte.²³ Als de ontvanger geen bruikbaar signaal van het grondstation opvangt, of als de ontvanger zelf dusdanig slecht werkt dat de output onvoldoende is, dan verschijnt op de desbetreffende plek op het PFD een waarschuwing ('OFF').

3.1.6 Statuskeuring en -certificering van het ILS

Elektronische controle

De status van het ILS wordt op verschillende manieren gecontroleerd. De werking van het ILS wordt voortdurend elektronisch bewaakt. Bij het falen van de apparatuur wordt deze binnen één seconde uitgeschakeld (LS420). In de verkeerstoren wordt met behulp van controlelampjes de status en de in gebruik zijnde ILS- en DME-systemen (van de baan in gebruik) afgelezen.

²² Het foutieve signaal kwam aan het licht bij het onderzoek naar de nadering van de luchthaven van Apia door een Boeing 747 van Air New Zealand (Controlled Flight Towards Terrain) http://flightsafety.org/fsd/fsd_jul02.pdf.

²³ ICAO, Annex 10, paragraaf 2.7.1 (vertaald): 'De soorten radionavigatiehulpmiddelen die worden beschreven in hoofdstuk 3 en die beschikbaar zijn voor gebruik door vliegtuigen die worden ingezet op internationale vluchten, dienen te worden onderworpen aan periodieke controles, zowel op de grond als in de lucht.'

Inspectie in de lucht

ICAO verplicht periodieke controles, zowel op de grond als in de lucht, voor alle soorten radionavigatiehulpmiddelen die beschikbaar zijn voor gebruik door vliegtuigen die worden ingezet op internationale vluchten.²⁴ Als gevolg van omgevingseffecten van het terrein, door mensen geplaatste obstakels, interferentie van het radiosignaal en weerskaatsende oppervlakken als sneeuw, water en andere vliegtuigen kunnen metingen vanaf de grond de kwaliteit van het signaal in de lucht niet volledig waarborgen. Het gebruik van speciaal uitgeruste en (horizontaal en verticaal) precies gepositioneerde vliegtuigen is de enige doeltreffende manier om procedures voor signalen in de lucht en voor het vliegen op instrumenten te toetsen. Instrumentlandingen worden door middel van vluchtinspecties gecertificeerd zodat gewaarborgd is dat een vliegtuig dat op de laagst toegestane hoogte vliegt, gegarandeerd veilig is voor obstakels op de grond.

Vluchtinspecties zijn traditioneel gebaseerd op het tijdens de vlucht, aan boord van een kalibratievliegtuig, meten van het signaal in de lucht dat door vluchtnavigatiesystemen wordt geproduceerd. Om te verifiëren of een valide 3-graden glijpadsignaal wordt gegeven, wordt bij vluchtinspecties het 3-graden ILS-glijpad op verschillende manieren geïnspecteerd; onder andere via een voorgeschreven 'flight offset'.

De inspectie is gebaseerd op de door de ICAO voorgeschreven prestatienorm.²⁵ De glijpadapparatuur dient signalen uit te zenden die het mogelijk maken dat een typische installatie naar behoren werkt in sectoren van 8 graden links en rechts (azimut), aan beide zijden van de hartlijn van het ILS-glijpad, tot een afstand van ten minste 18,5 km (10 NM) en tot 5,25 graden ($1,75 \cdot \theta$ en $\theta = 3$ graden) omhoog en 1,35 graden ($0,45 \cdot \theta$) omlaag. ICAO schrijft geen regels voor de controle van het systeemsignaal boven 5,25 graden. Dat betekent dat het gebruik van het ILS bij een glijpad boven 5,25 graden buiten het door ICAO voorgeschreven gecertificeerde operationeel gebied ligt.

Het inspectiegebied bevindt zich normaal gesproken tussen de 0 en 10 NM van de baandrempel en op 35 graden links en rechts van de baankoers (localiser). Het ILS wordt tenminste eenmaal per jaar gecontroleerd en zo nodig bijgesteld.

3.2 Algemeen beschikbare informatie over valse glijpaden

In deze paragraaf wordt de informatie over valse glijpaden samengevat waarover belanghebbenden in de luchtvaart, zoals bemanningen en luchtvaart-maatschappijen, kunnen beschikken. Het betreft algemene informatie die alleen als referentie is bedoeld.

Bemanningen van een Boeing 737NG kunnen voor informatie de Flight Crew Training Manual (FCTM) raadplegen. In de daarin gegeven beschrijving van het valse glijpadsignaal staat het belang van detectie centraal (het verband tussen hoogte en bereik). Bij het vermoeden van een vals glijpad moet een 'missed approach-procedure' (doorstart) worden gestart.

²⁴ ICAO, Annex 10, deel I, hoofdstuk 2, 2.7 [Standard].

²⁵ ICAO, Annex 10, par. 3.1.5.1.1 [Standard] en 3.1.5.3.1 [Standard].

Boeing FCTM 737NG, juni 2013 (uittreksel van pagina 5.16)

[vertaald]

Er zijn incidenten geweest met vliegtuigen die een vals glijpadsignaal oppikten en de indicatie 'continue on glide slope' bleven ontvangen doordat een ILS-grondzender abusievelijk nog in de teststand stond. Valse glijpadsignalen kunnen worden opgespoord door de Final Approach Fix kruisingshoogte en VNAV-vluchtpad-informatie te vergelijken alvorens het glijpad te onderscheppen. Verder dienen bij de eindnadering een normale neusstand en daalsnelheid te worden aangegeven nadat het glijpad is onderschept. Ook moet bij het vermoeden van een glijpad-afwijking worden bekeken of er sprake is van een abnormale verhouding tussen de hoogte ten opzichte van de afstand tot de landingsbaan. Dit kan worden vastgesteld door een van twee crosschecks te doen: de afstand tot de landingsbaan en de hoogte, of de positie van het vliegtuig met waypoints op het navigatiescherm. Voor een glijpad van 3 graden dient de hoogte circa 300 voet per NM tot de landingsbaan te bedragen.

Als de piloot vermoedt dat een vals glijpad is onderschept en er niet bij zichtvlieg-omstandigheden gevlogen kan worden, dient een missed approach-procedure te worden gevolgd.

Boeing Proprietary Copyright © Boeing

Reprinted with permission of The Boeing Company.

This information may be subject to Export Administration Restrictions under EAR99

Voor meer theoretische achtergronden: het handboek voor instrumentvliegen van de Amerikaanse Federal Aviation Administration (FAA) bevat nadere informatie over ILS-fouten.

Instrument Flying Handbook FAA-H-8083-15B

Federal Aviation Administration (FAA), U.S. Department of Transport, 2012

[vertaald]

ILS-fouten (blz. 9-40)

In het ILS en de onderdelen daarvan kunnen bepaalde fouten optreden die hieronder worden opgesomd. De signalen van de localiser en glijpadantenne kunnen op dezelfde manier door harde voorwerpen worden weerkaatst als ruimtegolven.

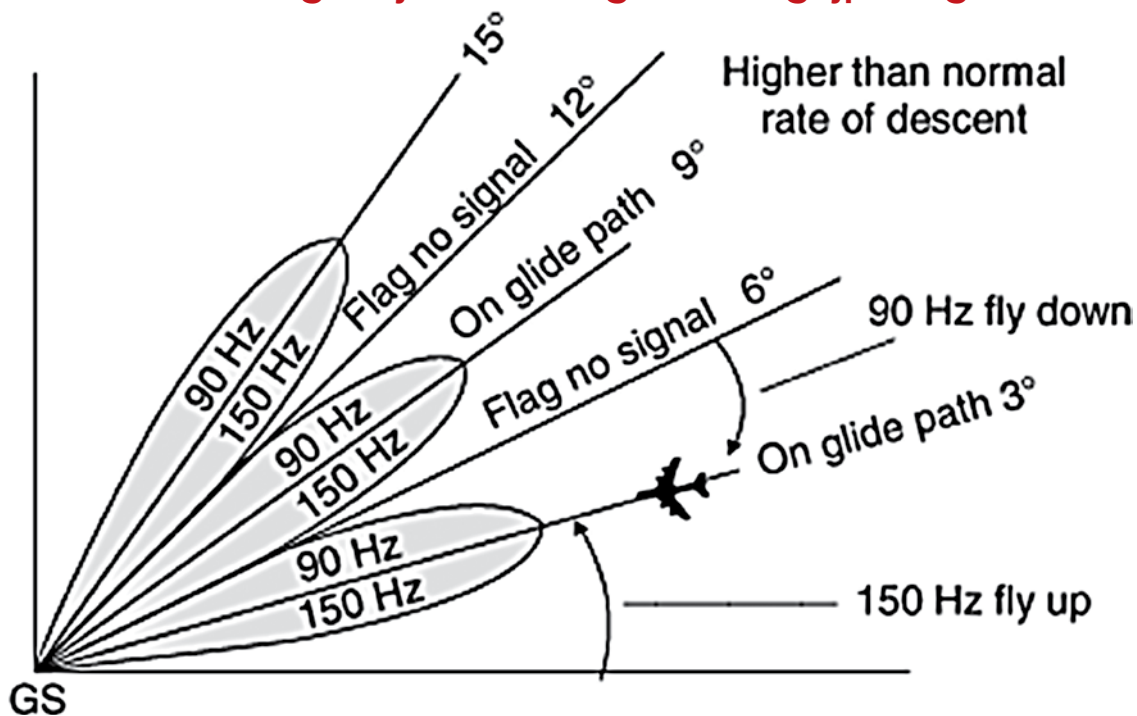
1. Weerkaatsing. Het signaal voor naderende vliegtuigen kan verstoord worden door voertuigen op de grond en zelfs door andere vliegtuigen die op minder dan 5000 voet boven grondniveau vliegen.

2. Verkeerde koersen. Het is inherent aan glijpadapparatuur dat deze, naast de gewenste koers, ook andere koersen met een grotere verticale hoek produceert. De hoek van de laagste van deze verkeerde koersen treedt op bij ongeveer 9 – 12 graden. Bij een vliegtuig dat op dezelfde hoogte op de localiser/ glijpadkoers vliegt, zou zowel de naald van de glijpadindicator als de glijpadwaarschuwing moeten gaan bewegen zodra het vliegtuig de diverse verkeerde koersen kruist. Als een vliegtuig een van deze verkeerde koersen oppakt, ontstaat er verwarring (de naald van de glijpadindicator beweegt de andere kant op) óf moet een zeer hoge daalsnelheid worden aangehouden. Als het vliegtuig echter nadert op de hoogtes die op de desbetreffende instrument naderingskaart zijn aangegeven, dan doen deze valse koerssignalen zich niet voor.

Volgens het Instrument Flying Handbook van de FAA begint de naald van de glijpadindicator te bewegen en verschijnt er een waarschuwing voordat diverse valse glijpaden gepasseerd zijn. Een vals glijpad doet zich op zijn laagst voor op ongeveer 9 – 12 graden. Het valse glijpad wordt beschreven als een signaal dat leidt tot een grotere verticale hoek.

Een snelle zoektocht op internet naar informatie over valse glijpaden levert figuur 13 op. Uit deze afbeelding blijkt dat er bij een 6-graden glijpad een vlag (waarschuwing) verschijnt op het instrument in de cockpit en dat bij er bij 9 graden sprake is van een vals glijpad. Dit is een glijpad met een hogere daalsnelheid dan normaal.

**** Waarschuwing: onjuiste weergave van glijpadsignalen. ****



Figuur 13: Op internet veel voorkomende afbeelding van valse glijpaden [bron: <http://www.answers.com/topic/false-glide-slope> (McGraw-Hill Dictionary of Aviation: false glide slope)].

3.3 ILS-glijpadmetingen

In het kader van dit onderzoek zijn er metingen verricht om de glijpadvelden van de drie verschillende soorten 'Image Type' antennesystemen te bepalen. Het primaire doel van deze meting was het vaststellen van het glijpadveld (richting en sterkte), met name boven het 3-graden glijpad. Om dit type veldmetingen te kunnen verrichten, moet het vliegtuig zijn uitgerust met een Flight Inspection System (FIS). In het FIS worden verschillende parameters opgenomen. Het wordt doorgaans gebruikt om de ILS te verifiëren en te kalibreren, zoals eerder beschreven in paragraaf 3.1.6.

Aangezien er in Nederland geen Sideband of Null Reference ILS antenne aanwezig is, werden deze twee antennetypen op verzoek van de National Transportation Safety Board (NTSB) gemeten door de FAA in de Verenigde Staten.

De resultaten van de metingen in Nederland en de Verenigde Staten zijn weergegeven in de volgende paragrafen.



Figuur 14: Cessna Citation II aan de grond op Vliegbasis Woensdrecht, met op de achtergrond de M-array ILS-glijpadantenne.

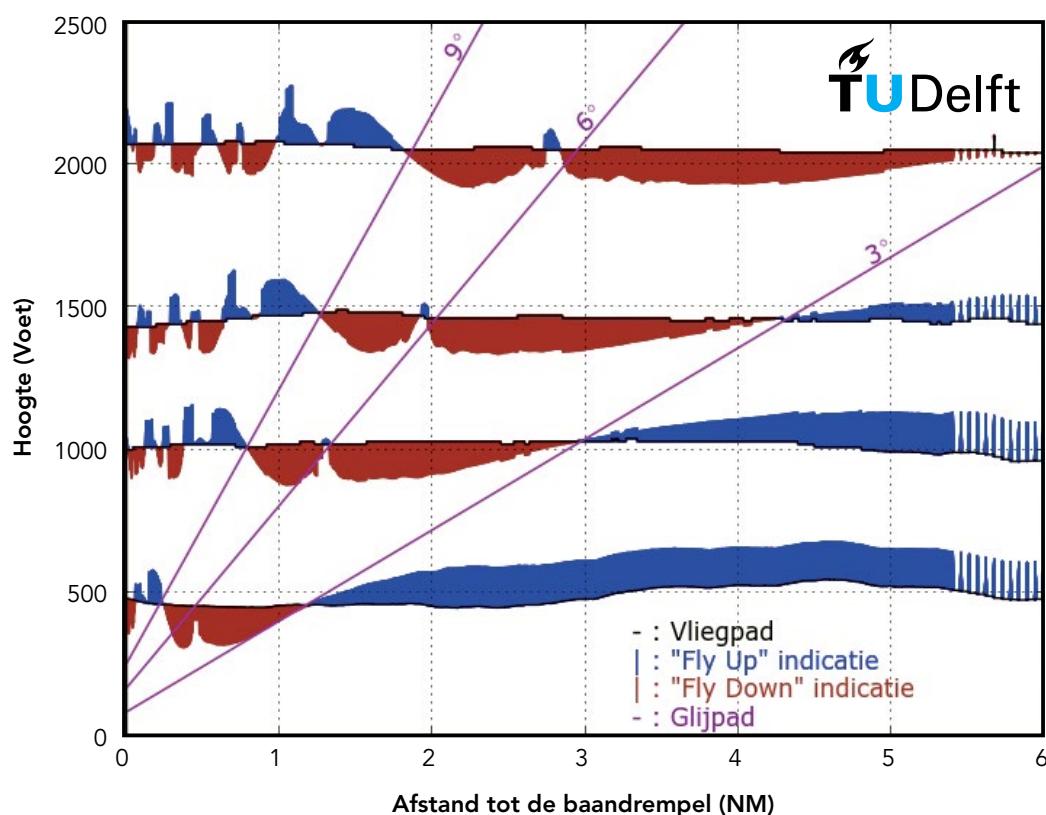
3.3.1 Metingen van het M-array-antennesysteem in Nederland

In Nederland zijn op twee vliegvelden drie metingen van de M-array-antennesystemen verricht met een laboratoriumvliegtuig: Vliegbasis Woensdrecht en Eindhoven Airport landingsbanen 03 en 21. Tijdens de metingen maakten de glijpadlogica en de reactie van het automatische vluchtbesturingssysteem deel uit van het onderzoek. Ook de gevlogen vluchtpaden zoals op de luchthaven Schiphol (2011), Parijs Charles de Gaulle (2012) en Eindhoven (2013) waarbij een vals glijpad was onderschept en een 'pitch-up upset' was ontstaan, werden nagevlogen tijdens de testvluchten. Deze metingen waren

bedoeld om de voorvallen te verifiëren, ze beter te begrijpen en om de onderscheppingslogica van de automatische piloot aan boord van het laboratoriumvliegtuig te testen. In bijlage G is nadere informatie over de testprocedure en de resultaten opgenomen.

Overzicht van de horizontale metingen op Vliegbasis Woensdrecht (figuur 15)

Tijdens de metingen op Vliegbasis Woensdrecht werd tussen het 3-graden en 6-graden glijpad een 'Fly Down'-signaal waargenomen. Rond het glijpad van 6 graden bleek een klein gebied met een 'Fly Up'-signaal te bestaan. In dat gebied werd het glijpadonderscheppingsmechanisme van de boordapparatuur geactiveerd, zodat het vliegtuig vervolgens het 'Fly Up'-commando volgde. Tussen de glijpaden van circa 6 en 9 graden werd een 'Fly Down'-signaal gemeten, gevolgd door een 'Fly Up'-signaal. Zie figuur 15 voor de resultaten.



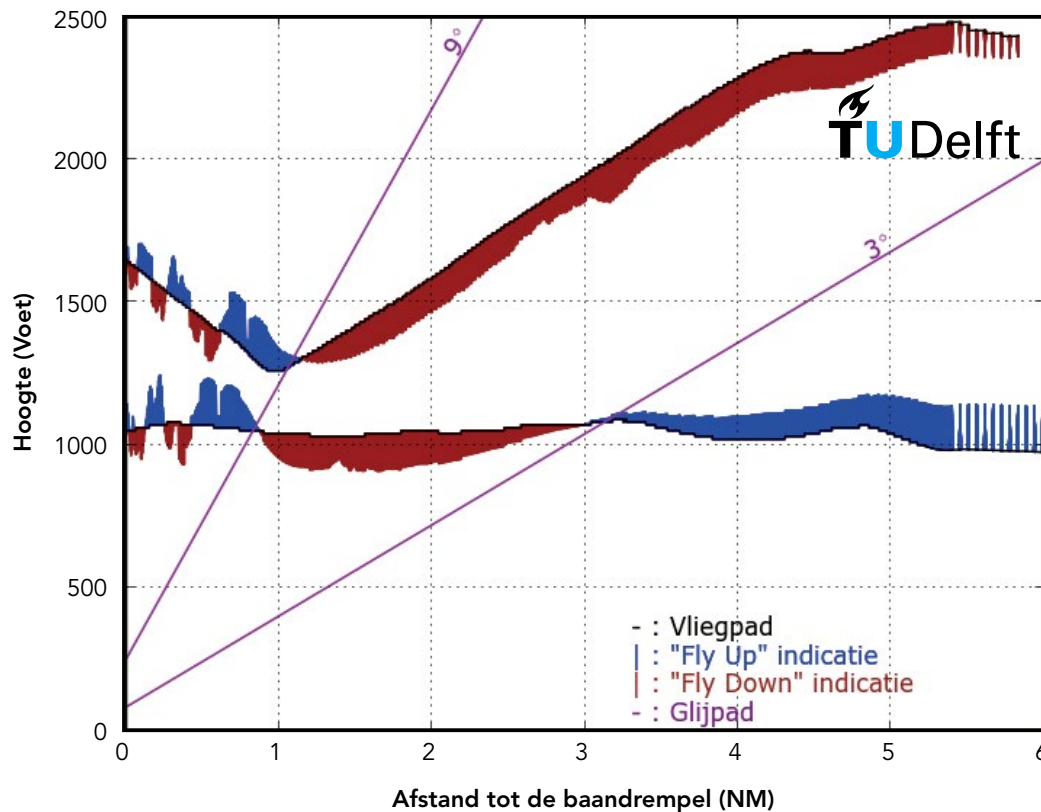
Figuur 15: Vluchtmetingen op verschillende niveaus op Vliegbasis Woensdrecht.

Overzicht van meetvluchten op Eindhoven Airport, landingsbaan 21 (figuur 16)

De horizontale metingen in Eindhoven wezen op een 'Fly Down'-signaal tussen de glijpaden van 3 en 9 graden. Tussen de glijpaden van 9 en 15 graden werd een 'Fly Up'-signaal waargenomen.

De diagonale meting toont de vliegbaan tijdens het incident in Eindhoven. Tijdens deze meting was de glijpadmodus ingeschakeld. Het resultaat was dat in het gebied rond het 9-graden glijpad een 'Fly Up'-signaal is en het glijpad-onderscheppingsmechanisme werd geactiveerd, waardoor de neus van het vliegtuig snel omhoog ging. Deze test was

identiek aan het incident in Eindhoven en maakte het voor de bemanning noodzakelijk om in te grijpen.

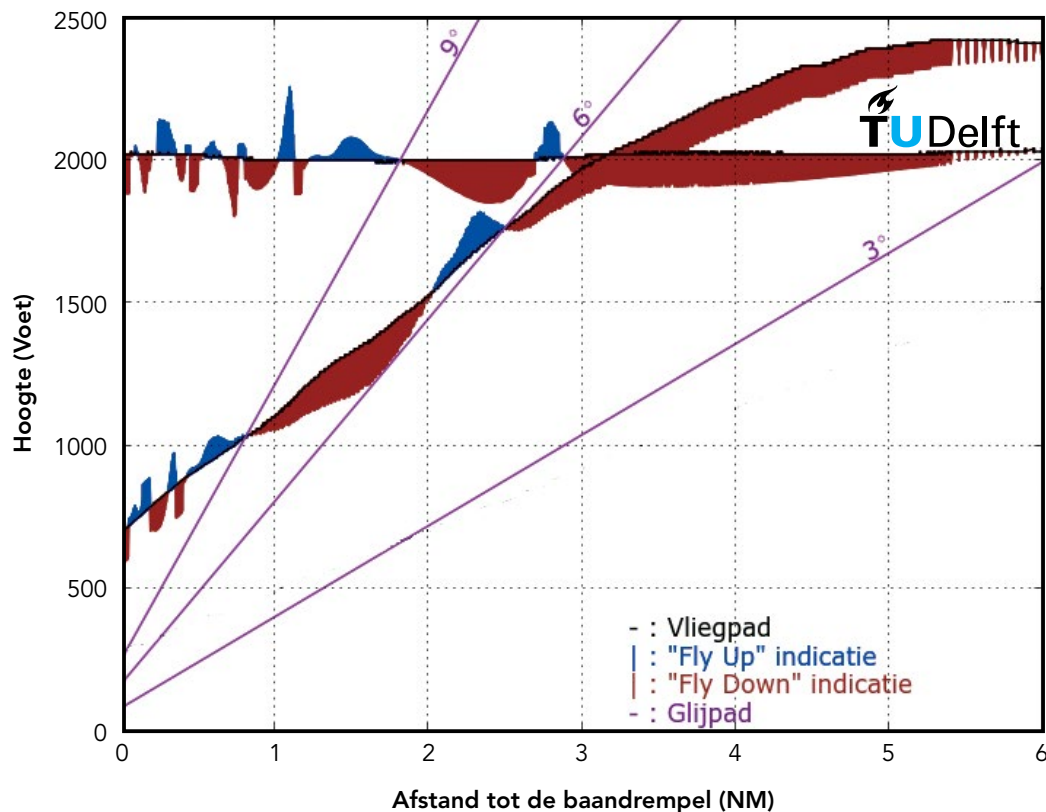


Figuur 16: Meetvlucht op 1000 voet en diagonale vlucht op Eindhoven Airport, landingsbaan 21.

Overzicht van meetvluchten op Eindhoven Airport, landingsbaan 03 (figuur 17)

Met een Swearing Sa-226TC Metro II werd door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) een tweede reeks testvluchten uitgevoerd om het glijpadveld te meten van landingsbaan 03 op Eindhoven Airport.

Er werd een meting verricht op 2000 voet in horizontale vlucht en er werd een daalvlucht uitgevoerd waarbij de automatische piloot niet was ingeschakeld. Tijdens de meting op landingsbaan 03 van Eindhoven Airport werd er tussen de glijpaden van 3 en 9 graden een 'Fly Down'-signaal waargenomen. Rond het 6-graden glijpad werd in een klein gebied een 'Fly Up'-signaal gemeten. Tussen de glijpaden van circa 6 en 9 graden werd een 'Fly Down'-signaal gemeten, gevolgd door een 'Fly Up'-signaal tussen 9 en 15 graden en een klein gebied met een 'Fly Down'-signaal rond de 12 graden. Zie figuur 17 voor de resultaten.



Figuur 17: Meetvlucht op 2000 voet en diagonale vlucht op Eindhoven Airport, landingsbaan 03.

Overzicht van de meetresultaten

Tijdens de metingen in Nederland van drie M-array-antennes werden twee verschillende glijpadvelden aangetroffen. Deze glijpadvelden verschillen rond het 6-graden glijpad ('M-array 1' in de onderstaande tabel). De glijpadvelden op Eindhoven Airport, landingsbaan 03 en 21 zijn verschillend ('M-array 2' in de onderstaande tabel).

ILS Glijpad antenne systeem type	Glijpadhoek (graden)				
	0 – 3	3 – 6	6	6 – 9	9 – 12
M-array veld 1	↑	↓	↑	↓	↑
M-array veld 2	↑	↓	↓	↓	↑

Legenda: ↑ = GS signaal "Fly Up" ↓ = GS signaal "Fly Down"

Tabel 2: Veralgemeiseerd overzicht van de richting van het glijpadsignaal voor de ILS M-array-antennes die twee verschillende glijpadvelden vertonen.

3.3.2 FAA-metingen ILS glijpad antennesystemen

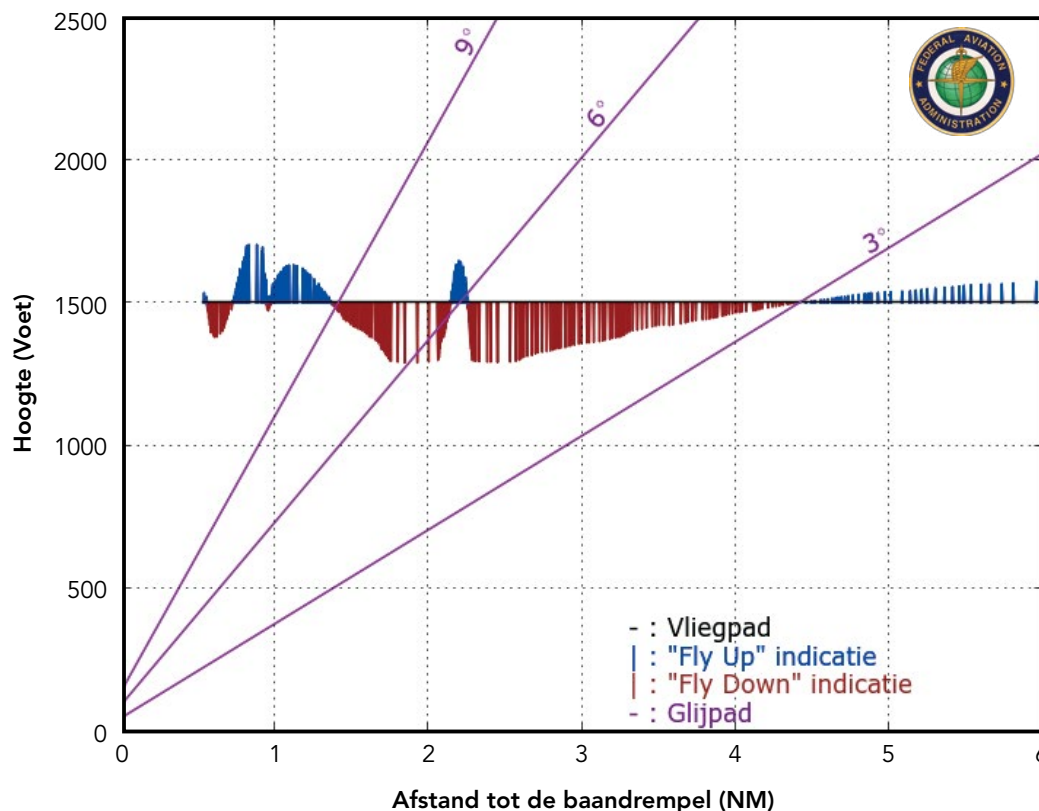
Aangezien de Sideband en Null Reference ILS in Nederland niet aanwezig zijn, zijn deze antennetypen op verzoek van de NTSB gemeten door de FAA in de Verenigde Staten van Amerika.

De FAA maakt voor haar inspectieprogramma gebruik van een vloot van circa 32 vliegtuigen, bestaande uit 5 verschillende typen.²⁶ Alle vliegtuigen zijn uitgerust met vluchtinspectieapparatuur waarmee de metingen in het kader van dit onderzoek verricht konden worden. Na het metingverzoek werd een aanvullende horizontale vlucht uitgevoerd op 1500 voet, waarbij metingen werden verricht tot aan de baandrempel. Normaal gesproken valt een dergelijke meting niet binnen het inspectieprogramma van de FAA.

De gewenste metingen werden verricht door een Beechcraft BE-300 tijdens een normale vluchtinspectie. De verzamelde gegevens van twee glijpadantenne-systemen – Null Reference en Sideband Reference – werden in een grafiek gezet en voor nadere analyse naar de Onderzoeksraad voor Veiligheid verzonden. Hieronder de resultaten van de analyses.

Null Reference glijpadantennesysteem (figuur 18)

Tijdens de meting van de Null Reference glijpadantennesystemen werd onder het 3-graden glijpad een 'Fly Up'-signaal waargenomen. Boven het 3-graden glijpad tot het 6-graden pad is een 'Fly Down' signaal aanwezig. Dit wordt gevolgd door omkering van het signaal rond 6 graden en een 'Fly Down'-signaal tot ongeveer het 9-graden glijpad. Boven het 9-graden glijpad wordt een 'Fly Up'-signaal waargenomen.

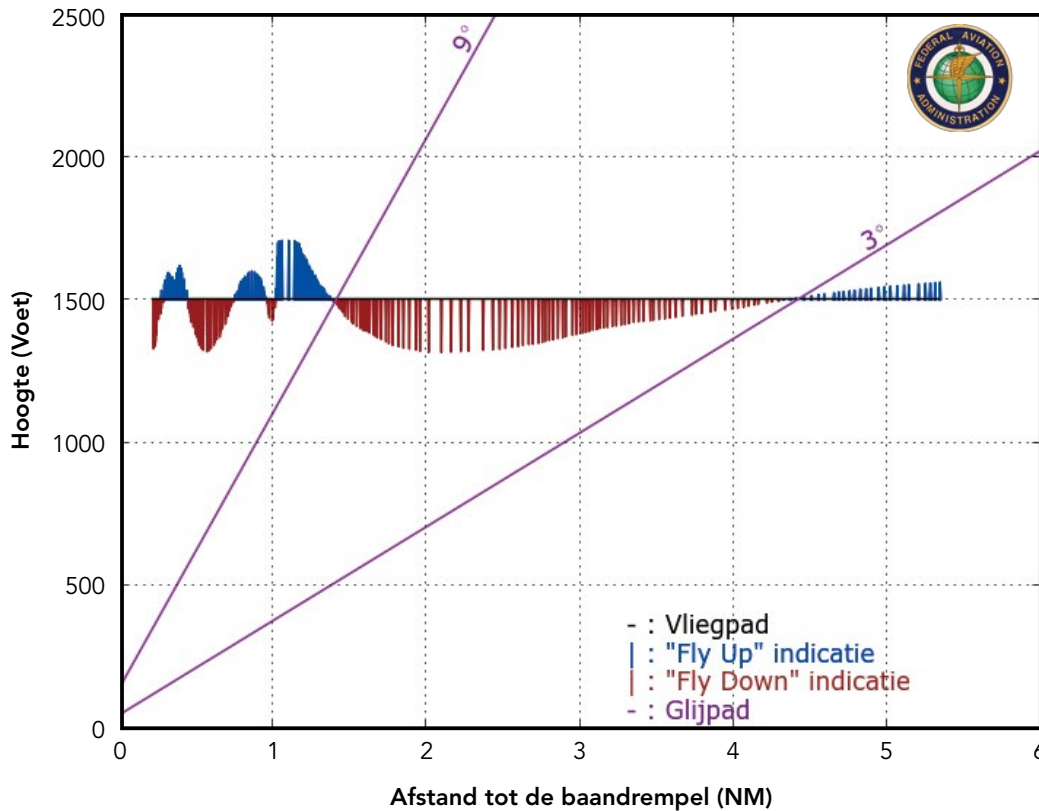


Figuur 18: Meting van het Null Reference glijpadantennesysteem op 1500 voet in horizontale vlucht [bron: FAA – aangepast door de Onderzoeksraad].

²⁶ Het betreft de volgende vliegtuigen: Challenger 601, Challenger 604, Challenger 605, Lear 60 en Beechcraft BE-300.

Sideband Glide Slope-antennesysteem (figuur 19)

Tijdens de meting van het Sideband glijpadantennesysteem werd onder het 3-graden glijpad een 'Fly Up'-signaal waargenomen. Boven het 3-graden glijpad tot 9 graden, is een 'Fly Down'-signaal aanwezig. Hierna volgt omkering van het signaal met een Fly Down'-signaal bij 12 graden en daarna weer 'Fly Up'-signaal.



Figuur 19: Meting van het Sideband glijpadantennesysteem op 1500 voet bij horizontale vlucht [bron: FAA – aangepast door de Onderzoeksraad].

Overzicht van de meetresultaten

In de metingen in de Verenigde Staten van de Null Reference- en de Sideband-antennes zijn twee verschillende glijpadvelden naar voren gekomen. Deze velden verschillen rond het 6-graden glijpad; de Null Reference geeft een signaalomkering rond 6 graden.

ILS Glijpad antenne systeem type	Glijpadhoek (graden)				
	0 – 3	3 – 6	6	6 – 9	9 – 12
Null Reference	↑	↓	↑	↓	↑
Sideband Reference	↑	↓	↓	↓	↑

Legenda: ↑ = GS signaal "Fly Up" ↓ = GS signaal "Fly Down"

Tabel 3: Veralgemeiseerd overzicht van de richting van het signaal voor de Null Reference en de Sideband ILS-glijpadsystemen, zoals gemeten door de FAA.

3.4 Vastgestelde glijpadkenmerken

3.4.1 Soorten valse glijpaden

In paragraaf 3.1.5 werden twee soorten ILS-afwijkingen beschreven: een foutief signaal en een vals glijpad. Een foutief signaal werd gedefinieerd als een afwijking (multipad-effect) van het signaal van de glijpadantenne. Hoewel deze ILS-afwijking zich kan voordoen werd dit probleem niet nader onderzocht, aangezien het voor dit onderzoek niet relevant is. Een tweede soort fout die is gedefinieerd is het valse glijpad. Dit is een kenmerk van het Image Type-antennesysteem zelf. De analyse in dit rapport is gericht op deze eigenschap.

Nader onderzoek van het valse glijpad laat zien dat er twee verschillende soorten bestaan. Het eerste type vals glijpad is de zogenaamde 'False Null'. Dit type vals glijpad lijkt op een normaal 3-graden glijpad tot aan de grond, maar is het niet. Bij een normaal 3-graden glijpad is de signaalsterkte tussen het 'Fly Up'-commando (150 Hz) en het 'Fly Down'-commando (90 Hz) gelijk ('Null'). Een 'False Null' lijkt op het signaal van een normaal 3-graden glijpad ('Null') maar is in werkelijkheid hetzij op de verkeerde locatie in de ruimte of heeft een steilere hoek. Als het vliegtuig een 'False Null'-signaal volgt, leidt dat tot een hogere daalsnelheid dan normaal.

Het tweede type vals glijpad is de zogenaamde signaalomkering. Deze signaalomkering is 'instabiel'; het signaal verandert van 'Fly Down' in 'Fly Up'. Als de automatische piloot is ingeschakeld, resulteert het 'Fly Up'-signaal dan ook in een commando om de neus van het vliegtuig omhoog te brengen.²⁷

Type valse glijpad	Effect valse glijpad met ingeschakelde automatische piloot
'False Null'	Het vliegtuig volgt een glijpad met een hogere daalsnelheid dan normaal.
Signaalomkering	De neus van het vliegtuig kan omhoog komen, afhankelijk van het vliegtuig type en de glijpadlogica.

Tabel 4: Overzicht van de kenmerken van valse glijpaden.

Op basis van de beschikbare informatie en algemene kennis werd eerder geen onderscheid gemaakt tussen de twee soorten valse glijpaden. In de rest van dit rapport wordt aan de hand van het onderscheid tussen de 'False Null' en signaalomkering een beeld gegeven van de verschillende verschijnselen die zich voordoen bij een vals glijpad.

3.4.2 Vastgestelde kenmerken van glijpadvelden

In het kader van dit onderzoek zijn glijpadsignaalmetingen verricht voor alle drie soorten Image Type-antennesystemen (Sideband Reference, Null Reference en M-array). Deze metingen waren gericht op het gebied boven het 3-graden glijpad: de resultaten zijn

²⁷ Het effect van het onderscheppen van het glijpad hangt af van het type vliegtuig en de glijpadlogica dat in de vliegtuigapparatuur wordt gebruikt. Sommige automatische systemen zoals bijvoorbeeld die van de Boeing 747-400, 777, en 787, gebruiken logica waarbij een signaalomkering boven het 3-graden glijpad geen effect heeft.

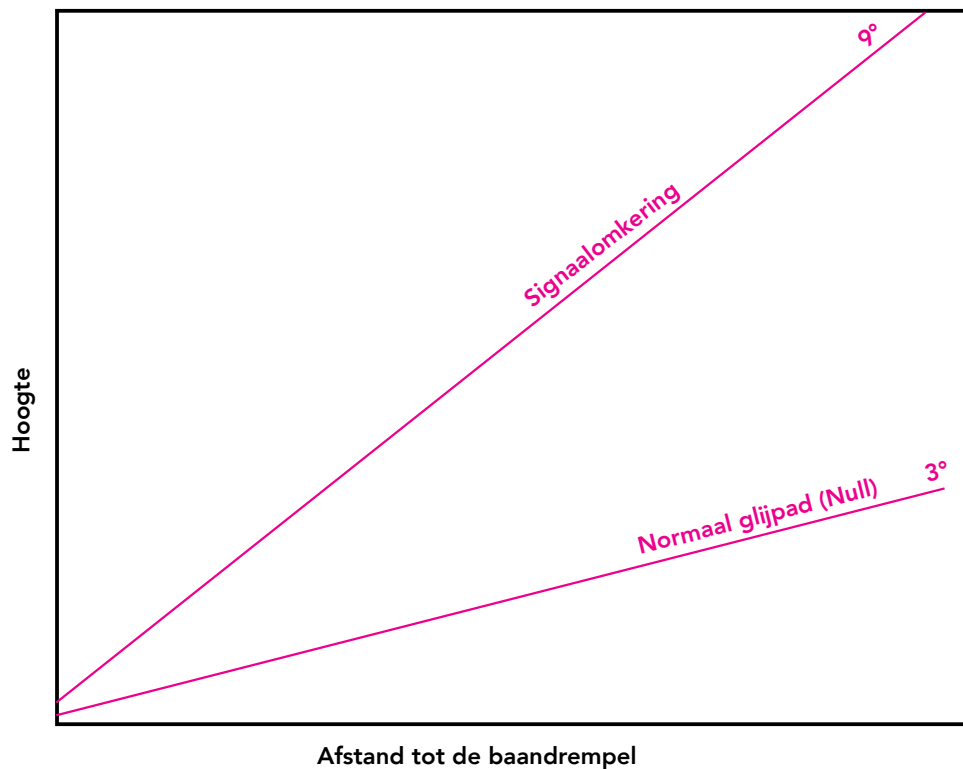
beschreven in paragraaf 3.3. Op basis van de vlucht-testmetingen kunnen kenmerken van twee verschillende type glijpadvelden worden onderscheiden.

Het eerste type gemeten glijpadveld is schematisch weergegeven in figuur 20. Onder het 3-graden glijpad is er een 150 Hz-sigitaal dominantie ('Fly Up') aanwezig. Dit wordt vervolgd met een 90 Hz-sigitaal dominant ('Fly Down') tussen de glijpad hoek van 3 en 9 graden. Tussen de 9 en 12 graden is het 150 Hz-sigitaal ('Fly Up') dominant.

Het kenmerk van dit eerste type glijpadveld is dat er een normaal glijpad ('Null'); aanwezig is op het 3-graden glijpad, dit is conform de verwachting. Bij het 9-graden glijpad doet zich een signaalomkering voor. Bij de hoek van 12 graden is er een 'False Null', dit is het glijpad waarbij het vliegtuig een hogere dan normale daalsnelheid heeft. Zie figuur 21.



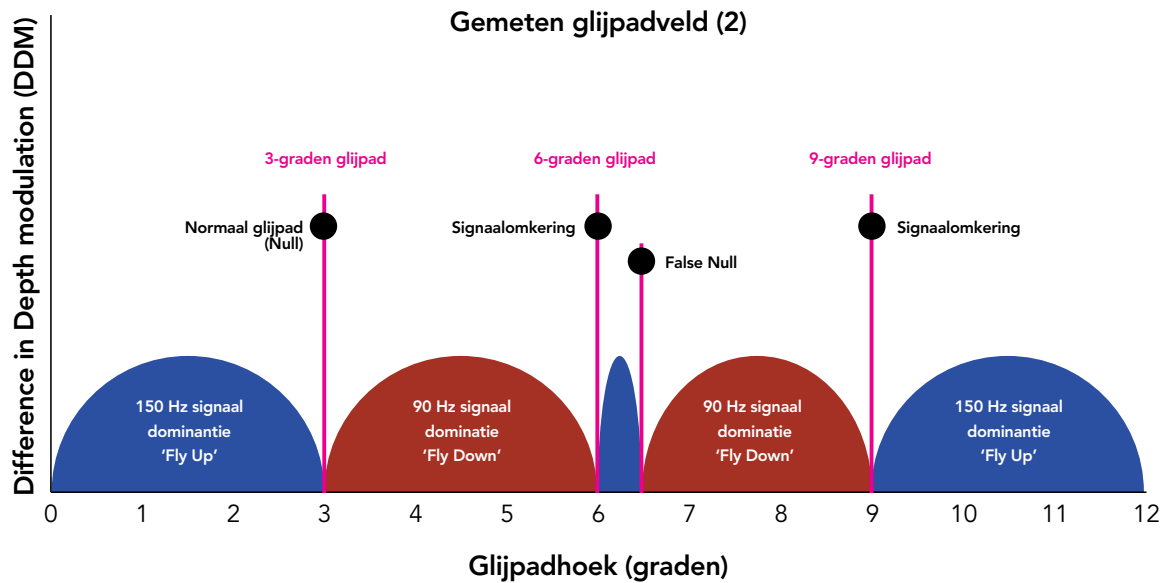
Figuur 20: Grafiek DDM – glijpadhoek, eerste glijpadveld; signaalomkering bij 9-graden glijpad (Sideband en M-array).



Figuur 21: Dwarsdoorsnede gemeten glijpadveld (1); signaalomkering bij het 9-graden glijpad (Sideband en M-array).

Het tweede type gemeten glijpadveld is schematisch weergegeven in figuur 22. Onder het 3-graden glijpad is er een 150 Hz-sigitaal dominantie ('Fly Up') aanwezig. Hierna wordt tussen de hoek van 3 en 6 graden een 90 Hz-sigitaal ('Fly Down') dominant. Rond 6 graden is een klein gebied met 150 Hz-sigitaal ('Fly Up') dominantie. Hierna volgt tot de 9 graden een 90 Hz-sigitaal ('Fly Down') dominantie. Waarna tussen 9 en 12 graden het 150 Hz-sigitaal ('Fly Up') weer dominant is.

Het kenmerk van dit tweede glijpadveld (figuur 23) is dat bij het 3-graden glijpad sprake is van een normaal glijpad ('Null'), conform verwachting. Omstreeks de hoek van 6 graden doet zich een signaalomkering voor, waarna sprake is van een 'False Null'. Signaalomkering vindt nogmaals plaats bij de hoek van 9 graden. Zie figuur 23.



Figuur 22: Grafiek DDM – glijpadhoek, tweede gemeten glijpadveld; eerste signaalomkering bij 6-graden glijpad (Null Reference en M-array).



Figuur 23: Dwarsdoorsnede gemeten glijpadveld (2); eerste signaalomkering (1) bij het 6-graden glijpad (Null Reference en M-array).

Tabel 5 geeft hieronder een overzicht van de karakteristieken van de verschillende ILS glijpadantennesystemen die zijn gemeten.

ILS Glide Slope antenna system type	Glide path angle (degrees)						
	0 – 3	3	3 – 6	6	6 – 9	9	9 – 12
Null	↑	○	↓	Reversal 2 x (○)	↓	Reversal	↑
Sideband	↑	○	↓	No Change	↓	Reversal	↑
M-array field 1	↑	○	↓	Reversal 2 x (○)	↓	Reversal	↑
M-array field 2	↑	○	↓	No Change	↓	Reversal	↑

Legend: ↑ = GS signal "Fly Up" ↓ = GS signal "Fly Down"

Tabel 5: Overzicht signaalrichting voor de drie Image Type-antennesystemen voor glijpaden.

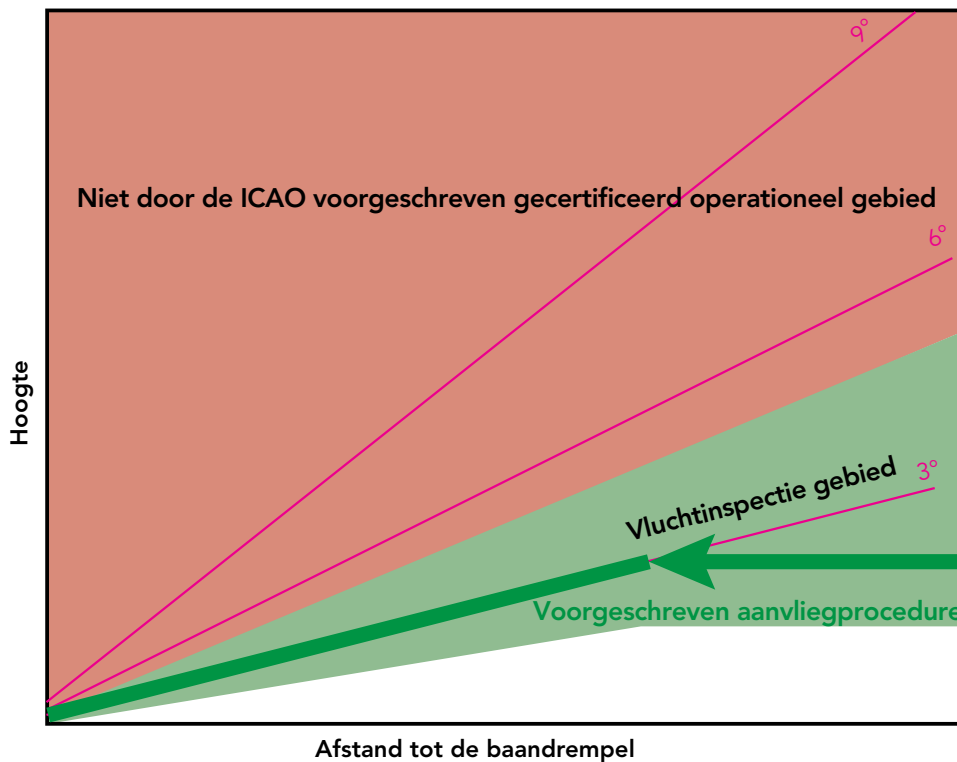
Zoals beschreven in paragraaf 3.2 is er een breed bewustzijn van het bestaan van valse glijpaden. Volgens de algemene opvatting doen deze verschijnselen zich onveranderlijk voor in vaste intervallen boven het normale signaal van 3 graden. De heersende kennis onder de bemanning van vliegtuigen sluit echter niet aan bij de resultaten van de metingen zoals hierboven beschreven. Zo is de bemanning niet goed op de hoogte van het feit dat zich rond de valse glijpaden soms bij 6 graden en altijd bij 9 graden een signaalomkering voordoet.

Zoals vermeld in paragraaf 3.2 is de algemene opvatting dat er in de cockpit een waarschuwing wordt gegeven voordat het vliegtuig een vals glijpad kruist. Uit de metingen is evenwel gebleken dat de signaalsterkte boven het 3-graden glijpad ruim boven de signaaldrempel lag en dat er dus geen waarschuwing werd gegeven. Dat betekent dat er in de cockpit niet wordt gewaarschuwd voordat het vliegtuig een vals glijpad kruist.

De metingen op Eindhoven Airport, waar voor beide landingsbanen (03 en 21) identieke M-array-antennes worden gebruikt, laten zien dat elke landingsbaan eigen glijpad-signaalkenmerken heeft. Dit verschil kan volgens de fabrikant worden verklaard door plaatselijke afwijkingen in het grondvlak en/of de systeemconfiguratie. Wellicht zijn er weer andere glijpadveldkenmerken voor M-array- of andere Image Type antennesystemen, maar dit valt buiten de scope van het onderzoek van de Onderzoeksraad.

De meting van het glijpadveld zoals dat in het kader van dit onderzoek is gedaan, maakt geen deel uit van een normale vluchtinspectie. Zoals gesteld in paragraaf 3.1.6 worden vluchtinspecties uitgevoerd om de kwaliteit van het navigatiesignaal te waarborgen. De vluchtinspectie voor de ILS richten zich op het 3-graden glijpad. Vanaf een hoek van 5,25 graden en hoger wordt het glijpadveldkenmerk niet gecontroleerd. Volgens de

ICAO-regelgeving hoeft dat ook niet. Dit betekent dat een vliegtuig dat boven het glijpad van 5,25 graden vliegt, zich buiten het betrouwbaarheidsgebied bevindt dat door middel van vluchtinspecties is gecertificeerd en regelmatig wordt gecontroleerd. Zie figuur 24.



Figuur 24: Dwarsdoorsnede van ILS-glijpadsignaal dat voor operationeel gebruik wordt gecontroleerd en gecertificeerd (groen).

Conclusies

Op basis van de beschikbare informatie en algemene kennis werd geen onderscheid gemaakt tussen twee typen vals glijpad: 'False Null' en signaalomkering. Als gevolg daarvan werd het verschijnsel van valse glijpaden niet volledig begrepen.

De metingen van de drie op Image Type gebaseerde ILS-glijpadantennesystemen laten zien dat er twee verschillende glijpadsignaalkenmerken zijn. Signaalomkering treedt op in de buurt van de hoek van 6 graden (soms) of 9 graden (altijd).

Uit metingen is gebleken dat bij Image Type gebaseerde glijpadantennesystemen niet altijd een waarschuwing wordt gegeven in de cockpit voordat het vliegtuig een vals glijpad kruist – in tegenstelling tot wat in de beschikbare informatie wordt beweerd en wat algemeen wordt verondersteld.

Het gebied boven het ILS-glijpad van 5,25 graden valt buiten het ILS-vluchtinspectieprogramma en de desbetreffende glijpadsignaalkenmerken zijn dan ook niet vastgesteld.

De informatie die de vliegtuigbemanning tot haar beschikking heeft, geeft geen volledig beeld van de verschillende glijpadveldkenmerken en de mogelijke gevolgen voor automatische vluchtbesturingssystemen.

3.5 Het onderscheppen van het glijpad van bovenaf

3.5.1 Procedure voor de Boeing 737NG

Het trainingshandboek voor bemanningsleden (FCTM) van de Boeing 737 Next Generation bevat richtlijnen voor het van bovenaf onderscheppen van het glijpad (de procedure 'Intercepting glide slope from above'). Het handboek begint met een toelichting dat normaal gesproken het vliegtuig het ILS-glijpad van onderen onderscheept in horizontale vlucht. Het komt echter voor dat de vliegtuigbemanning toestemming krijgt voor een ILS-nadering terwijl het vliegtuig zich boven het glijpad bevindt. In dat geval moet worden geprobeerd het glijpad vóór het eindnaderingspunt (Final Approach Fix – FAF) te onderscheppen. Daarvoor kan de 'map display' op de Navigation Display in de cockpit worden gebruikt om de afstand tot de FAF in de gaten te houden. Boeing adviseert ook de automatische piloot te gebruiken.

Wat betreft ILS-procedures kan volgens het FCTM bij sommige vliegtuigen het glijpad vóór de localiser worden onderscheept. Deze mogelijkheid is echter niet in alle vliegtuigen aanwezig. Gesteld wordt dat het glijpad zowel van bovenaf als van onderaf kan worden onderscheept.

Onderschepping van het glijpad van bovenaf – Boeing 737NG FCTM, June 2013 (uitreksel van pagina 5.17 en 5.18)

[vertaald]

'Voor ILS kan de volgende techniek worden toegepast (...); dit wordt echter niet aanbevolen voor naderingen met gebruikmaking van VNAV.

De volgende techniek helpt de bemanning het glijpad veilig te onderscheppen en criteria vast te stellen voor een gestabiliseerde nadering 1000 voet boven terreinniveau (AFE):

- *selecteer APP op het MCP en controleer of het glijpad is ingesteld*
- *stel de configuratie voor het laatste deel van de landing in en stel de MCP-hoogte in op minimaal 1000 voet AFE*

- *selecteer de V/S-modus en stel -1000 tot -1500 vpm in om het glijpad te kunnen onderscheppen en het vliegtuig te stabiliseren voor de eindnadering op 1000 voet AFE. Het gebruik van het VSD (indien geïnstalleerd) of de groene boog van het hoogtebereik kan helpen bij het vaststellen van de juiste daalsnelheid.*

Houd de daalsnelheid en de luchtsnelheid in het oog om te voorkomen dat de voorgeschreven flapsnelheden worden overschreden en de Flap Load Relief wordt geactiveerd. Let zodra het glijpad wordt onderschept op meldingen over de juiste vliegmodus en houd afwijkingen van het glijpad in de gaten. Hervat de reguliere procedures na onderschepping van het glijpad. Volg de aanbevelingen voor het gebruik van de remklappen uit hoofdstuk 4 van deze handleiding.

NB: Initieer een go-around als het glijpad niet wordt onderschept of als de nadering bij 1000 voet AFE nog niet is gestabiliseerd. Vanwege de criteria voor glijpadonderschepping moet het glijpad zijn onderschept en moeten de criteria voor gestabiliseerde nadering zijn vastgesteld op 1000 voet AFE, zelfs in zichtweersomstandigheden.'

Boeing Proprietary Copyright © Boeing

Reprinted with permission of The Boeing Company.

This information may be subject to Export Administration Restrictions under EAR99

Het doel van de aanbevolen techniek is op een hoogte van 1000 voet AFE te voldoen aan de criteria voor een gestabiliseerde nadering. Door verticale geleiding kan het glijpad van bovenaf worden onderschept. De bemanning moet proberen het glijpad vóór de FAF te onderscheppen. Lukt dat niet, dan mag het toestel verder dalen tot 1000 voet AFE. De in de Boeing FCTM (pagina 5.16) genoemde techniek beschrijft een manier om de afstand van het vliegtuig ten opzichte van de landingsbaan te controleren. Het is bij deze techniek mogelijk de daling tot 1000 voet AFE voort te zetten zolang het glijpad vanwege de positie en energietoestand van het toestel niet onderschept kan worden. In dat geval wordt tot op veel kortere afstand voor de landingsbaan op lage hoogte gevlogen dan normaal bij onderschepping van het glijpad op 1000 voet. Als het vliegprofiel niet actief in de gaten wordt gehouden dan is het mogelijk dat de bemanning additionele technieken moet toepassen die niet in de FCTM zijn beschreven om het gewenste dalprofiel te verkrijgen.

3.5.2 Flight Crew Training Manual (FCTM) Airbus A330/A340

De FCTM van de Airbus A330/A340 bevat algemene aanbevelingen voor het onderscheppen van het glijpad van bovenaf. De FCOM biedt specifiekere procedures voor luchtvaartmaatschappijen, gericht op het voorkomen van een onopgemerkte daling naar een te lage hoogte, hetgeen mogelijk is bij de in de FCTM beschreven procedure. In de FCTM wordt de optie voorgesteld van een bocht van 360 graden wanneer het glijpad eenmaal is opgepikt, echter zonder aan te geven waartoe dit zou kunnen dienen. In geen

van beide procedures wordt de afstand tot de baandrempel ten opzichte van de hoogte van het vliegtuig vermeld.

Underschepping van het glijpad van bovenaf – Airbus A330/A340 FCTM

[vertaald]

De volgende procedure mag uitsluitend worden toegepast met de localiser 'established'. Er zijn verscheidene factoren die kunnen leiden tot het onderscheppen van het glijpad van bovenaf. In een dergelijke situatie moet de bemanning onmiddellijk reageren om ervoor te zorgen dat het vliegtuig voor de landing wordt geconfigureerd vóór 1000 voet AFE.

Om de beste daalsnelheid te verkrijgen wanneer toestemming van de ATC is verkregen en de snelheid lager is dan de begrenzingsnelheden, moet de bemanning het landingsgestel uitklappen en CONF 2 selecteren. Er mogen ook speed brakes worden gebruikt, met inachtneming van de overwegingen in de paragraaf 'Deceleratie en configuratiewijziging' eerder in dit hoofdstuk. De aanbevolen doel-snelheid voor deze procedure bedraagt VFE 2–5 knopen. Na verkregen toestemming voor onderschepping van het glijpad moet de bemanning:

- *Op de APPR pb op FCU drukken en bevestigen dat het glijpad 'armed' is.*
- *De FCU-hoogte boven de hoogte van het vliegtuig selecteren om ongewenste ALT* te voorkomen.*
- *In eerste instantie een verticale snelheid van 1500 vt/min selecteren. Een verticale snelheid groter dan 2000 vt/min resulteert in stijging van de snelheid richting VFE.*

Het is van cruciaal belang om V/S te gebruiken en niet OP DES, om te zorgen dat de A/THR in de snelheidsmodus is en niet in de stationaire (IDLE) modus. De daal-snelheid wordt nauwlettend bewaakt om overschrijding van VFE te voorkomen. Bij nadering van het glijpad wordt G/S ingeschakeld. De bemanning bewaakt de ondervanging van het glijpad aan de hand van onbewerkte gegevens (neusstand en afwijking van glijpad). De go-around-hoogte wordt ingesteld op de FCU en de snelheid wordt verlaagd zodat tegen 1000 vt de configuratie voor landing is verkregen. In een dergelijke situatie kan het, rekening houdend met de obstakels op de grond en na toestemming van ATC, toelaatbaar zijn om een bocht van 360° uit te voeren alvorens de nadering te hervatten.*

3.5.3 Procedure A330/A340 Flight Crew Operating Manual (FCOM)

Airbus heeft in de FCOM een procedure opgenomen voor onderschepping van een ILS-glijpad van bovenaf met de automatische piloot ingeschakeld, in een Airbus A330/A340 (zie kader hieronder). Het hoofdstuk over ILS-onderschepping en de capture van LOC en de glijpadbundel begint met een algemene opmerking.²⁸

Procedure voor het onderscheppen van een glijpad van bovenaf – A330/A340

[vertaald]

– GLIJPAD-CAPTUREBEWAKEN

Indien boven het glijpad:

– V/S-MODUS SELECTEREN

– FCU-HOOGTEINSTELLEN

FCU-hoogte instellen op minimale stabilisatiehoogte

– GO-AROUND-HOOGTE.....INSTELLEN

GA-hoogte instellen op FCU.

NB.: Als het vliegtuig de ILS onderschept boven het geldigheidsbereik van de radiohoogtemeter (geen radiohoogteaanduiding beschikbaar op het PFD), wordt CAT 1 weergegeven op de FMA. Controleer of de FMA de juiste capaciteit voor de beoogde nadering weergeeft wanneer het vliegtuig zich onder 5000 voet bevindt.

Het doel van de procedure van zowel Boeing als Airbus is op een hoogte van 1000 voet AFE, of op een andere gespecificeerde minimale stabilisatiehoogte, te voldoen aan de criteria voor een gestabiliseerde nadering. Door verticale geleiding kan het glijpad van bovenaf worden onderschept. Volgens Boeing moet de bemanning proberen het glijpad vóór de FAF te onderscheppen; lukt dat niet, dan mag het toestel verder dalen tot 1000 voet AFE. Airbus geeft een dergelijke instructie niet. De Airbus FCTM bevat echter wel een dubbelzinnige opmerking over een bocht van 360 graden, een algemeen aanvaarde methode voor hoogteverlies bij nadering van middellange afstand, maar nauwelijks doenlijk bij de eindnadering.

De beschreven procedures bieden onvoldoende houvast om de afstand van het vliegtuig ten opzichte van de landingsbaan te controleren. Het is bij beide procedures mogelijk de daling tot 1000 voet AFE voort te zetten terwijl de positie ten opzichte van de glijpad-antenne een geslaagde onderschepping van het 3-graden glijpad onmogelijk maakt. Het moet worden opgemerkt dat een onderschepping van het glijpad van onderaf zorgt

²⁸ NB.: De ICAO definieert het kader waarbinnen de kwaliteit van het glijpadsignaal een normale capture waarborgt. Dit kader valt binnen 10 mijl, +/- 8 graden van de hartlijn van het ILS-glijpad en tot 1,75 * omhoog en tot 0,3 * omlaag (*= nominale hoek van glijpad). Bij 'arming' van de nadering ruim buiten het normale glijpad-capture-kader kan een onterechte G/S*-activering optreden ten gevolge van een onjuist glijpadafwijkingssignaal. Deze onterechte onderschepping van het glijpad leidt tot de opdracht 'neus omhoog' als het vliegtuig zich onder het glijpad bevindt en de opdracht 'neus omlaag' als het vliegtuig zich boven het glijpad bevindt. Wanneer de piloot de neusbeweging, de onterechte G/S* of de koersafwijking opmerkt, zal hij de automatische piloot, indien geactiveerd, onmiddellijk uitschakelen om weer een normale hoogte te kiezen en zal hij de APPR-modus deactiveren. Vervolgens wordt aanbevolen een arming/re-arming van de APP-modus (ILS) uit te voeren binnen de normale capture-zone.

voor onderschepping van het juiste glijpad van 3 graden. In de meeste gevallen werd het vliegtuig naar de stabilisatiehoogte van 1000 voet gebracht op een punt veel dichterbij de landingsbaan dan normaal het geval zou zijn geweest bij onderschepping van het 3-graden glijpad op 1000 voet. Hierbij werd een vals glijpad van 9 graden onderschept, met een 'Fly up'-signaal. Om die reden is het gevaar van onderschepping van een vals glijpad of upset door een vals glijpad veel groter bij glijpadonderschepping van bovenaf dan bij glijpadonderschepping van onderaf.

Zoals eerder is opgemerkt, ILS systemen zijn niet gemaakt of gecertificeerd voor gebruik in het gebied boven de 5.25 graden.

Ten slotte merkt de Onderzoeksraad voor Veiligheid op dat in het definitieve rapport over het BEA-onderzoek naar de 'pitch-up upset' op Charles de Gaulle bij Parijs in 2012 wordt verwezen naar de FCTM-procedure van Air France voor onderschepping van het glijpad van bovenaf om in de V/S-modus maximaal 2500 vpm te selecteren zonder beperking van de minimumhoogte. Hoewel de FCTM niet voor operationele doeleinden bestemd is, merkt de Onderzoeksraad op dat in deze procedure geen hoogtebeperking wordt aangegeven. Deze gecontroleerde daling, zonder hoogtebeperking, kan uiteindelijk leiden tot een Ground Proximity Warning System (GPWS)-terreinwaarschuwing en vormt een ongewenst effect dat vervolgens een risico met zich meebrengt.

Conclusie

De procedures in de FCTM (Boeing 737NG) en in de FCOM (Airbus A330/A340) of FCTM (Airbus A330/A340) voor onderschepping van het glijpad van bovenaf voorzien niet in een waarschuwing voor het risico dat de onderschepping leidt tot een 'pitch-up upset' wanneer gebruik wordt gemaakt van de automatische systemen.

3.6 Interactie ILS met automatische boordsystemen

Een veelgehoorde reactie op de gepubliceerde veiligheidswaarschuwing van de Onderzoeksraad was dat het aanvliegen van de ILS van bovenaf maar zelden voorkomt en dat 'piloten bekend zijn met valse glijpaden en erop getraind zijn om met dit soort situaties om te gaan'. Die feedback werd echter niet gestaafd door de feitelijke gegevens en de beschikbare informatie. De vliegtuigen vlogen boven het ILS 3-graden glijpad en kruisten soms de signaalomkering bij 6 of bij 9 graden. Er is dus een duidelijk perceptieprobleem dat door middel van training en voorlichting verholpen zou moeten worden.

De uitkomst van dit onderzoek dat is gericht op het gebied boven het (nominale) ILS 3-graden glijpad, is dat nu de valse glijpaden ('False Null' en signaalomkering) in dit gebied zijn vastgesteld en verklaard, en maatregelen getroffen kunnen worden om de bijbehorende risico's terug te dringen. Dit dient in ieder geval een beoordeling te omvatten van de nieuwe vliegprocedures die momenteel worden ontwikkeld, zoals de nadering tijdens continue daling van grote hoogte (Continues Descent Approach) in het licht van signaalomkering.

Verscheidene partijen hebben inmiddels maatregelen genomen of voeren aanpassingen door om de risico's terug te dringen. Zie hiervoor nadere informatie in paragraaf 3.8.

Bovenstaande maatregelen hebben – met uitzondering van de aangekondigde Boeing 737NG FCC software update – betrekking op voorlichting en procedures. Ten aanzien van regelgeving is het volgende te zeggen. Uit paragraaf 3.4 volgt dat de ILS-signalen in het gebied boven het virtuele 5,25 graden glijpad niet worden geïnspecteerd en buiten het 'operationele volume' valt dat is voorgeschreven door ICAO. Daarnaast wordt in het door de betrokken luchtvaartautoriteiten goedgekeurde vlieghandboek, of in de trainingshandboeken niet gewaarschuwd voor de risico's als in het gebied boven het virtuele glijpad van 5,25 graden wordt gevlogen. Indien vliegtuigen altijd het nominale 3-graden glijpad van onderaf zouden aanvliegen, zou hiermee kunnen worden volstaan. Echter in de praktijk blijkt dat het 3-graden glijpad ook van bovenaf wordt aangevlogen en dat zal in de toekomst met de eerder vermelde Continuous Descent Approach toenemen. Vliegtuigfabrikanten en/of -maatschappijen hebben hiervoor aanvullende operationele procedures ontwikkeld, zoals beschreven in paragraaf 3.5.

In paragraaf 8.9.3.6 (ICAO Document 4444 Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management, PANS-ATM) staat: [vertaald] '(...) De laatste opgedragen koers moet het vliegtuig in staat stellen om horizontaal te vliegen op het eindnaderingspad voordat het omschreven of nominale glijpad wordt onderschept wanneer een (...), ILS (...) wordt gevlogen (...).' Volgens ICAO moet bovenstaande PANS-ATM procedure voor het van onderaf aanvliegen van het (gepubliceerde) 3-graden glijpad worden geïnterpreteerd als een aanbevolen werkwijze waarvoor lidstaten zelf verantwoordelijk zijn of deze wordt geïmplementeerd en toegepast.

Naast regelgeving valt ook iets te zeggen over het ontwerp en de logica van de vliegtuigsystemen. Ervan uitgaande dat de ILS soms van bovenaf zal worden aangevlogen met gebruik van de automatische systemen (bewust danwel niet bewust) dan moet de cockpitbemanning worden gewaarschuwd voor een onverwachte pitch-up reactie van het vliegtuig bij het kruisen van het 6- of 9-graden valse glijpad. Gelet op de abruptheid van de pitch-up is er weinig tijd voor de bemanning om in te grijpen.

Gegeven dat de cockpitbemanning als laatste vangnet altijd moet kunnen ingrijpen, dienen geautomatiseerde systemen ondersteunend te zijn aan de taken die de cockpitbemanning uitvoert benodigd voor een veilige vlucht. De Raad is daarbij van mening dat geautomatiseerde systemen het vliegtuig niet in gevaar mogen brengen, althans niet zonder dat daar een duidelijk herkenbare waarschuwing voor de bemanning aan vooraf is gegaan; waarop voldoende tijd beschikbaar is om in te grijpen. Dit principe geldt voor het falen van niet-primaire systemen in het vliegtuig en zou ook van toepassing moeten zijn op geautomatiseerde systemen als deze het vliegtuig in gevaar kunnen brengen als gevolg van een onverwachte pitch-up reactie van het vliegtuig veroorzaakt door deze systemen.

Hoewel Boeing heeft aangekondigd maatregelen uit te voeren ter voorkoming van soortgelijke voorvallen met de B737NG vloot in de toekomst, is niet bekend welke maatregelen worden genomen voor de oudere typen B737, en welke maatregelen

andere vliegtuigfabrikanten nemen. De Raad is daarom van mening dat door alle betrokken partijen adequate maatregelen moeten worden genomen. Enerzijds kan dat dwingend worden opgelegd als ICAO-lidstaten de aanbevolen werkwijze voor het onderscheppen van het gepubliceerde ILS-glijpad van onderaf tot een verplichte standaard (Standard) verheffen. Indien daarvoor niet wordt gekozen, dient naast voorlichting en training additionele procedures te worden ontwikkeld voor het veilig van bovenaf onderscheppen van het gepubliceerde ILS-glijpad met inachtneming dat het gebied boven het virtuele glijpad van 5,25 graden niet voor ILS-gebruik is gecertificeerd.

Anderzijds dienen fabrikanten van landingssystemen ervoor te zorgen dat er geen signaalomkering voorkomt boven het gebied van het virtuele 5,25 graden glijpad. Een dergelijke maatregel zal – indien mogelijk – naar verwachting een lange termijn maatregel zijn. Om ervoor te zorgen dat ook op de korte termijn maatregelen worden genomen, zoals voor de B737NG, dienen fabrikanten van vliegtuigen ervoor te zorgen dat de automatische systemen in alle typen vliegtuigen niet reageren op ILS-sigtaalomkering en dat bemanningen tijdig worden gewaarschuwd voor een potentiële pitch-up als gevolg van signaalomkering en voldoende tijd hebben om de controle van het vliegtuig over te nemen.

Conclusie

Geautomatiseerde boordsystemen dienen ter ondersteuning van de cockpitbemanning en mogen bij gebruik het vliegtuig niet in gevaar brengen zonder dat daaraan vooraf een duidelijk herkenbare waarschuwing is gegeven waarna voldoende tijd beschikbaar is om in te grijpen.

3.7 Vluchtpadbeheer en automatisering

Het incident in Eindhoven dat aanleiding was voor de Onderzoeksraad om dit onderzoek in te stellen en de vier andere, soortgelijke incidenten die tijdens het onderzoek aan het licht zijn gekomen, hebben de vraag opgeworpen waarom de vliegtuigbemanningen in de situatie van het incident terecht zijn gekomen.

Terwijl alle vijf de incidenten (inclusief dat in Eindhoven) zich voordeden op verschillende luchthavens met drie verschillende vliegtuigtypen en drie verschillende luchtvaartmaatschappijen, zijn er een meerdere opvallende overeenkomsten.

Overeenkomsten tussen de vijf incidenten

- Vier van de vijf incidenten deden zich voor onder instrument-weersomstandigheden: de landingsbaan was niet zichtbaar.
- De vliegtuigen kregen van de luchtverkeersleiding radarkoersinstructies voor de nadering.
- De bemanning was zich niet bewust van het effect van het 9-graden glijpadsignaal op hun geautomatiseerde systemen.
- Toen het valse glijpad werd onderschept, bevond het vliegtuig zich zo dichtbij de landingsbaan dat een normale landing al niet meer mogelijk was.
- Het valse glijpad werd onderschept op een hoogte boven 1000 voet. Dit is de hoogte waarop een vliegtuig normaal gesproken gestabiliseerd moet zijn voor de nadering.
- Bij vier van de vijf incidenten gaf de vliegtuigbemanning aan dat een go-around zou zijn uitgevoerd als het toestel op 1000 voet nog niet gestabiliseerd was.
- De betreffende incidenten deden zich voor met vliegtuigen van de 3e en 4e generatie, die zijn voorzien van geavanceerde en betrouwbare automatisering.
- Alle vliegtuigbemanningen hadden ontoereikend inzicht in hun dalprofiel ten opzichte van de positie van de landingsbaan.
- Bij vier van de vijf incidenten was de vliegtuigbemanning zich onvoldoende bewust van de prestaties van het vliegtuig tijdens de nadering.
- In de Airbus en Boeing voorvallen werd de handleiding van het boven aanvliegen van de ILS niet opgevolgd.

Uit alle vijf de incidenten blijkt dat de luchtvaartsector onbekend was met de omkering van het ILS-sigitaal en de effecten daarvan bij geautomatiseerde vliegtuigen, met name het moment van het optrekken van de neus, zonder dat de piloten daarvoor worden gewaarschuwd. Voor de meeste instrumentlandings-systemen die momenteel wereldwijd worden gebruikt, kon het oude concept van 'een vals glijpad' dat kan worden herkend aan de abnormaal hoge daalsnelheid van het vliegtuig niet worden geverifieerd. Dat betekent dus ook dat piloten niet worden getraind om deze nieuwe situaties te herkennen en ermee om te gaan.

Kwetsbaarheid voor een vals glijpad treedt alleen op als het vliegtuig in een gebied vliegt waar vanwege de resterende afstand tot de landingsbaan buitensporige daalsnelheden vereist zijn om te voldoen aan de criteria voor gestabiliseerde nadering op 1000 voet. Als de vliegtuigbemanning visueel contact met de landingsbaan zou hebben gehad, dan zou het al lang voordat het valse ILS-glijpad van 6 of 9 graden werd bereikt duidelijk zijn geweest dat de dalingsprestaties van het vliegtuig ontoereikend waren. Het inzicht in de verhouding tussen afstand en hoogte gekoppeld aan de prestaties van het vliegtuig was daarom ontoereikend als gevolg van de instrumentweersomstandigheden.

Alle bij de incidenten betrokken vluchten waren aan het proberen het ILS-glijpad van 3 graden te onderscheppen vóór de criteria voor gestabiliseerde nadering van 1000 voet.

Daarom gaf de bemanning hogere prioriteit aan de uitvoering van de vliegprocedures dan aan het beheer van het vluchtpad, in dit geval het inzicht in de verhouding tussen afstand en hoogte.

In al deze gevallen werd gevlogen met betrouwbare en sterk geautomatiseerde vliegtuigen. Een hoge mate van automatisering is inmiddels de 'norm' in alle luchtvaartuigen. De automatisering heeft de vliegveiligheid verbeterd, maar heeft in de loop van de jaren ook geleid tot verandering van de taken van piloten en de eisen die aan hen worden gesteld. Het 'handmatige' vliegen met rechtstreekse controle over het vluchtpad van het toestel is verschoven naar een situatie waarin de piloot vooral controleert of de geprogrammeerde systemen veilig en naar behoren functioneren. Vanuit deze optiek dient de automatisering van vliegtuigen niet meer louter het gemak van de vliegbemanning, maar heeft ze juist geleid tot meer complexe handelingen vanwege de eisen van verkeersdrukte of milieukwesties. Dit omvat ook het veilig onderscheppen van glijpaden van bovenaf, als onderdeel van de dagelijkse praktijk. Uit verschillende onderzoeken naar menselijk gedrag, zoals een Britse studie uit 2004 naar de afhankelijkheid van piloten van geautomatiseerde systemen ('automation dependency'), is gebleken dat piloten veel vertrouwen stellen in een hoge automatiseringsgraad en daar ook afhankelijk van zijn, juist omdat de systemen zo betrouwbaar zijn. De term 'automatiseringsgerichtheid' ('automation bias') is hier van toepassing. Dit is een natuurlijk denkpatroon van mensen als gevolg van een betrouwbare interactie met machines. De Onderzoeksraad heeft deze kwestie al eerder aan de orde gesteld, in zijn onderzoek naar het ongeval met een toestel van Turkish Airlines in 2009.

Automation bias²⁹

Door de beschikbaarheid van automatisering en geautomatiseerde beslissingsinstrumenten, ontstaat bij piloten een natuurlijke neiging om te kiezen voor het alternatief dat de kleinste cognitieve inspanning vereist. Wanneer zij voor beslissingen staan, vertrouwen piloten op deze geautomatiseerde hulpmiddelen ter vervanging van hun eigen waakzaamheid en het actief vergaren en verwerken van informatie voor het beheer van het vluchtpad.

Wat betreft ILS-naderingen hebben vliegtuigen tientallen jaren het voorgeschreven ILS-pad gevolgd, waarbij het glijpad van onderen wordt onderschept en pas na onderschepping van de localiser. Dit is de handelwijze, die overeenkomt met de ILS operationele certificatie. Tijdens een door de Franse DGAC georganiseerd symposium in 2006 over de gestabiliseerde eindnadering werd het onderscheppen van een glijpad van bovenaf aangemerkt als een waarschuwing voor een niet-gestabiliseerde nadering.³⁰

²⁹ Civil Aviation Authority (VK) (2004). *Flight crew reliance on automation* (CAA-rapport nr. 2004/10). Gatwick: CAA Safety Regulation Group (auteur: S. Wood, Cranfield University).

³⁰ Eindrapport www.bea.aero – report 'Approach above glide path, interception of ILS sidelobe signal, increase in AOA angle commanded by autopilot', September 2013. Onderscheppen van het glijpad van bovenaf werd geïdentificeerd in 2006 tijdens een symposium over gestabiliseerd benaderingen georganiseerd door de DGAC, als een waarschuwing voor een niet-gestabiliseerde benadering. In een handboek gepubliceerd voor dit evenement, werd melding gemaakt van advies voor luchtverkeersleiders en piloten, *Stabilised approached good practice guide*, DGAC AUTORITÉ DE SURVEILLANCE.

De vliegtuigbemanningen van alle bij de incidenten betrokken vluchten waren zich ervan bewust dat ze boven het 3-graden glijpad vlogen. Ook waren zij zich bewust van de noodzaak om de daalsnelheid te verhogen om onderschepping van het glijpadsignaal van 3 graden mogelijk te maken. Hun prognoses (vluchtpadbeheer) voor waar de onderschepping van het glijpadsignaal van 3 graden zou plaatsvinden, waren echter onjuist of in elk geval onrealistisch.

'Pitch-up upsets' ten gevolge van valse ILS-glijpaden zouden het effectiefst kunnen worden voorkomen door geen ILS-glijpadonderschepping van bovenaf te vliegen, maar de naderingen volgens de door ICAO voorgeschreven procedure te vliegen.

Hoewel niet altijd volgens de ICAO voorgeschreven procedure kan worden gevlogen – zoals uit de praktijk blijkt – moeten er betere prognoses komen wanneer het 3-graden glijpad wordt onderschept tijdens een ILS-glijpadonderschepping van bovenaf. Daarom moeten in de cockpit aanvullende middelen worden ingezet, of moeten procedures voor de vliegtuigbemanning worden ontwikkeld ter bescherming van vliegtuigen die op de automatische piloot in het gebied van een vals ILS-glijpad komen. Dit zal vliegtuigbemanningen helpen bij de beslissing of de nadering veilig kan worden voortgezet en of er reden is om op een eerder tijdstip een go-around uit te voeren.

Hoewel met deze aanvullende middelen of procedures kan worden voorkomen dat de bemanning het kritieke ILS-signaalgebied met valse glijpaden in vliegt, vormt dit geen vervanging voor de afstand/hoogte-verificaties met conventionele methoden, die tot de basale vliegvaardigheden behoren. Wat dit betreft is de Onderzoeksraad voor Veiligheid bezorgd dat het gebruik van geavanceerde automatisering kan leiden tot situaties waarin het vluchtpadbeheer door de vliegtuigbemanning ontoereikend is. Het is zaak dat vliegtuigbemanningen zich hier beter bewust van worden.

Een van de neveneffecten van dit vertrouwen in vergaande automatisering is dat basale (vlieg)vaardigheden vaak worden verwaarloosd en er minder behoefte wordt gevoeld om te vertrouwen op de 'oude' vaardigheden. Onderzoek heeft uitgewezen dat dit een natuurlijke reactie is van mensen bij het verrichten van geautomatiseerde taken, en dat zij dat niet verontrustend vinden. Het feit dat ook piloten naar dit gedrag neigen is opmerkelijk en moet voortdurend aan de orde worden gesteld. Het is per slot van rekening geen nieuw inzicht. Een andere relevante factor is dat basale vliegvaardigheden minder goed worden bijgehouden omdat ze in de dagelijkse praktijk minder vaak nodig zijn. Dit wordt bevestigd door een onlangs gepubliceerd onderzoek naar vliegtuigongevallen in de periode 1995 – 2009 en de rol van automatisering van de cockpit.³¹

Voor behoud en verbetering van de luchtvaartveiligheid is het van belang dat de training van piloten gelijke tred houdt met het gebruik en de ontwikkeling van geautomatiseerde systemen in vliegtuigen. Er moet een evenwicht worden gevonden tussen het gebruik

³¹ Operational Use of Flight Path Management Systems, Final Report of the Performance-based operations Aviation Rulemaking Committee/Commercial Aviation Safety Team, Flight Deck Automation Working Group, September 5, 2013.

van basale vliegvaardigheden, kennis en de inzet van automatisering voor vluchtpadbeheer in de moderne, complexe omgeving.

Conclusie

Door de hoge mate van betrouwbare automatisering in de cockpit kunnen basisvliegvaardigheden op het gebied van vluchtpadbeheer worden aangetast.

3.8 Genomen maatregelen

3.8.1 Ryanair – Murcia (2011), Eindhoven and Treviso (2013) incidenten

Onmiddellijk na het Eindhoven incident in 2013 publiceerde de luchtvaartmaatschappij een veiligheidswaarschuwing op de website voor bemanningsleden. Die waarschuwing bevatte ook een aanbeveling omtrent het voorkomen van dergelijke incidenten.

Verder werd het Eindhoven incident opgenomen in de 2013 november-editie van *Hotspots*. Dit is een veiligheidsnieuwsbrief van Ryanair die op de pilotenwebsite wordt gepubliceerd en in papieren vorm verspreid op alle basissen.

Naast de recente bulletins voor bemanningsleden en een artikel in *Hotspots* is er een presentatie over het onderwerp veiligheid ontwikkeld om de aandacht van bemanningsleden te vestigen op incidenten met valse glijpaden. Deze presentatie is verspreid onder alle basissen van de luchtvaartmaatschappij en wordt verzorgd door Flight Operations managers van de onderneming.

Na dit incident zijn de preventieve barrières en herstelbarrières in de Loss of Control In-flight (LOC-I)-risicoanalyse van de luchtvaartmaatschappij opnieuw beoordeeld en is de luchtvaartmaatschappij meer voorschriften gaan ontwikkelen voor het onderscheppen van het glijpad van bovenaf.

Het herziene beleid omvat nieuwe horizontale landingsgrenzen voor ILS-onderschepping van bovenaf: 4 NM bij VMC en 5 NM bij IMC. Naast de horizontale (en verticale) landingsgrenzen ontwikkelt de luchtvaartmaatschappij een standaard werkprocedure voor de invoering van VSD op lijnvluchten. Ryanair heeft de nieuwe beleidsvoorschriften en procedures in de simulator geëvalueerd.

3.8.2 KLM Cityhopper – Amsterdam Airport Schiphol (2011)

De luchtvaartmaatschappij heeft de uit het incident geleerde lessen voor de hele KLC-vloot opgenomen in de reguliere training voor bemanningsleden in 2013, in combinatie met Crew Resource Management-trainingsmodules over informatieverzameling en -verwerking, omgevingsbewustzijn, werkdrukmanagement en besluitvorming.

3.8.3 Ministerie van Infrastructuur en Milieu – Nederland

Op 26 december 2013 heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (onderdeel van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu) een zogenaamde Aeronautical Information

Circular A (AIC-A 07/2013) gepubliceerd, met daarin de veiligheidswaarschuwing die de Onderzoeksraad voor Veiligheid op 18 november 2013 heeft uitgebracht. De AIC-A was bedoeld om te waarschuwen voor mogelijke 'pitch-up upsets' en om het bewustzijn omtrent valse glijpaden te vergroten.

In een officieel schrijven van 18 december 2013 heeft de minister van Infrastructuur en Milieu de ICAO ingelicht dat het aangetroffen risico zich opnieuw kan voordoen en substantiële gevolgen kan hebben. Alle partijen die bij de exploitatie van een vliegtuig zijn betrokken, moeten over de veiligheidsmaatregelen geïnformeerd worden. De minister heeft de veiligheidswaarschuwing aangemerkt als een veiligheidsaanbeveling van wereldwijd belang (SRGC) en er bij de ICAO op aangedrongen de ontwikkeling van de Accident Investigation Section (AIG)-website te voltooien en deze veiligheidswaarschuwing daarop als SRGC te publiceren.

Daarnaast heeft de minister de ICAO geadviseerd om nadere aandacht te besteden aan de veiligheidswaarschuwing in het werkprogramma voor het bureau luchtvaartnavigatie van ICAO. Ook is er verzocht daar waar nodig bepalingen op te stellen of aan te passen in de bijlagen of procedures voor luchtvaartnavigatiediensten. Dit om het risico van een 'pitch-up upset' en een potentiële overtreksituatie door onderschepping van een vals glijpad te beperken.

3.8.4 Fabrikant Boeing

Boeing is van plan het FCTM van de Boeing B737 aan te passen met een tekstuele waarschuwing voor de kans op een snelle pitch-up bij een valse glijpad.

Boeing heeft een software update aangekondigd van de B737NG Rockwell Collins Flight Control Computer (FCC) als onderdeel van het continue verbeteringsproces. De FCC software verandering zal een verandering toepassen die het stijgen van het vliegtuig tijdens Glide Slope Mode limiteert. Deze software aanpassing heeft aangetoond, dat wanneer de 9 graden signaalomkering wordt gekruist, deze geen reactie op het vliegtuig heeft en de pitch-up elimineert. De FCC software verandering staat gepland om in het vierde kwartaal van 2014 te worden geïntroduceerd in nieuwe vliegtuigen. Door middel van een Boeing Service Letter worden eigenaren van de B737NG-vloot geïnformeerd over de beschikbaarheid van de FCC software update; vliegtuigen die al in service zijn kunnen van de nieuwe software worden voorzien.

Tijdens het onderzoek heeft Boeing gemeld dat op basis van simulaties is aangetoond dat de 747-400, 747-8, 757, 767, 777, en 787 andere glijpadlogica gebruiken die het 9 graden vals glijpad detecteert en de automatische systemen niet activeert.

3.8.5 Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart

Het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) heeft laten weten dat zijn deskundigen op het gebied van luchtvaartelektronica de veiligheidswaarschuwing en de aanbevelingen in het BEA-rapport inzake het incident op luchthaven Charles de Gaulle, Parijs in 2012, hebben beoordeeld. Op basis van de veiligheidswaarschuwing en het onderzoek van BEA is een Safety Information Bulletin opgesteld om de kwestie onder de aandacht brengen (SIB Nr. 2014-07 '*Unexpected Autopilot Behaviour*

on *Instrument Landing System (ILS) Approach*' van 25 maart 2014). Hierin informeert EASA de luchtvaartsector officieel. Daarnaast heeft EASA aangekondigd het onderwerp te presenteren op de volgende Air Operations Standardisation vergadering voor de Autoriteiten en de industrie.

4 VEILIGHEIDSMANAGEMENT

4. Veiligheidsmanagement.....	71
4.1 Inleiding op het geïmplementeerde ICAO Veiligheidsmanagementsysteem	71
4.2 Beheer van veiligheidsrisico's.....	72
4.3 Risico Complexiteit	78

4 VEILIGHEIDSMANAGEMENT

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat het Eindhoven incident niet op zichzelf staat. Onderzoek door de Onderzoeksraad heeft uitgewezen dat in Europa (4 soortgelijke incidenten) en in de Verenigde Staten (ASRS rapportages, onbekend aantal) soortgelijke voorvallen hebben plaatsgevonden. Gegeven deze soortgelijke meldingen rijst de vraag waarom het gevolg van de pitch-up incidenten niet als een ernstig veiligheidsrisico werd aangemerkt door het geïmplementeerde veiligheidsmanagementsysteem (SMS) in de luchtvaart.

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van het algemene concept van het veiligheidsmanagementsysteem (*Safety Management System; SMS*) zoals dat momenteel in het luchtvaartstelsel wordt geïmplementeerd. De beschrijving is algemeen van aard en is ervoor om algemeen begrip van het SMS te krijgen. In de volgende paragraaf wordt de toegepaste SMS methodologie beschreven. De laatste paragraaf biedt een verklaring voor het feit dat de omkering van het glijpadsignaal niet werd aangemerkt als een veiligheidsrisico.

4.1 Inleiding op het geïmplementeerde ICAO Veiligheidsmanagementsysteem

ICAO schrijft voor dat alle lidstaten een nationaal vliegveiligheidsprogramma (*State Safety Program; SSP*) moeten implementeren en dat luchtvaartorganisaties verplicht een SMS instellen. Het SSP en het SMS vullen elkaar aan. De Europese Unie heeft de ICAO-vereisten voor veiligheidsmanagementsysteem overgenomen in Verordening (EU) 290/2012 en Verordening (EU) 965/2012. Deze wetgeving was in sommige gevallen nog niet actief bij de voorvallen die zijn beschreven in dit rapport. De algehele SMS-structuur voor alle organisaties is gebaseerd op de volgende vier componenten, ook wel de 'pijlers van het SMS' genoemd.

De 'vier pijlers' van een veiligheidsmanagementsysteem

- Veiligheidsbeleid:
 - management commitment
 - verantwoordelijkheden en bevoegdheden

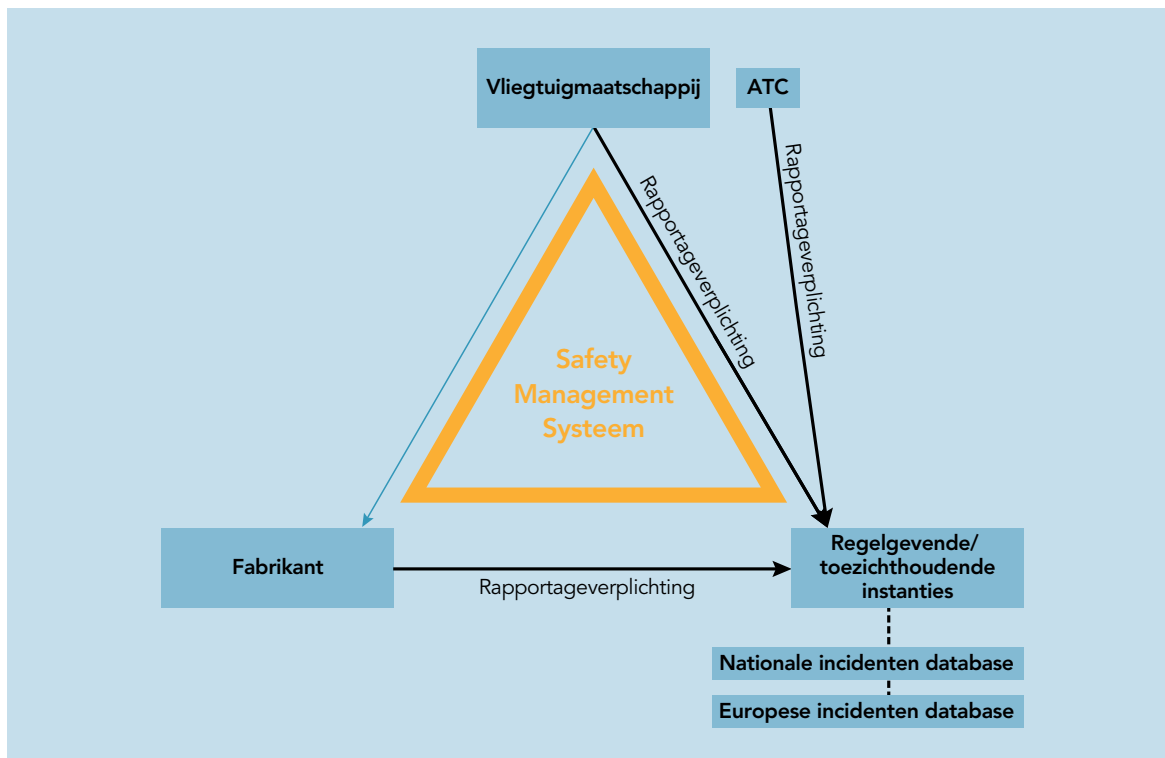
- Beheer van veiligheidsrisico's:
 - proactieve risico-inventarisatie
 - risico-evaluaties en -beheersmaatregelen
 - corrigerende en preventieve maatregelen

- Veiligheidsborging:
 - procesevaluatie
 - bewaking van veiligheidsprestaties
- Stimulering van veiligheid:
 - veiligheidscommunicatie en -cultuur
 - veiligheidstraining

De mate van ontwikkeling en implementatie van het SMS hangt af van de omvang, de aard en het type van de activiteiten. Afhankelijk van het aantal vliegtuigen en bestemmingen kan een luchtvaartmaatschappij duizenden vluchten per week uitvoeren, waarbij honderden veiligheidsrapporten worden ingediend. Al deze veiligheidsrapporten moeten worden ingediend, geëvalueerd en geanalyseerd om het risico en de noodzaak van nader onderzoek vast te stellen.

4.2 Beheer van veiligheidsrisico's

Bij de voorvallen met een 'pitch-up upset' kunnen verschillende partijen worden geïdentificeerd die zich bezighouden met het beheer van veiligheidsrisico's: de fabrikant, de vervoerder, de luchtverkeersleidingsdienst (ATC) en de regelgevende instantie. Elke partij heeft een database en houdt zich bezig met beheer van veiligheidsrisico's. Deze paragraaf gaat over de verplichtingen van betrokken partijen die bij het SMS horen en over de maatregelen die zij hebben genomen.

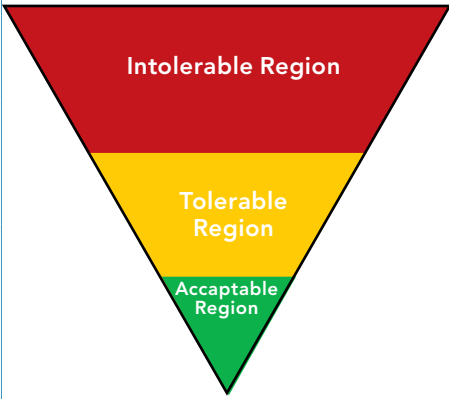


Figuur 25: Overzicht van de verplichte melding binnen het veiligheids-management.

4.2.1 Luchtvaartmaatschappij

In het kader van de SMS-methodologie kennen luchtvaartmaatschappijen een cijfer aan voorvallen toe door gebruik te maken van een risicobeoordelingsmatrix. De combinatie van ernst en waarschijnlijkheid van het voorval levert een totale beoordeling van het veiligheidsrisico op. Afhankelijk van het niveau van het veiligheidsrisico zijn mitigerende maatregelen vereist. In de matrix in tabel 6 zijn drie verschillende niveaus van veiligheidsrisico te onderscheiden: onaanvaardbaar (er moeten mitigerende maatregelen worden getroffen), dragelijk (er kunnen mitigerende maatregelen worden getroffen) en aanvaardbaar (er zijn geen maatregelen vereist).³²

Risk probability		Risk severity				
		Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Neglectable E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Suggested criteria	Assessment risk index	Suggested criteria
	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Unacceptable under the existing circumstances
	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C	Acceptable based on risk motivation. It may require management decision.
	3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E	Acceptable

Tabel 6: Voorbeeld van een matrix voor veiligheidsrisicobeoordeling [Safety Management Manual (SMM) ICAO].

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft onderzoek gedaan naar de beoordeling van de vijf gemelde incidenten die in hoofdstuk 2 zijn beschreven. Hieruit bleek dat alle drie de luchtvaartmaatschappijen het veiligheidsrisico hebben beoordeeld volgens hun eigen interne SMS-beleid. Geconstateerd werd dat de beoordelingen van deze voorvallen subjectief waren. Dat is niet ongebruikelijk, gezien de subjectieve aard van de beoordeling van voorvallen. Door het grote aantal betrokken variabelen is het lastig om risico's objectief te beoordelen. Het was daarom moeilijk om de evaluaties in het onderzoek te reproduceren

³² De verwoording en gebruik van risicobeoordelingsmatrix kan variëren.

en de kwaliteit ervan te beoordelen. Geconstateerd werd wel dat alle voorvallen werden beoordeeld als dragelijk en dat mitigerende maatregelen werden getroffen.

	2011	2012	2013	Totaal
KLM Cityhopper	1	-	-	1
Ryanair	1	-	2	3
Air France	-	1	-	1

Tabel 7: Overzicht van gemelde pitch-up-incidenten per vervoerder.

Na het risicobeoordelingsproces startten de luchtvaartmaatschappijen een intern onderzoek ter identificatie van de gevaren en barrières in relatie tot het voorval. Na de identificatie van de gevaren en barrières werden aanbevelingen geformuleerd om herhaling te voorkomen. In de interne rapporten van de luchtvaartmaatschappijen werd de oorzaak van de 'pitch-up upset', namelijk het valse glijpad, niet volledig onderkend. Bij de twee incidenten in 2011 werd de achterliggende oorzaak van de 'pitch-up upset' niet volledig onderkend in de interne eindrapporten van de betrokken luchtvaartmaatschappijen. Beperkte kennis zal hier waarschijnlijk aan hebben bijgedragen, want er was geen wijdverbreid inzicht in het fenomeen van valse glijpaden. Voorts kan het idee hebben bestaan dat eventuele herstelmaatregelen ter correctie van de respons van de automatische piloot buiten de mogelijkheden van de luchtvaartmaatschappijen lagen. Het definitieve rapport over het incident bij Air France in 2012 werd gepubliceerd in het eerste kwartaal van 2013. De bevindingen werden niet volledig bekendgemaakt aan de luchtvaartsector ten tijde van het Eindhoven incident.

4.2.2 Nationale voorvallendatabase

Het doel van de nationale voorvallendatabase is het inventariseren en bewaken van de veiligheidsprestaties binnen het betreffende land. Bij de te verzamelen veiligheidsgegevens kan het gaan om meldingen van ongevallen, incidenten, niet-naleving en risico's. De gegevens worden statistisch geanalyseerd ter identificatie van veiligheids tekortkomingen en om effectieve beslissingen te nemen ter verbetering van de veiligheid. Het volgende rapport (zie box) werd in 2011 ontvangen door het Analysebureau Luchtvaartvoorvallen (ABL), (zie paragraaf 2.2.1).

Rapport ABL – databaserapportage

Titel: Go-around ten gevolge van instabiele nadering

Datum voorval: 12-2-2011

Samenvatting: Vliegtuig kwam hoog, boven glijpad, bij ILS-nadering RWY 06 AMS. Geloof dat vliegtuig op zeker moment uiteindelijk een vals glijpad heeft opgepikt, tijdens go-around stick shaker geactiveerd, neus verlaagd in respons hierop. Na go-around werd een nieuwe, geslaagde nadering en landing op RWY 06 uitgevoerd.

In deze databaserapportage is te zien dat wordt verwezen naar een stick-shaker en een vals glijpad, maar verder zijn geen gegevens beschikbaar. Er worden geen factoren aangewezen die verklaren waarom het vliegtuig het glijpad van bovenaf aanvloog. Alleen het resultaat; na een doorstart werd een geslaagde landing uitgevoerd. Deze tekst informeert de lezer niet over de essentie van het kenmerk van een vals glijpad en de daaraan gerelateerde respons van de automatische piloot. In een statistische analyse zal deze gebeurtenis hoogstwaarschijnlijk worden ingedeeld in de categorie instabiele nadering (unstabilised approach). Bovendien werd het ABL niet door de luchtvaartmaatschappij geïnformeerd dat er een voorvalonderzoek was uitgevoerd, daar was de luchtvaartmaatschappij ook niet toe verplicht.

Na voltooiing van het interne onderzoek door de luchtvaartmaatschappij werden de kennis en de resultaten van dit onderzoek niet gedeeld en niet ingevoerd in de ABL voorvallendatabase. Dit laat zien hoe een tekort aan gedetailleerde informatie een veiligheidskwestie onzichtbaar kan maken, waardoor die hoogstwaarschijnlijk niet wordt opgemerkt in een nationale voorvallendatabase.

In Ierland zijn drie gevallen (één in 2011 en twee in 2013) door de maatschappij gemeld aan de Ierse Civiele Luchtvaart Autoriteit (IAA) die de meldingen hebben opgenomen in hun databasesysteem.

De IAA heeft daarvoor een afspraak gemaakt met de vervoerder om elk incident te beoordelen. De vervoerder voltooide de onderzoeken en kopieën van de rapporten werden aan de IAA gegeven. Nadat deze rapporten waren beoordeeld en aanvaard en dat de daarin gestelde aanbevelingen waren uitgevoerd is de database dienovereenkomstig geactualiseerd. Dit was niet het geval met het voorval op Schiphol in 2011. Het ABL communiceerde niet over het incident met de luchtvaartmaatschappij en ook werd het interne rapport niet besproken of gebruikt voor het actualiseren van de database. Bij zowel de Ierse incidenten als het Nederlandse incident werd de achterliggende oorzaak van de 'pitch-up upset' in geen van de rapporten gevonden.

De vijf in dit onderzoek geïdentificeerde voorvallen deden zich voor bij drie verschillende vervoerders, die hun bedrijfsactiviteiten elk vanuit een ander EU-land verrichtten. Dit houdt in dat er drie verschillende nationale databasesystemen voor verplichte voorvalregistratie bij betrokken waren. Het feit dat zich een voorval voordeed bij drie verschillende vliegtuigtypen, toont ook de diversiteit en complexiteit van dit type voorval aan. Bovendien ontvangt het ABL jaarlijks circa 12.000 meldingen. Eén melding van een stick shaker kan gemakkelijk over het hoofd worden gezien en de kans dat dit wordt opgemerkt is klein.

4.2.3 Luchtverkeersleidinginstantie

Luchtvaartmaatschappij en luchtverkeersleidinginstantie (*Air Navigation Service Provider; ANSP*) hebben een meldingsplicht bij de nationale voorvallendatabase. Geconstateerd werd dat meldingen betreffende voorvallen met een vals glijpad niet door de luchtverkeersleiding werden gemeld. Alle vijf de voorvallen in hoofdstuk 2, waaronder de ASRS-rapporten over 'pitch-up upsets' of valse glijpaden, werden ingediend door luchtvaartmaatschappijen/bemanning. Het is bekend dat in verscheidene gevallen de vlieg-

tuigbemanning de luchtverkeersleiding informeerde dat het onderscheppen van een vals glijpad de reden was voor een doorstart. De Onderzoeksraad heeft niet onderzocht waarom deze voorvallen niet (ook) werden gemeld en/of onderzocht door de luchtverkeersleidinginstanties zelf. Aangezien de karakteristiek van een vals glijpad op het moment van de voorvallen een begrepen fenomeen werd geacht, is het onwaarschijnlijk dat de betrokken luchtverkeersleidinginstanties zich bewust waren van de aard en ernst van de 'pitch-up upsets'.

De incidenten laten zien dat de acties van de luchtverkeersleiding, direct of indirect, een rol spelen bij het positioneren van het vliegtuig op een bepaalde snelheid, hoogte en afstand van de landingsbaan. Dit zou ertoe kunnen leiden dat een vliegtuig in een dusdanige positie komt ('in een hoge energietoestand') waardoor het een uitdaging voor de bemanning is om het vliegtuig te landen in overeenstemming met de standaard procedures. De instructies van de verkeersleiding positioneerden de vliegtuigen in een situatie waarin de criteria voor een gestabiliseerde nadering werden beïnvloed in de geïdentificeerde incidenten, maar ook zijn er andere bekende situaties.³³ Het feit dat luchtvaartnavigatie dienstverleners de incidenten die in dit onderzoek naar boven zijn gekomen niet hebben gemeld, kan een indicatie zijn dat er onvoldoende besef is over de effecten van valse glijpaden op vliegtuigen bij deze diensten. Dit zou verklaren waarom tijdens ILS onderscheppingen soms uitdagende instructies worden gegeven aan bemanningen. De Onderzoeksraad voor Veiligheid is van mening dat luchtverkeersleidingsdiensten zich meer bewust moeten zijn van de effecten van dit soort instructies aan vliegtuigbemanningen. In dat verband verwijst de Onderzoeksraad op de bevindingen en aanbevelingen van de BEA aan de DGAC met betrekking tot gestabiliseerde naderingen.³⁴

Uit het onderzoek bleek wel dat jaarlijks de ILS wordt gecontroleerd en geverifieerd of deze binnen de bedrijfsspecificaties voor een bepaald gebied werken tot een glijpad van 5,25 graden. De voorvallen met de 'pitch-up upsets' deden zich ruim boven het gecontroleerde en gecertificeerde glijpadgebied voor. In wezen vlogen de vliegtuigen in ongecertificeerd (ILS) luchtruim. De ANSP, luchtvaartmaatschappijen en de regelgevende instantie hebben deze latente veiligheidstekortkoming niet opgemerkt.

4.2.4 Fabrikant

Binnen het SMS raamwerk heeft de vliegtuigfabrikant een verplichting om geconstateerde voorvallen te melden die verband houden met de certificering van het vliegtuig. In het onderzoek werd vastgesteld dat 'pitch-up upsets' werden gemeld bij de nationale autoriteiten en door de luchtvaartmaatschappij werden onderzocht. Over het algemeen waren de vliegtuigfabrikanten echter niet op de hoogte van deze voorvallen. In één geval waarbij de BEA de 'pitch-up upset' bij een A340 onderzocht, werd de fabrikant bij het onderzoek betrokken zoals wordt voorgeschreven in Annex 13.

³³ Zie ook het eindrapport van de Noorse Onderzoeksraad, *Gardermoen on 13 October 2012 aircraft proximity between LN-DYC and LN-NOM, November 2013*.

³⁴ Onderscheppen van het glijpad van bovenaf werd geïdentificeerd in 2006 tijdens een symposium over gestabiliseerde benaderingen georganiseerd door de DGAC, als een waarschuwing voor een niet-gestabiliseerde benadering. In een handboek gepubliceerd voor dit evenement, werd melding gemaakt van advies voor luchtverkeersleiders en piloten, *Stabilised approached good practice guide, DGAC AUTORITÉ DE SURVEILLANCE*.

Hoewel luchtvaartmaatschappijen de hulp van fabrikanten kunnen inroepen bij interne onderzoeken, wordt dit in de praktijk niet altijd gedaan. Zoals bij het incident in Eindhoven en de andere twee interne onderzoeksrapporten van dezelfde luchtvaartmaatschappij werden door het onderhoudspersoneel geen fouten aangetroffen in de ILS apparatuur van het vliegtuig. De ILS apparatuur van het vliegtuig werkte volgens ontwerp, zodat het vanuit het oogpunt van de luchtvaartmaatschappij niet nodig was om de fabrikant te informeren en bij het onderzoek te betrekken.

Omdat er geen sprake is van een storing van een vliegtuigsysteem, zou men het standpunt kunnen innemen dat de fabrikant niets met het probleem te maken heeft. Een ernstig incident met 'pitch-up' en stick-shaker is echter een voorval waar de fabrikant van op de hoogte moet zijn. Net als op nationaal niveau maakt een fabrikant gebruik van statistische analyses om risico's te identificeren. Voorvalgegevens bieden fabrikanten waardevolle informatie voor het identificeren van mogelijke problemen met een component, model of vloot. Als een fabrikant niet over voorvalgegevens beschikt, kan het gebeuren dat een mogelijk identificeerbare kwestie in de statistieken over het hoofd wordt gezien.

De M-array ILS antenne fabrikant had geen informatie met betrekking tot het optreden van False Glide Slope gebeurtenissen in zijn bezit. Dit kan te maken hebben met het feit dat het antenne monitoringsysteem geen faaltype storing aangaf en een vals glijpad een 'bekend verschijnsel' was hetgeen niet leidde tot meldingen van de luchtverkeersleidingsdiensten. Bijgevolg werden meldingen van voorvallen niet ingediend bij de antennefabrikant.

4.2.5 Samenvatting

Zoals in deze paragraaf is beschreven, werden de veiligheidsmanagementsysteemmethodologieën toegepast, hetgeen resulteerde in uitwisseling van gegevens met de nationale databases voor verplichte voorvalregistratie. Vanwege de naamgeving van rapporten en een ontoereikende omschrijving van gebeurtenissen bestond er echter geen goed beeld van de complexiteit van het voorval.

De aanvankelijke verplichte meldingen bij de nationale voorvaldatabase werden niet altijd aangevuld met de uitkomsten van het door de luchtvaartmaatschappijen uitgevoerde vervolgonderzoek. Ook werd de root-cause van de meldingen niet geïdentificeerd. Het gevolg was dat door het ontbreken van waardevolle aanvullende achtergrondinformatie de kans zeer klein werd dat een veiligheidstekortkoming in de toekomst ooit nog geïdentificeerd zou kunnen worden. Omdat SMS momenteel hoofdzakelijk werkt op basis van statistische analyses, zijn enkele meldingen vanuit het oogpunt van waarschijnlijkheid statistisch niet significant en is op deze basis ingrijpen niet vereist.

Ondanks SMS-methodologieën en eerdere onderzoeken deden de gemelde 'pitch-up upsets' zich voor buiten het door ICAO voorgeschreven ILS operationele gebied. Door geen van de partijen werd deze latente veiligheidstekortkoming opgemerkt.

Conclusies

De 'pitch-up upsets' werden door de luchtvaartmaatschappij gemeld bij de databases voor verplichte voorvalregistratie van de nationale autoriteiten en werden niet altijd doorgegeven aan de fabrikant.

Zowel Nederland als Ierland hebben een databases voor verplichte voorvalregistratie maar beide landen gaan verschillend om met feedback van de rapportage informatie. In Ierland wordt informatie naar aanleiding van een interne luchtvaartmaatschappij rapportage teruggekoppeld in het systeem, in Nederland niet.

De bij de nationale databases ingediende rapporten bevatten onvoldoende informatie om een potentiële veiligheidstekortkoming in verband met omkering van het glijpadsignaal en automatische besturingssystemen van vliegtuigen te identificeren.

Luchtvaarnavigatiedienstverleners, luchtvaartmaatschappijen en regelgevende instanties waren er zich niet van bewust dat zich incidenten voordeden buiten het door ICAO voorgeschreven gecertificeerde operationele gebied met ingeschakelde automatische besturingssystemen.

4.3 Risico Complexiteit

Uit dit onderzoek is gebleken dat – ondanks de implementatie van het wereldwijde veiligheidsmanagementsysteem in de luchtvaart – de sector niet in staat was om de link te leggen tussen verschillende ernstige incidenten. Op nationaal niveau worden voorvallen wiskundig geanalyseerd en worden de geïdentificeerde risico-indicatoren bewaakt, deze fungeren als de indicator van de actuele veiligheidstoestand. Zoals in dit geval is gebleken, worden de niet of onjuist geïdentificeerde indicatoren (die in sommige gevallen wiskundig niet significant zijn, maar wel belangrijk) niet ondervangen door de huidige SMS voorvalrapportage-analysemethodologie. Hieruit blijkt dat nieuwe technieken en strategieën voor informatie-uitwisseling in het veiligheidsmanagementsysteem moeten worden geïmplementeerd, teneinde nu en in de toekomst latente veiligheidsrisico's te kunnen identificeren.

Er is aanleiding om te denken dat een meer holistische systeembenadering van risico-identificatie in de toekomst een goede aanvulling zou kunnen vormen op de huidige SMS voorvalrapportage analyse methodologie. Een voorbeeld hiervan is het in het vierde kwartaal van 2013 aangekondigde samenwerkingsverband van de Flight Safety Foundation en MITRE³⁵ voor het opzetten van Transform Global Aviation Analytics. Als reden voor het samenwerkingsverband werd verwezen naar de complexiteit van het huidige luchtvaartstelsel wereldwijd. De analyse van diverse gegevenstypen is essentieel voor een nauwkeurige bepaling van de correlatie tussen meerdere kenmerken

³⁵ MITRE is een non-profit organisatie van onderzoek- en ontwikkelingscentra die door de Amerikaanse overheid worden gesponsord.

die gecombineerd het potentieel veiligheidsrisico's vormen. Dit is een voorbeeld van een mogelijke toekomstige benadering om de veiligheidsuitdaging in de toekomst aan te gaan.

Onlangs heeft de ICAO Annex 19, 'Safety Management Systems', gepubliceerd.³⁶ Deze nieuwe Annex richt zich op de identificatie van bestaande veiligheidsvoorzieningen en dient als basis voor de consolidatie van bestaande voorzieningen voor het veiligheidsmanagementsysteem. In wezen geeft de Annex een beschrijving van het huidige framework voor veiligheidsmanagement zoals dat wereldwijd geïmplementeerd wordt. Het kader omvat het State Safety Program, waaraan alle luchtvaartorganisaties (luchtvaartmaatschappijen, luchtvaart-navigatiedienstverleners en fabrikanten) deelnemen.

Annex 19 richt zich op:

- Veiligheidsbeheer en proactieve aanpak van veiligheidsrisico's.
- Beheer en ondersteuning van strategische ontwikkelingen op het gebied van regelgeving en infrastructuur.
- Versterking van de rol van overheden bij het beheer van de veiligheid op het niveau van de lidstaten, in overleg met dienstverleners.
- Benadrukking van het concept van algehele veiligheidsprestaties op alle gebieden.

De toekomstige ontwikkeling van fase 2 van ICAO Annex 19 maakt het mogelijk de uitdaging aan te gaan, potentiële risico's te identificeren en om de luchtvaart veiligheid verder te verbeteren door het verkrijgen van een beter geïntegreerd veiligheidsmanagementsysteem.

In Europa komt een verordening die in mei 2014 van kracht wordt.³⁷ Achttien maanden later zal deze zijn geïmplementeerd. De regelgeving adresseert dat ongevallen vaak worden voorafgegaan door veiligheidsgerelateerde incidenten en tekortkomingen die op het bestaan van gevaren voor de veiligheid wijzen. Veiligheidsinformatie is daarom een belangrijke bron voor het ontdekken van bestaande of mogelijke veiligheidsrisico's. Hoewel het van cruciaal belang is dat lessen kunnen worden getrokken uit ongevallen, is voorts gebleken dat zuiver reactieve systemen slechts van beperkt nut zijn in het aanhoudend aanbrenge van verbeteringen. Reactieve systemen moeten daarom worden aangevuld met proactieve systemen die gebruik maken van andere soorten veiligheidsinformatie, teneinde daadwerkelijke verbeteringen in de luchtvaartveiligheid te bewerkstelligen. De Unie, haar lidstaten, het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) en de luchtvaartorganisaties moeten bijdragen aan de verbetering van de luchtvaartveiligheid door meer proactieve en empirisch onderbouwde veiligheidsprocessen in te voeren. Deze moeten de nadruk leggen op het voorkomen

³⁶ De 1e editie werd van kracht met ingang van 14 november 2013.

³⁷ 2012/0361 (COD) Aviation safety: occurrence reporting in civil aviation – European Parliament.

van ongevallen door alle relevante veiligheidsinformatie – met inbegrip van informatie over voorvallen in de burgerluchtvaart – te analyseren.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid ondersteunt de nieuwe Verordening om het huidige reactieve systeem aan te vullen met een proactief systeem ter verbetering van de veiligheid van de luchtvaart in de toekomst.

Conclusies

Niet of onjuist geïdentificeerde indicatoren die in sommige gevallen wiskundig niet significant zijn, maar wel belangrijk, worden niet ondervangen door het huidige SMS-ramewerk.

Door de vele beschikbare rapporten en informatie loopt het geïmplementeerde SMS voorvalrapportage-analyseframewerk, dat gebruik maakt van wiskundige methodologieën en evaluaties, mogelijk tegen zijn grenzen aan wat betreft het waarborgen van de veiligheid.

Algemeen

De conclusies van het Eindhoven incident zelf zijn afzonderlijk gepubliceerd in een separaat rapport *Stick shaker waarschuwing tijdens ILS eindnadering op 26 juni 2014*.

Hoofdconclusies

De conclusies van de analyse hebben geleid tot de volgende hoofdconclusies:

1. De signaalkenmerken van valse glijpaden en bijbehorende waarschuwingen van cockpitinstrumenten voortvloeiend uit de op Image Type gebaseerde ILS-antennesysteem (Null reference, Sideband en M-array) komen niet overeen met de bestaande kennis, training en handleidingen. Metingen van het glijpadsignaal van deze antennes gaven twee verschillende glijpadsignaal-kenmerken te zien: 'False Null' en signaalomkering. Signaalomkering treedt soms op bij een glijpadhoek van 6 graden en altijd bij het glijpadhoek van 9 graden. Voorts geven cockpitinstrumenten geen bijbehorende ILS-waarschuwingen af.
2. Het gebied boven de gecertificeerde 3 graden ILS, dat het glijpad van 5,25 graden en verder betreft, maakt geen deel uit van het voorgeschreven ILS-vluchtinspectieprogramma. Daardoor maakt het ook geen deel uit van het ILS gecertificeerde operationele gebied en zijn de risico's voor vliegtuigen niet in kaart gebracht. Als gevolg daarvan staan vliegtuigen die boven het gecertificeerde operationele gebied vliegen bloot aan risico's in verband met omgekeerde ILS-signalen en een daaruit voortkomend onverwachte respons van het automatische vluchtbesturingssysteem die resulteert in ernstige 'pitch-up'.
3. Geautomatiseerde boordsystemen dienen ter ondersteuning van de cockpitbemanning en mogen bij gebruik het vliegtuig niet in gevaar brengen zonder dat daaraan vooraf een duidelijk herkenbare waarschuwing is gegaan en waarop voldoende tijd beschikbaar is om in te grijpen.
4. Door het bestaande kader van systemen voor veiligheidsbeheer werden de afzonderlijke voorvallen in verband met ILS-signaalomkering als gevolg van een vals glijpad niet aangemerkt als ernstige incidenten, noch werd het potentiële risico begrepen en/of aangepakt. Dit werd mede veroorzaakt door het feit dat op basis van de beschikbare informatie en algemene kennis geen onderscheid wordt gemaakt tussen twee typen vals glijpad karakteristieken. Daarnaast wordt er onvoldoende informatie uitgewisseld tussen de betrokken partijen: luchtvaartmaatschappijen,

fabrikanten en beheerders van (inter)nationale databases voor meldingen van incidenten. Het resultaat was dat een latente veiligheidstekortkoming van het ILS onopgemerkt bleef.

5. Het besluit van de vliegtuigbemanning om een go-around uit te voeren of om op instructies van de luchtverkeersleiding te reageren lijkt te lang te worden uitgesteld wanneer tijdens een ILS-nadering hoog boven het verticale profiel van het vliegtuig wordt gevlogen. Er zijn aanwijzingen om aan te nemen dat de vergaande en betrouwbare automatisering van de cockpit hieraan bijdraagt en dat de basisvaardigheden op het gebied van hoogte ten opzichte van afstand tot de landingsbaan voor vluchtpadbeheer onvoldoende worden beoefend.

6 AANBEVELINGEN

Op basis van de bevindingen en conclusies komt de Onderzoeksraad tot de volgende aanbevelingen.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbevelingen aan de toezichthouders betrokken bij de fabricage van grote passagiersvliegtuigen; de Europese toezichthouder EASA, de Amerikaanse toezichthouder FAA, de Braziliaanse toezichthouder ANAC, de Canadese toezichthouder Transport Canada, de Chinese toezichthouder CAAC, de Japanse toezichthouder JCAB, en de Russische toezichthouder FATA.

1. Informeren en bewustwording

Zorg ervoor dat de informatie over de karakteristieken van valse glijpaden en de mogelijke gevolgen daarvan voor vliegtuigen wordt bijgesteld en breed bekend wordt gemaakt en gepubliceerd in handboeken en opleidingen binnen de luchtvaartsector. Deze informatie heeft betrekking op:

- a. het gebied boven en onder het omschreven of nominale ILS glijpad;
- b. de waarschuwingen in de cockpit bij het vliegen met automatische systemen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad.

2. Korte-termijnmaatregelen

Zorg ervoor dat toezicht wordt gehouden op te nemen maatregelen door luchtvaartmaatschappijen, vliegtuigfabrikanten en luchtverkeersleidingdiensten om te voorkomen dat vliegtuigen als gevolg van het vliegen met de automatische systemen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad aan valse glijpaden worden blootgesteld, met 'pitch-up upsets' tot gevolg. Dit kan door middel van:

- a. Operationele maatregelen:
 - Verhef het van onderaf onderscheppen van een ILS glijpad tot standaard procedure, of in het geval van een onderschepping van bovenaf,
 - ontwikkel aanvullende operationele procedures.
- b. Technische maatregelen:

Geautomatiseerde boordsystemen dienen geen pitch-up van het vliegtuig te kunnen veroorzaken, althans niet zonder dat daaraan vooraf een duidelijk herkenbare waarschuwing is gegaan en waarop voldoende tijd is om in te grijpen door de cockpitbemanning.

3. Lange-termijn maatregelen

Stimuleer fabrikanten om nieuwe landingssystemen te ontwikkelen waarin andere aanvliegroutes voor vliegtuigen worden geacommodeerd waarbij automatisch kan

worden geland. Zorg er daarbij voor dat luchthavens met deze systemen worden uitgerust.

4. Melden en analyse van voorvallen

Bezie de methodologie van het Safety Management System voor het melden en analyseren van voorvallen, inclusief het gebruik van de ECCAIRS databases, op de diverse niveaus (vliegtuigmaatschappij, luchtverkeersdienstverlener, fabrikant, nationaal-internationaal). En bezie in dit kader of maatregelen nodig zijn om te voldoen aan de beoogde doelstelling van het systeem van het tijdig identificeren van potentiële veiligheidstekorten. Betrek hierbij specifiek: (a) de mogelijkheid om informatie in de ECCAIRS database aan te vullen met de resultaten van interne onderzoeksrapporten, (b) de noodzaak om informatie uit te wisselen met de fabrikant.

5. Voorschriften training

Bezie of de relevante voorschriften voor initiële en herhalingsstraining van cockpitbemanningen voldoende aandacht besteden aan de potentiële afname van de situational awareness (onderdeel van basis vliegvaardigheden) en vluchtpadbeheer als gevolg van het teveel vertrouwen stellen in de automatisering van vliegtuigen door cockpitbemanningen.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbeveling aan ICAO als regelgevende partij.

6. Internationale regelgeving

Verhef de aanbevolen werkwijze in paragraaf 8.9.3.6 (*ICAO Document 4444 PANS – ATM*) om het omschreven of nominale ILS glijpad van onderen aan te vliegen tot een dwingend voorschrift (Standard).

Indien onderschepping van het glijpad van onderaf niet verplicht wordt gesteld, dienen er horizontale en verticale operationele limieten te worden gesteld om te voorkomen dat vliegtuigen bij automatische landing terecht komen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad en als gevolg van valse glijpaden worden blootgesteld aan 'pitch-up upsets'.

De Onderzoeksraad doet de volgende aanbeveling aan de Flight Safety Foundation als internationale brancheorganisatie.

7. Actualiseren richtlijn gestabiliseerde nadering

Actualiseer de ALAR toolkit³⁸ met de beslissingshoogtecriteria voor een gestabiliseerde nadering om te voorkomen dat vliegtuigen bij automatische landing terecht komen in het gebied boven het omschreven of nominale ILS glijpad en als gevolg van glijpadsignaalomkering worden blootgesteld aan 'pitch-up upsets'.

³⁸ De Flight Safety Foundation (FSF) is een brancheorganisatie en heeft wereldwijd informatie van voorvallen van vliegtuigen tijdens de nadering en de landing verzameld en heeft een zogenoemde Approach and Landing Accident Reduction (ALAR) toolkit ontwikkeld. Deze toolkit bevat een pakket maatregelen (procedures en training) dat kosteloos aan luchtvaartmaatschappijen ter beschikking wordt gesteld om dit type voorvallen te helpen voorkomen. De toolkit met daarin de beslissingshoogtecriteria voor een gestabiliseerde nadering is door de luchtvaartsector overgenomen en wordt mondiaal gebruikt.

Bijlage A. Onderzoeksverantwoording	86
Bijlage B. Commentaar betrokken partijen	88
Bijlage C. Referentiekader	90
Bijlage D. Tussentijdse waarschuwing	92
Bijlage E. Veiligheidswaarschuwing: Onverwacht gedrag van automatische piloot tijdens ILS nadering	94
Bijlage F. Relevante ASRS-database meldingen	99
Bijlage G. M-Array glijpadmetingen met ILSM-array glijpadmetingen met instrumentlandingssysteem (ILS).....	117

ONDERZOEKSVERANTWOORDING

In overeenstemming met internationale en Europese overeenkomsten en richtlijnen is contact gelegd met de volgende betrokken Staten; Ierland (Staat van registratie van het betrokken vliegtuig en thuisland van de luchtvaartmaatschappij), Verenigde Staten van Amerika (Staat van fabricage en ontwerp van het vliegtuig). Het Europese Agentschap voor de veiligheid van de burgerluchtvaart (European Aviation Safety Agency, EASA) is tevens op de hoogte gebracht van het onderzoek.

Overeenkomstig ICAO Annex 13 heeft elk van de betrokken Staten een geaccrediteerd vertegenwoordiger aangewezen om deel te nemen aan het onderzoek, met ondersteuning van adviseurs. Op verzoek van de Onderzoeksraad hebben het Spaanse Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), het Franse Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile (BEA) en het Italiaanse Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (ANSV) zich aangesloten bij het onderzoeksteam, aangezien zich in beide landen vergelijkbare incidenten hebben voorgedaan.

De volgende partijen en organisaties hebben deelgenomen aan het onderzoek en informatie en documentatie verstrekt:

1. Air Accident Investigation Unit (Ierland)
2. National Transportation Safety Board (Verenigde Staten)
3. Federal Aviation Administration (Verenigde Staten)
4. Technische Universiteit Delft, Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek (Nederland)
5. Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (Frankrijk)
6. Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo (Italië)
7. Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (Spanje)

De volgende onderzoeksactiviteiten zijn verricht:

- 11 oktober 2013: Testvlucht (PH-LAB), Technische Universiteit Delft, metingen op Vliegbasis Woensdrecht en aan de ILS M-array-antenne op landingsbaan 21, Eindhoven Airport.
- 30 oktober 2013: Vluchtinspectie op Eindhoven Airport (PH-NLZ) een onderzoeker van de Onderzoeksraad vloog mee als waarnemer; om aanvullende informatie te verzamelen werd een testvlucht uitgevoerd op baan 03 van Eindhoven Airport.
- 13 november 2013: Vluchtinspectiemeting door de Federal Aviation Administration (FAA), Null en Sideband-metingen van ILS-antennesystemen in de Verenigde Staten.

- 13-14 november 2013: Technisch overleg tussen de Air Accident Investigation Unit (AAIU), interview met de bemanning en overleg met de luchtvaartmaatschappij over soortgelijke voorvallen in Dublin, Ierland
- 16 december 2013: Technisch overleg tussen de Federal Aviation Administration (FAA), vluchtinspectiediensten en deskundigen op het gebied van navigatie-instrumenten, Aeronautical Center Oklahoma City, VS.
- 18 december 2013: Technisch overleg van de National Transportation Safety Board, Washington DC, VS.

Begeleidingscomissie	
Prof. mr. Dr. E.R. Muller	voorzitter
Ir. J.B. Benard	gezagvoerder B747 Martinair
Prof. Dr. P.M.J. Mendes de Leon	hoogleraar Universiteit van Leiden
Prof. Dr. Ir. M. Mulder	hoogleraar mens-machine interactie in Lucht- en Ruimtevaart, Technische Universiteit Delft
L.F.M. Ruitenber	consultant luchtvaartveiligheid
Mr. Dr. R.M. Schnitker	juridisch deskundige luchtvaart

Projectorganisatie	
Ing. K.E. Beumkes MSHE	projectleider
Lt-kol. G.J. de Rover	senior onderzoeker
Ir. M. J. Schuurman	senior onderzoeker
Dr. N. Smit	adviseur onderzoek en ontwikkeling
H. Kiffen	expert militaire luchtverkeersleiding
G. Stigter	gezagvoerder B737, expert Vereniging Nederlandse Verkeersvliegers – Accident Investigation Group
Kol. mr. H. van Duijn	onderzoeksmanager

Ondersteunende experts:	
Ir. T.J. Mulder	testvlieger
M. Nijhof	expert veiligheidsmanagementsysteem
V.H. Telkamp	gezagvoerder A330
Dr. Ir. A. in 't Veld	testvlieger

COMMENTAAR BETROKKEN PARTIJEN

Een conceptrapport (zonder beschouwing) is ter beoordeling op feitelijke onjuistheden aan de direct betrokken partijen voorgelegd, conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid. De Onderzoeksraad heeft de ontvangen commentaren, voor zover het niet-tekstuele, technische aspecten en feitelijke onjuistheden betreft, verwerkt in het definitieve rapport.

De opmerkingen die niet zijn overgenomen staan vermeld in een tabel die te vinden is op de website van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (www.onderzoeksraad.nl). In die tabel is naast de letterlijke inhoud van de reacties aangegeven de reden waarom de Raad het rapport op deze punten niet heeft aangepast. De in de opmerkingen aangehaalde paragraaf- of hoofdstuknummers verwijzen naar de nummering van het conceptrapport en komen niet altijd meer overeen met de nummering in het definitieve rapport.

De inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partijen:

Toezichthouders en regelgeving

1. Minister van Defensie
2. Militaire Luchtvaart Autoriteit
3. Minister van Infrastructuur en Milieu
4. Inspectie Leefomgeving en Transport
5. Internationale burgerluchtvaartorganisatie ICAO (alleen aanbevelingen)
6. Europees Agentschap voor de Veiligheid van de Luchtvaart (EASA)
7. Federal Aviation Administration (FAA – Verenigde Staten van Amerika)
8. Irish Aviation Authority (IAA)

Uitvoering van ILS-calibratievluchten in NL

9. Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Luchtvaartmaatschappij en verkeersleidingsdiensten

10. KLM Cityhopper
11. Air Operations Control Station (Nieuw Milligen)
12. Eurocontrol
13. Luchtverkeersleiding Nederland

Buitenlandse burgerluchtvaartonderzoeksinstanties

14. AAIU (Ierland): vanwege Ryanair en IAA
15. ANSV (Italië): vanwege Ryanair incident Treviso Airport
16. BEA (Frankrijk): vanwege Air France incident Paris CDG, Thales en Airbus
17. CIAIAC (Spanje): vanwege Ryanair incident Murcia Airport
18. NTSB (Verenigde Staten van Amerika): vanwege Boeing, FAA en Flight Safety Foundation

REFERENTIEKADER

De volgende relevante wet- en (international) regelgeving, richtlijnen, training en operationele procedures zijn gebruikt voor het onderzoek:

- Annex 10 Aeronautical Telecommunications – Volume I: Radio Navigation Aids, International Civil Aviation Organization, 6th edition July 2006
- Annex 13 Aircraft Accident and Incident Investigation, International Civil Aviation Organization, 10th edition July 2010
- Annex 19 Safety Management Systems, International Civil Aviation Organization, 1st 14 November 2013
- ICAO Doc 8071 Testing of radio navigation aids- Volume I: Testing of Ground-based Radio Navigation Systems, 4th edition 2000
- ICAO Doc 9859 Safety Management Manual (SMM) AN/474, International Civil Aviation Organization, 3rd edition 2012
- Regulation (EU) No 996/2010, The investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation, 20 October 2010
- Regulation (EU) No 1178/2011 technical requirements and administrative procedures related to civil aviation aircrew 3 November 2011
- Regulations (EU) 290/2012 technical requirements and administrative procedures related to civil aviation aircrew, 30 March 2012
- Regulation (EU) 965/2012 technical requirements and administrative procedures related to air operations, 5 October 2012
- Airbus A330/A340 Flight Crew Operation Manual, 13 Dec 2012
- Airbus A330/A340 Flight Crew Training Manual, 17 Nov 2011
- Boeing 737NG Flight Crew Training Manual June 30, 2013
- Instrument Flying Handbook FAA-H-8083-15B U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2012
- Operational Use of Flight Path Management Systems, PARC/CAST, Flight Desk Automation WG, 5 Sept 2013
- Flight Inspection Handbook TT8200.52, November 2007, The Federal Aviation Administration
- United States Flight Inspection Manual 8200.1C, Departments of The Army, The Navy, and The Air Force and The Federal Aviation Administration, October 2005

TUSSENTIJDSE WAARSCHUWING

[Aan geadresseerde]

Risico's bij bovenaf aanvliegen ILS

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is een onderzoek gestart naar het ontstaan en het verloop van een ernstig incident met een verkeersvliegtuig, eerder dit jaar, tijdens een nadering voor Eindhoven Airport. Bij deze nadering is gebruik gemaakt van het instrument landingsysteem (ILS). Een voorlopige bevinding uit het onderzoek is dat er bij het naderen van een vliegveld onder instrumentvliegcondities (IMC), waarbij het glijpad van bovenaf wordt benaderd met de automatische piloot, grotere risico's bestaan dan bij een nadering volgens de ICAO-richtlijnen (zie hieronder). Dit grotere risico staat los van het vliegtuigtype. De Onderzoeksraad vindt het belangrijk om u daar nu alvast, vooruitlopend op het definitieve onderzoeksrapport, deelgenoot van te maken.

Bij dit voorval bewoog de vliegtuigneus op circa 0,5 mijl afstand van de baandrempel in korte tijd omhoog waardoor de vliegsnelheid snel afnam. Daarbij kwam de vliegsnelheid in de buurt van de overtreksnelheid en werd de zogenaamde stick shaker geactiveerd. De bemanning heeft adequaat op de stick shaker melding gereageerd. Na een succesvolle go-around is het vliegtuig veilig geland.

Valse glijpaden

Bij een standaard nadering wordt een ILS-nadering gevlogen met een glijpad van 3 graden. Procedures en instrumenten zijn ontworpen om deze standaard nadering op een veilige wijze ten uitvoer te brengen. Naast het glijpad van 3 graden zijn één of meerdere valse glijpaden aanwezig die door het ontwerp van de ILS-antennes en reflecties door het aardoppervlak ontstaan. Bekend is dat de valse glijpaden zich bevinden op veelvoud van 3 graden: 6, 9, 12 enzovoorts. In het geval van het 9-graden glijpad zijn de stuursignalen omgekeerd van de signalen bij een standaard 3-graden glijpad. Hoewel procedures en instrumenten niet zijn ontwikkeld om deze zogenaamde valse glijpaden te onderscheppen en te volgen, komt het regelmatig voor dat deze glijpaden tijdens een ILS-nadering toch worden onderschept. Tot nu toe zijn er drie min of meer recente voorvallen bij de Onderzoeksraad bekend waarbij het ILS van bovenaf werd onderschept en die hebben geleid tot risico's bij de uitvoering van de nadering. Naast het voorval boven Eindhoven Airport vonden deze voorvallen plaats in 2011 (Amsterdam Airport Schiphol), en in 2012 (Charles de Gaulles Airport Parijs). Het laatste voorval is onderzocht door het Franse Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) en is vorige maand gepubliceerd. ^[1]

[1] www.bea.aero, rapport 'Approach above glide path, interception of ILS sidelobe signal, increase in pitch angle commanded by autopilot, f-zu120313e / September 2013.

Risico's

Vooruitlopend op de uitkomst van het onderzoek, is de Onderzoeksraad van mening dat luchtverkeersleiders en bemanningen zich bewust moeten zijn van de hieronder genoemde risico's verbonden aan het van bovenaf onderscheppen van het ILS door verkeersvliegtuigen. De Raad adviseert u daarom deze risico's binnen uw organisatie of bedrijf bekend te stellen. De risico's hebben betrekking op:

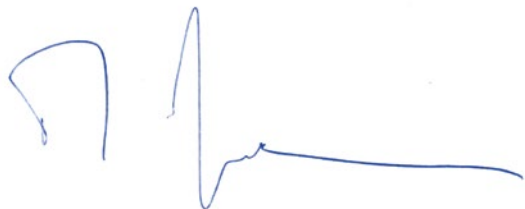
1. de ontvangst van valse glijpadsignalen door de vliegtuignavigatieapparatuur, waarbij de omgekeerde stuursignalen kunnen leiden tot het plotseling omhoog bewegen van de vliegtuigneus, snelle afname van de vliegsnelheid en, afhankelijk van het vliegtuigtype, activering van de stick shaker, als gevolg van verkeerde correcties door de automatische piloot;
2. de (te) hoge (daal)snelheid van het vliegtuig om het glijpad te kunnen onderscheppen waardoor GPWS^[2]-waarschuwingen afgaan;
3. het uitvoeren van een niet-gestabiliseerde nadering;
4. het verhogen van de werklast in de cockpit tijdens een kritische fase van de vluchtuitvoering.

Onderzoek

Tijdens het onderzoek van de Raad zullen de ILS-naderingsprocedures van de militaire en burgerluchtverkeersleiding worden bestudeerd in relatie tot de naderingsprocedures zoals omschreven in de richtlijn van de internationale burgerluchtvaartorganisatie (ICAO). Voor wat betreft ILS-naderingen komt dat er in het kort op neer dat bemanningen in staat moeten worden gesteld om op ruime afstand van de landingsbaan het eindnaderingspad (glijpad) aan te vliegen om vervolgens het glijpad vanaf de onderzijde te benaderen. Een soortgelijke aanbeveling heeft de Raad gedaan naar aanleiding van het Turkish Airlines ongeval in 2009 (Amsterdam).

Tenslotte roept de Onderzoeksraad u op om voorvallen binnen uw bedrijf of organisatie waarbij sprake is van het onderscheppen van valse glijpaden aan de Onderzoeksraad te melden. Deze meldingen kunnen bij het lopende onderzoek worden betrokken. U wordt verzocht deze meldingen te doen op e-mailadres: 2013079@onderzoeksraad.nl.

Hoogachtend,



mr. T.H.J. Joustra
voorzitter

[2] Ground Proximity Warning System.

VEILIGHEIDSWAARSCHUWING

VEILIGHEIDSWAARSCHUWING

Datum: Den Haag, 18 november 2013

ONVERWACHT GEDRAG VAN AUTOMATISCHE PILOOT TIJDENS ILS NADERING

Tijdens naderingen waarbij het instrument landingsysteem (ILS) wordt aangevlogen vanaf een grotere hoogte dan normaal, genereert de automatische piloot mogelijk een hoge neusstand van het vliegtuig hetgeen kan leiden tot een (bijna) overtrek-situatie.

De bijzonderheden

- Wereldwijd zijn verschillende typen ILS in gebruik. De signaalkarakteristieken in het gebied boven het (normale) 3 graden glijpad zijn afhankelijk van het type ILS.
- Bij diverse vliegtuigtypen worden de glijpadsignalen door de automatische piloot op een gelijke manier omgezet in stuursignalen. Het betreft hier vliegtuigtypen die wereldwijd in gebruik zijn bij diverse luchtvaartmaatschappijen.
- Indien het ILS glijpadsignaal vanaf een grotere hoogte dan normaal wordt aangevlogen, met de automatische piloot ingeschakeld, kan het voorkomen dat het vliegtuig plotseling een verkeerd glijpad volgt. Dit resulteert in hoge neusstanden van het vliegtuig (onverwachte vliegtuigbewegingen met de automatische piloot ingeschakeld).

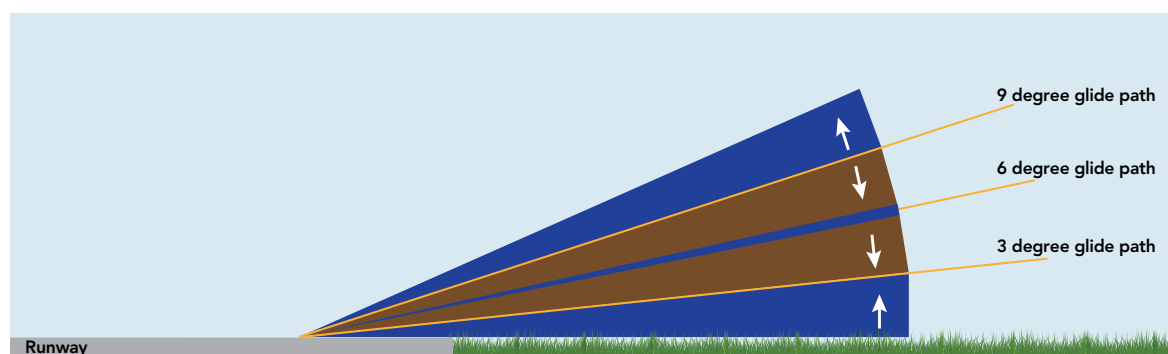
Voorlopige onderzoeksresultaten

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is een onderzoek gestart naar een voorval uit 2013 waarbij tijdens de ILS nadering het vliegtuig plotseling een hoge neusstand aannam. Door de plotselinge hoge neusstand nam de vliegsnelheid sterk af tot een punt waarbij de overtrekwaarschuwing werd geactiveerd. De vliegtuigbemanning maakte vervolgens een doorstart. Gedurende het onderzoek kwamen soortgelijke voorvallen onder de aandacht van de Onderzoeksraad. Een eerste vergelijking tussen de verschillende voorvallen bracht een gemeenschappelijke factor aan het licht, namelijk de aanwezigheid van een zogenaamde "M-array" ILS antenne. Dit type ILS antenne is wereldwijd in gebruik, ook op de grotere vliegvelden en op militaire vliegbases in Nederland.

De ILS systemen worden conform de voorschriften regelmatig gekalibreerd middels meetvluchten zodat het gebruik is toegestaan. Deze meetvluchten richten zich uitsluitend op het gebied rondom het normale 3 graden glijpad. De signaalkarakteristieken in het gebied hoger dan het 3 graden glijpad vormen nu het aandachtsgebied van het onderzoek door de Onderzoeksraad. Door middel van testvluchten zijn de uitgezonden signalen van verschillende "M-array" ILS antennes gemeten. Hierbij zijn de karakteristieken van de glijpadsignalen boven het 3 graden glijpad in kaart gebracht.

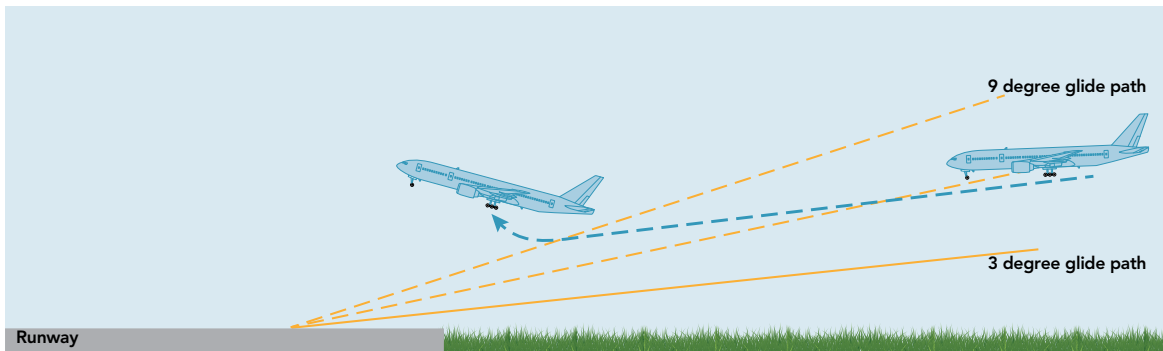
Uit analyse van de metingen blijkt dat in het gebied tussen het 3 en 9 graden glijpad de signaalsterktes variëren. Dit leidt tot waarneembare variaties van het glijpadsignaal op de vlieginstrumenten. Op dit moment zijn twee belangrijke karakteristieken van de "M-array" ILS antenne voor het glijpad gebied geïdentificeerd:

1. Bij het 9 graden glijpad trad er in alle gevallen een omkering van het signaal plaats waardoor ook het vliegtuig omgekeerd reageerde (vlieg hoger / vlieg lager).
2. Bij het 6 graden glijpad trad er soms een omkering van het signaal plaats.⁴¹



Figuur 1: Dwarsdoorsnede van het ILS "M-array" signaal. Schematisch zijn de vlieg hoger (blauw) en vlieg lager (bruin) indicaties weergegeven

⁴¹ Tijdens metingen op twee verschillende vliegvelden in Nederland werd de signaalomkering bij het 6 graden glijpad niet in alle gevallen waargenomen.



Figuur 2: Voorbeeld van een vlucht op een verkeerd glijpad liggend boven het normale 3 graden gebied resulterend in een abnormale vliegtuigtoestand.

Afhankelijk van het gemeten glijpadsignaal van verschillende ILS antennes werd er soms bij het 6 graden glijpad, maar bij alle 9 graden glijpaden, een signaalomkering waargenomen. Deze signaalomkering zorgt ervoor dat de automatische piloot het verkeerde glijpadsignaal gaat volgen zonder daarbij beperkt te worden in de maximale stuuruit-slagen. Tijdens testvluchten resulteerde deze omkering van het signaal in een plotselinge hoge neusstand door stuursignalen van de automatische piloot. Daarbij nam de snelheid van het vliegtuig af. Snel ingrijpen van de vliegtuigbemanning van het testvliegtuig was noodzakelijk om het toestel weer in een normale vliegtuigtoestand te krijgen.

De testvluchten hebben aangetoond dat de gangbare theorie omtrent verkeerde glijpaden (internet, studieboeken en literatuur) een beperkt en niet altijd een juist beeld geeft van alle in gebruik zijnde ILS systemen. In sommige vlieghandboeken staat bijvoorbeeld beschreven dat verkeerde vliegpaden herkend kunnen worden aan een hogere daalsnelheid dan normaal. Deze beschrijving vormt geen nauwkeurige weergave van wat daadwerkelijk verwacht kan worden indien een verkeerd glijpad van een "M-array" antenne wordt gevolgd.

Onderzoek heeft een aantal recente voorvallen aan het licht gebracht waarbij sprake was van een onverwachte hoge neusstand ten gevolge van een verkeerd glijpad. Het betrof hierbij vliegtuigen van verschillende makelij en in gebruik bij diverse luchtvaartmaatschappijen

De voorlopige onderzoeksresultaten hebben de Onderzoeksraad doen besluiten de voorliggende veiligheidswaarschuwing uit te geven teneinde de luchtvaartwereld attent te maken op de karakteristieken van het ILS glijpad en te waarschuwen voor de gevaren die het verkeerd aanvliegen van de ILS met zich mee kan brengen.

Gerelateerde incidenten

Tijdens het huidige onderzoek heeft de Onderzoeksraad kennis genomen van nog een vergelijkbaar voorval met een ander vliegtuigtype op Amsterdam Airport Schiphol in 2011.

In 2012 heeft het Franse onderzoeksbureau "Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile" (BEA) onderzoek gedaan naar een voorval met hoge neus-

standen tijdens de nadering van een passagiersvliegtuig op Paris Charles de Gaulle Airport. Ook bij dit voorval nam de vliegsnelheid plotseling af als gevolg van een hoge neusstand waarna de bemanning een doorstart heeft gemaakt. De Onderzoeksraad heeft informatie ontvangen dat ook op Paris Charles de Gaulle gebruik wordt gemaakt van "M-array" ILS antennes.

Meer informatie over dit voorval is te vinden op <http://www.bea.aero> – rapport "Approach above glide path, interception of ILS sidelobe signal, increase in pitch angle commanded by autopilot", september 2013.

Informatie voor piloten; wat kunt u doen?

Piloten dienen bedacht te zijn op de gevaren die verschillende ILS glijpadkarakteristieken kunnen veroorzaken indien boven het normale 3 graden glijpad gevlogen wordt tijdens de nadering. In het bijzonder geldt dit voor de stuursignalen die de automatische piloot kan genereren bij het actief worden van het glijpadvolgsysteem.

Informatie voor luchtvaartmaatschappijen; wat kunt u doen?

Luchtvaartmaatschappijen dienen na te gaan of additionele procedures of richtlijnen noodzakelijk zijn om het gevaar te verminderen van onverwacht stuurgedrag van de automatische piloot bij ILS naderingen.

Indien u na het lezen van deze veiligheidswaarschuwing denkt dat een soortgelijk voorval zich heeft voorgedaan binnen uw bedrijf dan wordt u verzocht contact op te nemen met de Onderzoeksraad voor het verstrekken van relevante informatie.

Informatie voor luchtverkeersleiders; wat kunt u doen?

Verkeersleiders dienen de voorgeschreven naderingsprocedures te volgen. Het volgen van de naderingsprocedures vermindert de werkbelasting van vliegtuigbemanningen en voorkomt gevaarlijke situaties tijdens de nadering.

Informatie voor vliegtuigfabrikanten; wat kunt u doen?

Vliegtuigfabrikanten dienen na te gaan of additionele richtlijnen noodzakelijk zijn om het gevaar van onverwacht stuurgedrag van de automatische piloot bij ILS naderingen te verminderen.

Wat kunnen de luchtvaartautoriteiten doen?

De luchtvaartautoriteiten dienen na te gaan in hoeverre de betrokken partijen afdoende maatregelen hebben genomen om de risico's te verminderen ten gevolge van het volgen van verkeerde glijpaden. Zij dienen er verder op toe te zien dat maatregelen worden genomen.

Deze veiligheidswaarschuwing heeft niet ten doel om enige schuld of aansprakelijkheid vast te stellen. Het enige doel van deze veiligheidswaarschuwing is de luchtvaartsector opmerkzaam te maken op de geconstateerde potentiële gevaren die de Onderzoeksraad heeft geïdentificeerd bij onderzoek naar dit voorval.

Publicatie van het onderzoeksrapport (Stick shaker waarschuwing tijdens ILS nadering, Boeing 737-800, 31 mei 2013 Eindhoven Airport) wordt verwacht in mei 2014.



mr. T.H.J. Joustra
Voorzitter Onderzoeksraad voor Veiligheid

RELEVANTE ASRS-DATABASE MELDINGEN

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
443810	199907	MD-80 Series (DC-9-80)	3500	Person Flight Crew

Narrative At 5000 ft we were cleared for the ILS RWY 27L approach with an intercept heading of 300 degrees. GS and LOC were alive when we came out of the turn on a 300 degree heading. I lined up with the RWY and started down on the GS. When CLR of clouds, it was obvious that we were not on the appropriate GS. I leveled off at about 3500 ft MSL and observed the GS CLB to a full scale fly-up. We intercepted that GS and it checked correct at the om. Landing was uneventful. We advised approach of the false GS and said they were wondering where we were going. A check of the cabin found no electronic devices in use.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
449482	199909	MD-80 Series (DC-9-80)	600	Automation Air Traffic Control; Person Air Traffic Control

Narrative We were approaching oak airport and the current ATIS was reporting the field to the 300 ft OVCST and 2 mi visibility, and the GS for RWY 29 was reported to be inop. This would put the ceiling approx 60 ft below our minimums for the existing runway conditions. Our other alternative was to use runway 27R which is 5400 ft, which I considered to be adequate, but nevertheless a shorter runway than we are used to using. Minimums for RWY 27R are 250 ft and 3/4 mi visibility, and we were informed that we would be using runway 27R as had other carriers. I briefed the FO on the approach to RWY 27R, but after several minutes had elapsed and a hold to bay approach, we were informed that the runway would now be RWY 29. We checked ATIS only to get the same wx we had before, ie, 300 ft OVCST and 2 mi visibility. We then called oak TWR and were informed that the ceiling was now 800 ft OVCST. This was a last minute change for us while being vectored for the approach to RWY 29. We were high for the profile due to ATC traffic and thereby had to remain at alt and it prevented our normal descent. In addition to this, approach was turning us close to the FAF, compounding our problem of the need for a higher than normal descent rate. We were cleared for the approach to RWY 29 when established on the LOC. At this point I incorrectly selected 'GS' on the MCP. The acft captured a false GS and began descent. At first, the rate of descent appeared normal but as we approached the fix I could see that it was indeed too high a rate of descent. I then disconnected the autopilot and hand flew the approach. During this time of brief confusion, I realized that I might be at an alt that was lower than called for. I queried the FO as to what the alt was supposed to be, but did not hear a response. When I was able to check the alt, I verified that I was too low. I believe this was about 800-600 ft MSL at about 2 mi prior to the FAF. I began to correct, but by the time this occurred, I was at the FAF and minimums for us were 400 ft MSL. I therefore continued to hold this alt, and it was at this point inside the FAF that approach controller or tower (I'm not sure which at this point) called 'low alt alert.' I then queried the FO again as to the correct alt, and he verified that 400 ft MSL was correct for inside the FAF. We broke out on schedule and landed uneventfully. I felt the last minute change of runways, both with marginal sets of conditions, each different in its own way, contributed to the confusion during the high rate of descent, and the eventual capture of a false GS. I feel that I selected the 'GS' under the idea that I was using RWY 27R for a brief moment, then realizing my error tried to correct for the alt when my error was realized.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
457801	199912	B727 Undifferentiated	1000	Person Flight Crew

Narrative Approaching from the north, we were cleared for the visual approach for RWY 12R. The controller was first vectoring us for RWY 12. We asked for RWY 12R and he cleared us for the visual. At about 6 mi from the airport, the PNF set LOC frequency for the PNF. PNF started down to a full scale deflection on ILS. PNF left 3000 ft and was descending, when we all noticed we were too low, even with the full fly down needle. It took several seconds to realize we were trying to intercept a 'false' GS. We were too far to the north of the RWY to receive a valid signal. We climbed back to a good visual glide path, then turned final and followed GS to a landing. It is likely that we went below an electronic GS where one was available. To correct this, better cockpit discipline is needed. I should have been looking outside more because it was a visual.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
458720	199912	B727-200	1500	

Narrative Apching sat from the n, we were clred for the visual apch for RWY 12R. The ctlr clred us for the visual. At about 6 mi from the arpt, the PNF (capt) set the LOC freq for RWY 12R on #1 VOR/ILS and idented the station, then reached forward to tune the ADF freq. The PF (FO) started down to the full fly down GS needle. He left 3000 ft and was dsnding when we all noticed we were too low, even with the full fly down needle. It took several seconds to realize we were trying to intercept a false GS (we were too far to the n of the LOC to receive a valid signal). We clbed back to a good visual glide path then turned final and followed the GS to a lndg. It is likely that we operated below the electronic GS on a visual apch where one was available. To cure this, better cockpit discipline is needed. I should have not have been tuning radios so close to the arpt. Supplemental info from ACN 458719: on visual apch for sat RWY 12R on base. Approx 4-6 mi out, the FO (flying) dsnded lower than normal due to false GS. My focus was on fe duties. I was looking for the arpt when the capt called too low and the FO quickly recovered to 1500 ft AGL

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
473903	200005	B727-200	4000	Person Flight Crew

Narrative Intercepted 20 nm final RWY 17C dfw. At 4000 ft and 12 nm out we captured false GS. FO flying and dsnded well below glide path. Corrected by vasi and normal lndg. Conditions were VFR and noticed b747 holding short on e side of RWY 17C. Possible disruption of GS signal. I believe no acft should hold short so close to the antenna. Could have been hazardous IFR even if unprotected at 800 ft and 2 mi visibility. ATC had no idea of the possible hazard and did not notify apching acft until the complaints started. Callback conversation with rptr revealed the following info: capt stated that the prob with the GS was discovered when the crew noted the altdev via the vasi lights on rwy 17c. They didn't have time, due to freq congestion, to complain to the TWR until after they were on the gnd and other flts began complaining. They called in and agreed with the comments on freq. The b747 was right up to the RWY hold short line. Rptr believes that 800 ft and 2 mi are the limits where ATC starts protecting the ILS GS xmitter by having acft hold further back.

ASRS ACN 476065	Date 200006	Make Model Name B737-200	Altitude.MSL.Single Value 1000	Event Detector Automation Aircraft Other Automation; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Narrative I received vectors to the final apch course ILS RWY 10 at BWI. Wx was approx 600 ft ovcst visibility 2 mi. The reason for the missed apch was an inaccurate GS indication that caused me to dsnd below a normal glide path. We did not get a GPWS warning or a low alt alert from ATC, but went around when the capt recognized that we were too low considering our distance from the RWY. His situational awareness was the only warning sys that worked for us. While intercepting the LOC I got an immediate intercept of the GS as well. At that moment I didn't think much of this, as a very tight vector to final with GS intercept at or prior to course intercept happens all too often at BWI. This factor -- one of reduced expectations of ATC svc -- helped set the trap for me. I immediately called for lndg gear and more flap extension while decelerating and starting down the GS. I had less than desirable pos orientation at that point, as being tuned to the LOC freq I did not have a BWI dme indication, and there is no longer an om beacon on this apch. I was working quickly to get the airplane stabilized as according to the radio altimeter we were already getting close to 1000 ft agl and we were still too fast. I knew that the apch was not going well, but other than being caught by surprise, I hadn't been able to figure out exactly why yet. As we went below about 1000 ft radio alt the capt directed a gar, saying, 'we're too low, gar.' as we were not much below 1000 ft and indicating on the GS I was initially confused by this command, but understood why when he told me we were at least 4 mi from the rwy. He confirmed that I was indicating on glide path with no red flags in view, but this info must have been false. The capt did not have a glide path indication to back mine up, as his VHF was (thankfully) tuned to BWI VOR to ident the GS xing alt, as I had requested. He saw that we were too low for our DME from the field. We do not know why I had an inaccurate GS indication. It may have been momentarily radiating or reflecting falsely, or more likely my GS indicator simply ctred and stuck without warning flags. All the equip worked perfectly normal on the second and completely successful apch, so this remains a mystery. Here is the point I wish to make with this rpt: the lack of an OM or an ILS DME is an unacceptable safety hazard. Chking alt when xing the marker or fix will catch an incorrect GS or altimeter. An ILS apch should preferably be equipped with both pieces of equip, but must have at least one of them. Too many non-DME ILS apchs, such as the ILS RWY 10 at BWI, have had their marker beacons removed for unjustifiable reasons. There are still many acft that do not have RNAV or an extra DME receiver, and we rely on the marker beacon for this chk. Not doing this chk seriously degrades safety. As these marker beacons disappear it is becoming common for unconcerned plts to simply tune the loc on both VHF NAV radios and follow the glide path, without any means to perform the GS alt chk. In fact, this is the proc for a cat II/III apch, where if you are late tuning the second receiver you will not be able to complete the coupled apch. With both receivers tuned to the LOC the VOR DME cannot be received, and no warning of a false GS or an incorrect altimeter setting will be available. On a CAT I apch a concerned and aware crew can leave 1 receiver on the VOR/DME, but this is itself a less than ideal solution. With no comparison btwn receivers a GS error such as occurred in this incident may go undetected. The PF may not have a DME indication, and must rely on the PNF, who is busy with other tasks, for this vital xchk. Flying the apch becomes a fully 2 plt job, rather than a 1 plt job with the other plt as a backup. Interestingly, our b737-200's do have an indicator that repeats the other plt's dme readout, but the view of this readout is blocked by the coplt's arm when hand-flying. If a highly experienced crew that is aware and concerned can be caught i

ASRS ACN 479330	Date 200007	Make Model Name Regional Jet CL65,	Altitude.MSL.Single Value 1600	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	---------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative The flt was routine until the dscent into myr. During the dscent, I lost my situational awareness and ended up high on the apch. I had to execute a missed apch proc. During the dscent, the autoplt was engaged until after GS capture. After GS capture, the GS indicator fluctuated full deflection up and down rapidly. The autoplt was trying to follow the GS indications which resulted in large pitch attitude changes from a few degs nose down to 15 degs nose up. At this point I disconnected the autoplt and overcompensated for the nose up attitude with an increase in thrust and attitude adjustment that resulted in an indicated airspace of 220 KIAS. As we were passing through 1600 ft, we saw the RWY through the broken cloud layer, realized we were too high and going too fast, and a missed apch was carried out. Contributing factors: ATIS wx 10000 ft broken, visibility 4 mi, light rain, calm winds, RWY 17. Actual wx 800 ft broken, visibility 6 mi in haze, calm winds. The clouds obscured our view of the arpt and I did not really mentally prepare myself for an IFR apch, even though we carried out a briefing and properly set up the nav aids. Also, after being clred for the apch, we must have captured a false GS which led to the erratic GS indications and large pitch attitude changes. What really caused the prob: my inattn to detail on this flt led to loss of situational awareness which led to the high and fast apch. Corrective action: when on duty, maintain an appropriate level of alertness at all times to avoid a future recurrence.

ASRS ACN 482987	Date 200008	Make Model Name B737-300	Altitude.MSL.Single Value 4000	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------

Narrative We were on a vector to intercept the RWY 27L ILS. We were told to maintain 5000 ft until xing WAVIE and then clred for the apch. The autoplt captured a false GS and we crossed WAVIE at about 4000 ft. The ctrl saw it and then clred us to 3000 ft and for the apch. There was no conflict. You have to be aware that false GS capture happens and watch the DME at all times.

ASRS ACN 495996	Date 200012	Make Model Name Medium Large Transport, Low Wing, 2 Turbojet Eng	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative While on apch to RWY 27L at ORD, on ILS, all cockpit indications showed we were on GS and LOC. As we got closer to field, we could see PAPI showed us very low. There were no cockpit warnings to correspond. As we started to clb back up to get back on GS via the PAPI, apch asked if we were low. We informed them of false GS info. They said they would look into it. Callback conversation with rptr revealed the following info: rptr has not encountered a similar type incident and has been into ORD frequently since the prob occurred. Rptr did not observe any other acft activity on the adjoining ramp or xing to dep rwy 22.

ASRS ACN 501202	Date 200102	Make Model Name Fokker 100	Altitude.MSL.Single Value 4000	Event Detector Automation Aircraft Other Automation; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Narrative Inbound to dfw on ILS RWY 17C, we received and followed a false GS near penny. When we realized we were on a false GS, we rpted same to TWR. They advised a hvy had just departed RWY 17R. The acft following us on apch rpted similar event. Conditions were VMC and no conflicts were rpted.

ASRS ACN 501539	Date 200102	Make Model Name A319	Altitude.MSL.Single Value 2800	Event Detector Automation Air Traffic Control; Automation Aircraft Other Automation; Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Narrative This prob turned out to be a mixture of late ATC instructions, false GS, and equip failure. We were on a vector from PIT apch. We had initially set up and briefed for RWY 32 in PIT, then they changed our Indg RWY to RWY 28R. They then wanted to change it back to RWY 32 after we had already set up and briefed RWY 28R. The capt asked the ctr if we could keep RWY 28R, and they both agreed. We received a clrc to cross COFEE at 4000 ft and on the vector we were cled for the ILS RWY 28R in PIT. The apch push button was selected, second autoplt engaged, and then we realized that the turn was given late and we were already past the LOC. The capt disconnected the autoplt, and started a r turn back to the LOC. Somehow he thought we were high, thought the GS dev was showing high, and he initiated a dscnt. I was busy reloading the Indg data in the apch phase which had somehow dumped. The apch ctr gave us a 300 deg hdg to reintercept the LOC, and queried us as to if we had RRWY 28R tuned in for the apch, because to him it looked as if we were lined up for RWY 28L. (this was due to the winds, and the late turn-on.) In the meantime, we had dsnded to 2800 ft and broken out of the clouds. There were 2 distinct radio twrs directly ahead, and ATC said maintain 3000 ft. Since we had the arpt in sight, we asked for a visual apch. The ctr said no, not yet. But as we cled the twrs, he cled us for the visual. Even though the apch mode was selected, it is my opinion that the alt alerter should not be inhibited until GS capture. I had no idea we had dsnded that low until the ctr told us to clb to 3000 ft. I do not know if the false GS had anything to do with the inhibit function of the alt alerter. But, if the ceiling was any lower, the event could have been much worse. Due to task loading, airbus anomalies -- such as known false GS captures, and poor situational awareness -- all added to the seriousness of this event. Callback conversation with rptr revealed the following info: the rptr said that the change in RWY assignment required the reprogramming of the apch data. This caused him to be heads down and lose positional awareness. The capt apparently reacted to a false GS and without chking pos, dsnded below the normal apch alt for the pos of the acft. The rptr says that there is anecdotal evidence of false GS capture at CLT, NC, specifically and other arpts used by his carrier as well. This anomaly occurs primarily in the a319 version of the Airbus. His company is aware of it and is investigating. The aural alt alerter is inhibited any time the autoplt is engaged. There should have been an aural alt alert since the capt was hand flying at the time of the alt excursion and there was no GS capture.

ASRS ACN 512017	Date 200105	Make Model Name B757-200	Altitude.MSL.Single Value 3700	Event Detector Automation Air Traffic Control; Automation Air Traffic Control; Automation Air Traffic Control; Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Narrative Arr at Hong Kong int'l arpt, afternoon local time in VMC wx conditions. On apch to RWY 25L we were given the clrc 'turn I heading 270 maintain 4500 ft report established'. I entered 4500 ft in the MCP altitude window and the FO who was the PF turned the heading bug to 270 pushed fl change to dsnd and armed the apch mode. The localizer for 25L is unusable past 7 degs left of course and up until this time i had been unable to identify it. At some point while the airplane was dsnding to 4500 ft and i was looking at my chart to identify the localizer, the glide slope came alive and the autoplt captured it and the localizer. When I had finished identifying the localizer and looked at the ADI glide slope and localizer were captured and the acft was dsnding. Shortly there after we received an autoplt caution with an amber line through the G/S fma indicating a loss of signal. The autoplt continued the dsnd and we waited several seconds to see if it was a temporary loss of signal. We discussed why it had happened and the FO stated it could be a false glide slope and maybe we should select altitude hold. He then asked for altitude hold and i selected it but it would not engage since the localizer and G/S were captured. The altitude alert caution then went off since we had dsnd below 4200 ft. The FO then commented that we needed to be at 4500 ft until lotus intxn. We had extended our rte off the final fix so LOTUS was not on our map display. I looked at the apch chart to get the DME for LOTUS and was switching my map display to ILS mode for the DME when the apch ctrl called and said we were too low, clb to 4300 ft. The FO disconnected the autoplt and began to clb. We then reintercepted the G/S and continued the apch to lndg. On a phone call to the atc supvr I was told the G/S at Hong Kong was unusable beyond 15 miles. I could not find this info on the apch chart or any where else in the many pages of for Hong Kong. Contributing factors were, our failure to keep track of our pos with regards to the proper glide slope intercept. A clrc that did not specify to maintain 4500 ft until LOTUS intxn. Our anticipation of starting down the glide slope shortly after the final vector and clrc. Not remembering that altitude hold was not available when the localizer and glide slope were captured. Some degree of complacency caused by day VMC conditions. Not chking the FMA to see that altitude hold had engaged. Not disconnecting the autoplt in a timely manner and stopping the dsnt.

ASRS ACN 515608	Date 200106	Make Model Name Regional Jet CL65, Undifferentiated or Other Model	Altitude.MSL.Single Value 10000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

Narrative It's difficult to get ZLA to give us a lower alt (phx to bfl) until we're nearly over the field. Steep dscnts for the visual apch are common. On this flt the autoplt intercepted a false GS indication and caused the stick to vacillate and release the autoplt. The faa observe in the jump set thought we had stalled the plane. Is there a way to ident and chart the location of false GS's? Just to add, there was no upset, no injury, and no acft damage. However, others have indicated different occasional outcomes.

ASRS ACN 522450	Date 200108	Make Model Name Super King Air 200	Altitude.MSL.Single Value 5000	Event Detector
--------------------	----------------	---------------------------------------	-----------------------------------	----------------

Narrative On ILS RWY 23L coupled autoplt apch at IND. ATC asked for best forward spd (approx weldo intxn) join RWY 23L LOC dsnd and maintain 5000 ft (from 7000 ft) upon joining LOC autoplt captured. While dsnding the GS captured, autoplt now was following both vert and horiz guidance. ATC asked several (2) times if I would like a 360 deg turn to rejoin. I declined. My coplt had gnd contact. Still imc, I continued to the OM. At the OM GS fell off. ATC asked again for a turn to rejoin, I declined. At this point, I realized I had a false GS. I continued visually to rejoin the GS but did not inform ATC that I was VMC. I had an abnormal apch dscnt rate to rejoin the GS. During this time I was VMC. I landed within the touchdown zone and made a safe and normal rollout. Spd, distance and alt contributed false GS and abnormal dscnt to rejoin GS. Safety was not compromised. A dscnt at flt idle flaps and gear increased drag to rejoin GS.

ASRS ACN 541533	Date 200203	Make Model Name A319	Altitude.MSL.Single Value 3600	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative We were on apch to RWY 36r at clt, 8 nm s of LANSER intxn. The Fo was PF with the autoplt on. We were given an intercept hdg and 'clred for apch' at 3600 ft MSL. The FO armed the autoplt for apch. As soon as the LOC captured, the autothrust increased and the acft started to clb like it was trying to capture the GS. The FO disconnected the autoplt to recapture the alt. The acft clbed to 4300 ft before we quickly recovered to 3600 ft. We also slightly overshoot the LOC course during this recovery. Once we were back to 3600 ft and on loc course, we re-engaged the autoplt then reselected the ILS apch. The remainder of the apch was normal. Evidently the autoplt sensed a false GS.

ASRS ACN 545241	Date 200204	Make Model Name B737	Altitude.MSL.Single Value 1800	Event Detector Automation Aircraft Other Automation; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Narrative On a vector to intercept the final apch for the ILS to RWY 8 at SJU in btwn patty om and wesen intxn, the autoplt captured what appeared to be a false GS signal. The MCP was on apch, the autoplt engaged, and the acft was at about 2000 ft dsndng to an assigned alt of 1800 ft about 7 nm from the RWY and intercepting the LOC on the extended ctrline. The GS indicated on glide path before MCP apch selection. The acft was only about 2.5 nm from the OM dsndng through 2000 ft with a GS xing alt at the marker of 1552 ft with an on glide path indication and joining the loc when apch was selected on the MCP. Immediately after selection of apch, the GS dev scale went from no dev to more than 1 dot below glide path and at the selected MCP airspd of 180 kts the autoplt started a clb for the new GS indication from leveling at the assigned alt of 1800 ft. Autoplt and autothrottles were disconnected and the acft was returned to the proper alt, but not before first clbing to 2500 ft. I was the PF and was totally taken by surprise by the automation actions. I immediately disconnected autoplt and autothrottles but it took me a few seconds to interp the insts and this delay caused the altdev. I have become automation dependent and was not monitoring the autoplt as I should have been. I'll make efforts to improve in this area immediately.

ASRS ACN 561822	Date 200210	Make Model Name A319	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative We were 'clred for ILS RWY 26' at IAH. Ctlr did not mention nor did we notice ils ots on atis. Clred for the ils rwy 4000 ft, pf thought for a second that we had a false GS capture since the aft pitched up unexplainably and momentarily began a clb. Pf disconnected the autoplt and called for 'flt directors off.' dsndng on GS, ctrlr asked if we were going to be able to make it down ok and then mentioned that the GS was ots. PF elected to execute a gar. Thinking we had an auto thrust reverser sys malfunction, we selected auto thrust reverser off. We then tried a couple of times to re-establish automation with confusing results, since monitoring plt only selected his flt director off when called for by PF.

ASRS ACN 581505	Date 200305	Make Model Name B737-500	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------

Narrative We were vectored from the e for the 'mall visual' to RWY 34L at Seattle. It was early morning with the sun at a low angle and a bit hazy. We were at 5000 ft heading w toward the mall area when the ctrlr asked us to rpt the mall in sight. I had the ILS to RWY 34L set in, and set a point in the LNAV 8 mi out (location of the mall). We had plenty of info to back up our pos. Shortly, we saw some roof tops ahead, in the light haze, that we were both sure was the mall. I became fixated on this point so that I could turn final just s of this pos. As we apched the area, I was at the recommended 3000 ft. As I got closer, I started a slight dscent to follow the GS and began a turn toward the radial. Apch corrected us by saying we should be at 3000 ft till the mall and we needed to turn l. That was the first time we realized that we weren't looking at the mall, but some large white roofed commercial buildings e of the mall. The GS was actually a false GS several degs e of the actual desired course. We corrected and finished the apch uneventfully. I had more than enough equip to help me find the correct course guidance. There were acft ahead of me that did the apch fine. We both got fixated on the wrong point. The haze impaired visibility as the sun was at a low angle in the sky, but it didn't trigger any alarm because we were so sure we were looking at the right point. The only thing that could have prevented this would have been to rely on my insts more. However, this was a visual apch and we were believing our eyes. When the visibility is good enough for the mall visual, but less than perfect, there is a large group of buildings e of the mall that is very easy to confuse.

ASRS ACN 593593	Date 200309	Make Model Name PA-28R	Altitude.MSL.Single Value 10000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	---------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

Narrative Apched grand canyon arpt in IMC. Ctlr vectored me to the ILS for circling arr. Wx was rough and there was a strong wind (btwn 20-30 kts). ATC apparently did not take wind into consideration and gave me a very shallow intercept angle. As a result, missed OM before capturing LOC. Caught false GS and dsnded rapidly under autoplt. Disengaged autoplt and hand flew. Called twr to rpt missed apch. Twr asked if i could see the rwy. Rpted 'no rwy in sight, going missed.' began missed apch at 6.7 DME (approx 1 nm late). Missed apch called for straight-out to 10000 ft. With wind and slow clb rate experienced in turb and air, did not reach 10000 ft until in or over grand canyon restr airspace. Called ctrlr to tell him I was still on RWY hdg and not yet at 10000 ft. He told me to go direct to VOR. Circlred back and ultimately given instructions for second and ultimately successful apch. Issues as I see them: 1) atc gave bad instructions for first apch. Possibly did not understand wind conditions. 2) missed apch proc at gcn provides insufficient room to avoid incursion in restr space.

ASRS ACN 607781	Date 200402	Make Model Name Medium Transport	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Automation Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Narrative First leg of the day, early morning dep out of spokane intl. On apch to PDX (ILS RWY 10R) using hud for more precise flying as wx was marginal with gnd fog. (tops approx 800 ft.) (PDX at sea level.) Had flt director programmed to intercept LOC and GS. Loc captured at 15 DME (FAF at 8.1 DME). Was sure GS was captured through hud (looking out the front window). Started down what I thought was a captured GS by cue prompts on hud. Just inside FAF (8.1 DME) I happened to glance down at my PFD on the panel and noticed GS was full scale deflection above our alt. Immediately initiated missed apch proc and overflew the arpt (which I could see through the fog layer (downwind visibility)). At no time did we enter the clouds and had all terrain including i-t bridge in sight for the entire apch. As we were clbing out on the missed apch, PDX twr issued a 'low alt alert.' we complied with missed apch vectors and came around for another uneventful apch to lndg about 8 mins later. We thought the GS may have been compromised by gnd tfc and asked TWR if they were showing anyone near the ILS hold line. They replied that the apch sys was protected. In conclusion, I was flying with a brand new FO. We had an early morning wake-up call that and the previous morning, but I still can't figure out why the hgs sys was prompting me to follow this 'false GS' which caused the full scale deflection to occur. Both I and my FO learned a valuable lesson on xchking more diligently in the future.

ASRS ACN 627813	Date 200408	Make Model Name MD-11	Altitude.MSL.Single Value 5000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	--------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative Following an intercept of the loc, a GS was intercepted, but when we visually acquired the field, we were obviously too high and would require a gar. Apparently the autoplt intercepted and displayed a false GS. We were issued a non-standard GA (standard was 3000 ft to a fix with I turn to intercept an outbound radial). The issued GA was to 5000 ft and a turn to a hdg. Whether this was a vector to downwind or a vector to intercept published radial was unclr. During the GA, the 5000 ft limitation was violated. I noted 5500 ft twice during maneuvering. While we were maneuvering to intercept published outbound missed apch radial, apch ctl finally made it clr we were on vectors for another apch to the RWY. Vectors back to the final apch course and normal lndg was then accomplished. The prob started because we could not start a dscnt when required. A second prob was the request to go-down and slow-down at the same time, a difficult thing to do in a large acft. The third prob was the unanticipated non-standard GA, with confusing instructions as to the required hdg (is this a vector to someplace or a vector to intercept published outbound radial?). Atc's contribution to the developing prob was the issuance of incorrect or inappropriate freqs to establish a dscnt, but as a plt, I should have refused atc's request to correct the prob with spd and high rates of dscnts. Such maneuvers do not work well, especially in an FMS acft. A non-standard GA also became a prob because FMS programmed parameters interfered with the verbal instructions. Having never been to zzzz before and being unfamiliar with the specific apch also contributed to the difficulties.

ASRS ACN 639934	Date 200412	Make Model Name DC-9	Altitude.MSL.Single Value 2300	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative ILS RWY 23 apch vectored at 2300 ft. Approx 800 ft OVCST, 2 mi visibility. Note briefed on apch that the 'GS unusable from r.' vectored from r on intercept hdg. No DME on LOC. Both capt and FO on ILS freq due to procs to ensure good signal. Turned on LOC and clred for apch from a point I guessed would be very close to ADF OM at an alt that should intercept GS prior to ADF. Loc started coming across and loc capture light illuminated and I called it. The autoplt intercepted the GS at a point that I thought was acceptable as we were near the LOC. The dscnt rate of the autoplt increased at an unusual rate and what I thought was the needle swing of ADF marker passage was actually the needle moving with the card as we intercepted the LOC. About that time I sensed something was not right. A false GS capture was not suspected at that moment but I knew something was wrong, as we had not passed the marker yet. I turned autoplt off and leveled about 500 ft below assigned alt just as the formerly captured LOC went full I on the hsi. At that moment, apch questioned our alt and mentioned false GS probs from r side. Clbed back to 2300 ft and re-intercepted LOC and GS for a successful lndg. This apch is a big trap and the FO and I both interped the apch note that if we did have a prob it would just be 'no' GS not a false one. Our non-glass acft with no DME on apch and a false LOC (also with no flags showing) are big factors. From now on, I will have the PNF tune any DME that can help with pos and realize that a note on 'GS unusable' could mean a false GS. Also, our trained proc to always select auto apch on autoplt when clred for apch may not always be appropriate. This buf apch needs to be fixed. One other factor might be that I have been off the dc9 for approx 14 months and just re-qualified on dc9 and have flown only 3 trips when this happened.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
646725	200502	Regional Jet 700	2300	Person Flight Crew

Narrative Prior to apch at RWY 23 in buf, i discussed with my fo that many times i have received a false GS on the ils rwy 23. He said he was aware of the prob. The wx was foggy and the RVR was going up and down btwn 1800 ft and 2000 ft. We were vectored for the apch and given 2300 ft and a hdg to intercept the LOC, clred for the apch. It was kind of a late turn for the LOC, but the apch was armed and captured the LOC and GS almost at the same time. Immediately the GS started moving up and the acft began a clb. My FO disconnected the autoplt and made the corrections to dsnd back down to 2300 ft. We were still outside the OM and decided we would try to get re-established on a stabilized apch. If we could not, prior to the OM, we could go missed. We got back to our assigned alt and we were able to make a stabilized apch to Indg. I informed the apch ctr of our dev and the reason. I also talked to the twr ctr about the prob. I called the supvr and she told me that there is a NOTAM about the GS. She faxed it to me. It has been like this for yrs! I have had this prob many times. This GS needs to be fixed! Or maybe they should not use a downwind, since it only happens on the r downwind for RWY 23.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
656860	200505	Commercial Fixed Wing		Person Flight Crew

Narrative Recently, while making an ILS apch in IMC, I had an acft pitch up event occur as a result of the FO selecting apch instead of VOR/LOC. This occurred after being clred for the apch via vectors. In this case we were 12-13 mi out and just about to capture the LOC when a false GS sit occurred. The GS pointer had been at the top of the indicator and then quickly ctred briefly only to go back to the top of the indicator. However, it had been ctred long enough for the autoplt to capture it and then follow it back up to the top of the indicator. A rather alarming acft pitch up was the result -- not good close to the gnd in IMC! When I was first hired, I recall being instructed to always select VOR/LOC first and then when (and only when) the LOC was captured and an obviously correct GS was available -- select apch. The concern was that GS capture could occur prior to LOC capture and the acft would start to dsnd. That concern is still mentioned in the fom (page 3.16.5). However, if it is not a concern (as obviously it was not in the sit above) the plt is instructed to go ahead and select apch right away. I had been using the old method during upgrade training, but was corrected and instructed to go ahead and select apch right away. Dutifully, I was doing this out on the line until a scenario much like the one described above (fortunately in VMC) occurred. I elected to revert back to the old method from then on. Nevertheless, it appears that new hires are being instructed to use the select apch right away method and pitch ups are occurring. If it has happened to me twice, it has probably happened many times throughout our sys. Obviously, the above described scenario could present a potentially dangerous sit some dark and stormy night. Based on what i have seen out on the line, my suggestion is that the recommended proc be revisited for safety's sake.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
713905	200510	B757-200	4000	Person Flight Crew

Narrative Clred for ILS RWY 27L in VFR conditions. Gs captured at 3000-4000 ft. Outside of the marker, FO said, 'this looks low,' I agree, chk the OM GS xing alt and note it to be 2100 ft MSL. Over the marker, on GS: altimeter read 1500 ft and vasi clrly indicated low. We leveled off, disregarded the GS, picked up the vasi and landed uneventfully. The ILS receiver had captured a false RWY 27L GS. In 25 yrs of flying, I have captured false GS before, but never at ord. If this had been low IFR, the only chance to catch the false GS would be the marker altimeter chk, no other abnormal indications. No FAR's were violated and no pltdevs occurred.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
721031	200612	Skyhawk 172/Cutlass 172	500	Person Air Traffic Control

Narrative Clred for RWY 9R apch at OPF. Ctlr correctly gave me instructions 'maintain 1700 ft until established.' once on the LOC I did not chk my pos relative to the OM (MOLTZ) and acted as if I was inside of MOLTZ (ie, btwn MOLTZ and the arpt). I initiated dscnt and followed a false GS signal down until advised to 'chk alt' and told that I was still outside of MOLTZ. At this point I clbed until reestablished on the apch and proceeded to land normally.

ASRS ACN	Date	Make Model Name	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector
763694	200711	Challenger CL600	5000	Person Flight Crew

Narrative During an inst apch in hvy rain and full IMC, we were assigned 5000 ft till established on the ILS RWY 8R apch into iah. We were still approx 12-15 mi from the arpt when the LOC was captured and tracking. The GS was still intermittent at this point. The autoplt then seemed to capture the GS and lose it or capture a false GS. Either way, the autoplt initiated a clb to capture it. With no visual refs I initiated an immediate pwr input to prevent a stall as the acft lost airspd. I then realized it was clbing and turned off the autoplt to avoid any further clbing. The plane clbed to 5700 ft before I was able to correct the faulty GS capture. I leveled and upon advice of the capt, we turned on the autoplt again. It captured the GS and followed it down properly without incident.

ASRS ACN 779841	Date 200803	Make Model Name Lancair Columbia	Altitude.MSL.Single Value 1700	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative I had requested and was told to expect ILS RWY 9L at zzz. A few mi from the OM, ATC switched me to ILS 12 for noise abatement. I changed the apch in my avionics but did not sufficiently brief the apch because of the last min notice of the change and the immediate need to intercept the LOC. The ctrl was so busy that it was almost impossible to break in to the chatter. When I was seconds from blowing through the LOC, I broke in to request turn to intercept. He gave me the turn, told me to maintain 1700 ft until established and clded for the ILS. I then canceled IFR. He acknowledged. I changed freq. I appeared to be established on LOC but too high for GS. I dsnded quickly to catch the GS. I pulled pwr, spd brakes up, dsnding more than 1000 fpm and couldn't catch the GS. Thank god it was VMC so at 500 ft AGL, when I could not ident the RWY environment, I reapplied pwr and clbed. When I looked at the gps, I was still 5 mi from the arpt. I had followed a bad GS. False GS's are not supposed to exist below the real GS, but standing water or interference may have played a part. In the end, nothing bad happened. My only potential violation was being too low over people and structures. Had I been IMC, the result may not have been as happy. Probable cause: the rushed changing of the apch did not allow me sufficient time to brief it properly. Had I briefed properly, I would have known to not begin my dsnt as early as I did. The false GS indication was a contributing factor.

ASRS ACN 784297	Date 200804	Make Model Name Commercial Fixed Wing	Altitude.MSL.Single Value 1300	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative At 1600 ft initially cleared direct to WESEN. Approaching WESEN SJU approach assigned us a 110 heading and cleared us for the approach. They also told us to switch to tower. It was a tight turn on, estimate a join 2.5 to 3 miles outside the FAF (GS) at 1600 ft. It was daylight and we had ground contact, but there were some scattered clouds. I believe I was heads down to switch to TWR when the captain verbalized a suspect the glide slope. When looking up I noticed a yellow line through GS. Captain initiated a climb back to 1600 ft, and I cycled the FDS and reselected apch. I observed 300 ft low (from 1600 ft) and while correcting tower informed us that approach had assigned us 1600 ft until established on the approach. I flew 3 months in a row of SJU and false GS capture is something I have observed multiple times on ILS RWY 08. However, when I have previously observed false GS capture we were at 3000 ft and remained in protected airspace (above 1600 ft) when the false capture occurred. Since we were already at 1600 ft I did not expect a false capture. I am convinced that there is a problem with the GS to ILS rwy 08 at SJU and the technique used by the many of pilots that fly SJU a lot is to arm the LOC first and then apch when you are very close in.

ASRS ACN 798114	Date 200807	Make Model Name B737-700	Altitude.MSL.Single Value 2200	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative We were on an assigned hdg to intercept the apch course just outside of HASDO at 3100 ft. We were clded for the apch ILS RWY 12R. I selected VOR/LOC initially then selected app as the acft (on autoplt) intercepted the LOC. I confirmed LOC and GS captured on the flt director annunciator panel. At approx 2200 ft MSL, I heard the capt/PM state my name and say, 'we are low, start a clb back up to 2800 ft.' as I was clbing back up to 2800 ft I heard 'caution obstacle' and say same annunciation. Threats and errors 1) did not know GS was rpted unusable on the acars wx rpt. I hear twr clr another acft for the ILS GS unusable apch, but didn't verbalize it and then forgot about it when I was clded for the apch. 2) wx was marginal VMC so I briefed ILS RWY 12R and the visual apch planning on a visual apch. 3) I verbalized VOR/LOC selected but not app selected. 4) when I confirmed LOC and GS were captured, I apparently believed I was on the proper GS and had tunnel vision on that even though after the fact I realized I had intercepted a false GS. I still cannot believe I made such a stupid mistake. 5) ATC did not verbalize 'GS unusable' to us when clded for the apch. 6) the PM told me after we were on the gnd that the twr ctrl told us twice to clb back up to 2800 ft. I never heard any of those calls. Why i didn't hear them, I do not know. Follow our procs all the time.

ASRS ACN 812899	Date 200811	Make Model Name Embraer Jet	Altitude.MSL.Single Value 5000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative During approach to RWY 28 at ORD, we were cleared to maintain 5000 ft until WAVIE at 180 kts and cleared for the approach. Approach was armed on the fgp, and it armed and captured both LOC and glide slope. Not long after this, approx 5 miles outside of WAVIE, the aircraft pitched up aggressively to 10-12 degs nose up. (we believe it was a false glide slope indication because the glide slope 'needle' which was dead on at capture suddenly showed us way below the glide slope.) The airplane responded as it thought it should with a hard pitch up to recapture, with a subsequent rapid loss of airspeed. I immediately disengaged the autopilot and added necessary thrust to return us to 180 kts, while pitching over to recapture the glide slope. (at the apex of the pitch up we had climbed to roughly 5800 ft, at a very high vertical speed, with airspeed rapidly bleeding off.) The altitude was recaptured and re-intercepted the glide slope and continued the approach. There was no more glide slope fluctuations, and even if there were, the rest of the approach was hand flown to a normal approach and landing. There was no ATC communication to us regarding the incident.

ASRS ACN 813124	Date 200811	Make Model Name B757-200	Altitude.MSL.Single Value 6000	Event Detector Automation Aircraft Other Automation; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Narrative At 6000 ft given 130 deg heading to join RWY 16R from the west. Strong crosswind from approx 45 degs from the right at 54 kts. Autopilot captured LOC and I armed the approach mode. Glideslope was alive and at approx 1 dot the autoplt made a false GS capture and aircraft began an abrupt climb with autothrottle adding power. At approx 6300 ft I disconnected autopilot and hand flew back to 6000 ft and continued approach by hand. No conflict with traffic known, however this could be a safety issue on a close parallel approach.

ASRS ACN 813316	Date 200811	Make Model Name B777-200	Altitude.MSL.Single Value 2500	Event Detector Automation Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Narrative We were turned onto the ILS for runway 28. Intercepted the localizer. After we were established on the localizer the glide slope signal falsely captured the glide slope approximately 3 miles prior to where it should have. This led to a low altitude alert from ATC. The aircraft was flown to zzz later in the day where the LOC/GS function worked fine.supplemental info from acn 813477: approach descended us to 2500 ft just outside of WILLT. We captured a false glide slope and stated descending. At 2000 ft I realized we were on a false glide slope and as I was informing my copilot to level off ATC issued us a low alt alert. We climbed back to 2200 ft. We reset our flight directors and intercepted the true glide slope. First time in 37 years of flying that I encountered this. Contradictory flight guidance is harder to resolve than it seems.

ASRS ACN 814945	Date 200812	Make Model Name B767-300 and 300 ER	Altitude.MSL.Single Value 5000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	----------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative At 5000 ft MSL inbound on the ORD ILS Runway 28 approach and about 8 miles outside WAVIE, we were cleared for the approach. After capturing the LOC, approach mode was selected. Shortly afterward we had a false GS capture. The GS captured and the airplane started a steep descent -- 1,500-2,000 fpm. I clicked off the autothrottle and increased the power and started to click off the autopilot when the line went through the GS on the ADI. I started pulling up, but we went down to about 4,600 ft MSL before climbing back to 5,000 ft and continuing the approach to a normal landing. The Controller reiterated 5,000 ft to WAVIE and we told him we had a false GS capture.

ASRS ACN 830430	Date 200904	Make Model Name B757	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	---------------------------	--------------------------------------

Narrative Right traffic for Runway 23 BUF. When given an intercept for the ILS 23, we noted a 'False GS' indication. Since I had read the bulletin, I did not select 'Approach' until established on the LOC, even though we had been cleared for the approach prior to LOC capture. Normal procedures call for 'Cleared for the approach select/request Approach Mode.' The 'False GS' indications occurred exactly as described in the memo. Information has been received indicating it is possible to obtain a significant nose pitch-up, in some cases as much as 30 degrees, if the GS is allowed to capture before established on centerline. Pilots who are preparing to configure and land have the potential to experience abrupt pitch up, slow airspeed, and approach to stall if conditions present themselves in a certain manner. This effect is the result of an earthen obstruction close enough to the ILS to affect the integrity of the GS signal. This has resulted in the issuance of an advisory given on ATIS which states that 'the ILS GS for Runway 23 is unusable beyond 5 degrees right of course.' When attempting to intercept the Runway 23 ILS from right traffic, the ILS GS indication may read full deflection down. Just prior to intercept it may then move up in such a manner as to enable approach mode to capture in such a way as to result in a nose-up pitch and loss of airspeed. Flight crew suggestions/narrative: There is a briefing note on the approach plate noting that the GS is unusable beyond 5 degrees right of course. This small note could be missed during the approach briefing. The 'Approach selection procedures' for BUF Runway 23 would enhance safety for IMC operations if included on the BUF Airport advisory page.

ASRS ACN 836678	Date 200905	Make Model Name PA-31 Navajo	Altitude.MSL.Single Value 1900	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	---------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative The weather conditions were at ILS approach minimums at San Luis Obispo, CA and I was cleared for the ILS Runway 11 approach. I was cleared for the approach, told to maintain 2500 until established. Once cleared for the approach, I intercepted the localizer course and glideslope normally. Nothing seemed out of place. As I passed over the outer marker (DOBRA intersection LOM) I checked my altitude and noticed it was significantly off. I should have been at 2182'. Instead I was at only 1900' and perfectly on 'glideslope'. I immediately executed a go-around and queried tower. I confirmed the altimeter setting and it was correctly set. It seems I was on a 'false glideslope' which was slightly lower than the actual glideslope. I came back around for another approach and this time the altitude checked at the FAF and the approach went normally (although I was issued a 'low-altitude alert' by tower despite being established perfectly on the correct glideslope this time). After landing, I did some research and a local flight instructor said that this 'false glideslope' is common at that airport and that they do know about it and can't fix it. I called the ATC tower to report and the Controller also seemed aware of the problem, and expected that was why I went missed. That morning, I had checked the NOTAM which warned 'check altitude at DOBRA 2182' and I think this made it a very easy decision to go-around when I saw a different reading nearly 300 FT off. HOWEVER, I think the NOTAM could have at least been worded more strongly to convey the problem, or this problem should be included on the IAP chart itself if the problem cannot be corrected. Apparently, other air carriers (including a passenger air carrier have experienced the same problem and executed a go-around). The danger of this problem is that it is very subtle and it takes an alert and competent instrument pilot to even realize there is a problem... This could be very dangerous if someone neglected to cross-check altitude at the Outer Marker and found themselves unknowingly on a low false glideslope!

ASRS ACN 838369	Date 200905	Make Model Name B737 Next Generation	Altitude.MSL.Single Value 2500	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative Downwind leg setting up for ILS 33 to BDL. Altitude 5000 FT, speed 220 KTS. Abeam airport descent was given to 2500 FT. Approximately abeam HADUX (12.2 DME) a left turn to 360 degree was given to intercept the Loc and I was cleared for the approach. I was cleared to join the LOC at or above 2500 FT. I was level at 2500 FT by that point however. I selected auto approach once steady on the heading or 360 as I could see from the map that we were being turned just inside HADUX and we were tight abeam. We also had a 5 or so knot wind from the southwest that would further make the turn to final busy. After selecting auto approach on the MCP, I called for Flaps 5. The pilot monitoring was responding to our approach clearance so I backed up my call with a hand signal. He did select F-5. The localizer captured as I began to feel the aircraft make a sharp turn to the left (30 degree angle of bank) and load up (come under g load). I felt this was normal for the speed we were at, and a tight turn to final with a pushing through the localizer wind. Unfortunately at this point my scan really broke down and I was focusing on the map display and airspeed. Not the gyro and altitude. About this time I began hearing from the pilot monitoring, 'Dude, what are you doing?' I responded, 'What?' Another, 'Dude, what are you doing man?' I said, 'What do you mean?' 'You're climbing, why are you climbing?' At this point I finally got my eyes on the gyro and saw that we were about 15-17 degrees nose up still in a 20 degree plus angle of bank left turn. The altimeter was winding up through 3300 FT, but the glideslope was indicating that we were approximately 1/2 dot low! (Yes, I was a little confused at this point!) I disengaged the autopilot, added a lot of power expecting to be getting slow real fast. We did not get slow. In fact we did not slow below 170 KTS, which was above Flaps 5 speed. I leveled the wings and stabilized the jet at 4000 FT. I felt comfortable with being able to configure and achieve a stabilized approach prior to HOMEY. I asked the pilot monitoring if he was comfortable with that, and he said yes. We configured to Flaps 40, and the glideslope, LOC and map display were all saying the same things. We easily made a controlled descent (1200'/min) to the FAF and I then used the HUD for an ILS to landing. We broke out at around 600 FT AGL. When taxiing in to the gate, I called Approach to ask them if they were having any problems with the glideslope and they said no. I then told them we had a commanded climb on the glideslope just inside HADUX. We climbed up to 4000 FT and I inquired if that caused them any problems. They responded that it did not and that we had an at or above clearance down to 2500 FT. There was no traffic in the area. What I 'think' happened was that the autopilot captured a false glideslope. There was an aircraft that landed about 6 miles in front of us and was taxiing in. I don't normally select auto approach until I am established on the Loc within 10 degrees or so of the final course. I chose to select it on this approach as I felt that I was going to be task saturated with a tight turn to final, and a slight tailwind. Also, since we were at 2500 FT and being turned just inside HADUX, I felt that we would be very close to 'on glideslope' on our 360 heading. I was in the, 'It's been a long day and a long flight. I'll take the help from the autopilot mode.' I think the largest contributing factor to this incident was the breakdown of my scan while in the turn to final. The autopilot was established on alt hold and heading select. I had selected auto approach, and was watching the map as we approached the localizer. I could not fathom why the aircraft would climb, as I knew if anything we were a little high. I did not notice if the GS had captured, but I knew the localizer had as the aircraft was in a tight turn to get on the Loc. I think the non-standard callouts from the pilot monitoring did not make anything clear to me as to what was going on. In fact I think it added to my confusion. I would have almost preferred that he simply taken the aircraft and we could have talked about it later. We debriefed the callouts and how, 'Dude, what are you doing man?' doesn't mean anything to someone that thinks the aircraft is doing everything normally.

ASRS ACN 843674	Date 200907	Make Model Name B757-200	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-----------------------------	---------------------------	----------------------------------------------

Narrative We were given a runway change on base leg at 3000 FT from ILS Runway 4R at Kennedy to ILS Runway 4L. We experienced a false glideslope capture and followed the glidepath to 2400 FT until we were queried by approach. We then climbed to 3200 FT and re-established ourselves on the localizer and glidepath to Runway 4L. Approach and landing were uneventful afterwards.

ASRS ACN 845298	Date 200907	Make Model Name B737 Next Generation Undifferentiated	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	-------------------------------------------------------------	---------------------------	----------------------------------------------

Narrative Flight to ZZZ to an ILS. We were at 5000' MSL 10 miles NW of the field at 180 knots, dropped the gear when we were vectored to the dogleg, and cleared the approach. Weather was expected to be 2500' SCT with a ceiling of 4000' BKN, 5 miles VIS due to -RA/BR. Captain was PM and F/O was PF. We leveled off, configured to flaps 40, and tried to descend aggressively to below the 4000' ceiling and into VMC. Rain precluded us from picking up the runway, and a steady 18-20 knot tailwind kept us high on final. We crossed the FAF approximately 1000 feet high (2900' MSL), with the glideslope coming off the bottom of the case. PF engaged the approach mode when we were within a dot, and then soon thereafter realized this was a false glideslope when it showed us going below the glideslope. We then told Tower we were initiating a missed approach, since we were still IMC. They told us to turn to 330 heading at the departure end, which PM read back. We initiated a go-around, tried to find the departure end through the rain and clouds, and then were told by Tower to turn to 330 heading and contact Approach. 30 to 40 degrees into the right turn, Approach told us to turn left to the 330 heading. They later asked us why we made the right turn instead of going left which would in hindsight have been the shortest direction. I couldn't explain the thought process very well, which was we flew from a right downwind with an approach to the right runway with simultaneous traffic to the left runway and felt we needed to turn from any departures that might be on the other runway during our go-around. They asked us to call the Supervisor when we landed. The following approach was uneventful. Missed approaches are very busy! Flap cleanups and takeoff warning horns, trying to find the end of the runway through the weather in IMC when they think you are VMC, and radio calls. It's just important to pay attention to everything Approach tells you and read it back.

ASRS ACN 858669	Date 200911	Make Model Name B737-400	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	---------------------------	--------------------------------------

Narrative We were being vectored for a visual approach. The weather was VFR with ceilings 3200' broken, visibility greater than 10 miles and light winds from the north. Approach cleared us to turn final outside the FAF and to contact tower. The ILS frequency was tuned. I made a 90 degree left turn toward the runway. Approximately 2 miles outside the FAF, I descended to 600' below the FAF crossing altitude on what appeared to be a false Glide Slope indication. The Captain noted the indication and the altitude. Corrective action was immediately taken to the normal glide path. The aircraft landed uneventfully. Contributing factors were associated with a long day and late night operations.

ASRS ACN 862115	Date 200911	Make Model Name Commercial Fixed Wing	Altitude.MSL.Single Value 6000	Event Detector Automation Air Traffic Control; Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	---------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Narrative Cleared direct to OM for visual approach to Runway 35L DEN. Acquired the airport and Runway 35R. Initiated a turn inbound to the facility and started a descent. Commanded stop descent at 6,000 FT MSL realizing visual picture and altitude were incorrect for our position on the approach. Subsequently received glideslope alert and Tower called low altitude alert. Commanded an immediate climb to 7,000 FT MSL and completed a stable approach to landing. Contributing Factors: Black Hole Approach. Perception of being high for the arrival. Time of day with both crew being up most of the previous day. Momentary distraction of visually acquiring the designated runway and a possible false glideslope in the cockpit. In debriefing this event we identified several indicators that should have alerted us to our loss of situational awareness. It was apparent we were seeing all the indications of our low approach but for a few moments we were not making the connection that was what was occurring. For just a few moments on the approach we both became subtly incapacitated.

ASRS ACN 863727	Date 200912	Make Model Name Widebody, Low Wing, 2 Turbojet Eng	Altitude.MSL.Single Value 1700	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative I was the Captain and Pilot Flying. I was being vectored by Buffalo, NY approach control from a right hand pattern to the ILS for runway 23 at Buffalo, NY Int'l Airport. The conditions were: moderate rain, pattern altitude winds of approximately 140\50kts, and moderate turbulence. While at 2300' MSL, I was given a vector of 200 to intercept the localizer, and cleared for the ILS approach to Runway 23. The left hand wind was too much for that heading to intercept the LOC in time. I saw a distance of 10NM on my FMS's progress page, and that I was well above the Glide Slope (or so I thought). There is a note on the approach page that the Glide Slope is unreliable beyond 5NM of the localizer. I failed to note that, and began a 700fpm descent to attempt to capture the Glide Slope from above because we were now clear of the clouds, and the rain was less. The First Officer advised me where we were off the localizer, (still right), and that the airfield was not in sight. At that point both the Flight Crew, and now Approach Control realized that the ILS approach was being incorrectly flown. Approach Control advised the Flight Crew that their altitude was too low (1700' MSL), told us to climb. We then executed a missed approach to the left with Approach Control issuing a vector of 140 and 2500' MSL. A left hand pattern was flown, and an approach and landing on runway 23 was uneventful.

ASRS ACN 869483	Date 201001	Make Model Name Large Transport, Low Wing, 2 Turbojet Eng	Altitude.MSL.Single Value 2500	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative I would like to highlight three reoccurring problems at SJU. The first is Approach Control keeping us too high while being vectored to Runway 08 from the North. We were kept at 2,500 FT and turned on to final virtually over the FAF (about 1,000 FT high). We ended up going around due to exceeding stable approach parameters. Our next approach pointed out another problem which is intercepting a false glideslope to Runway 08. At 2,000 FT, the autopilot abruptly pitched up to intercept wrong glideslope. I had to disconnect the autopilot to gain control of the aircraft. Third, it is often forgotten by us and SJU Approach Control that the Lagoon visual is not authorized at night! These problems need to be addressed in a more robust fashion than in the past they have existed for way too long and have not been corrected.

ASRS ACN 878921	Date 201003	Make Model Name B777-200	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	---------------------------	--------------------------------------

Narrative First approach ILS 09, turned to final earlier than expected with gusty tailwind aloft. Aircraft captured false glideslope (high); vicinity of FAF crew realized this. Go-around executed. Second approach, again gusty winds aloft with multiple airspeed excursions. No flap exceedences observed. VMC by 1000 FT. Airspeed fluctuations diminishing. Approach missed Tower handoff (high workload). Tower gave green light, no time for voice landing clearance. Auto throttle had difficulty keeping up, overrode auto throttle and flew what would have been manual throttle approach speed. Had 13,000 feet of runway, light aircraft and knew I had deteriorating weather aloft. Maintained positive aircraft control throughout short final, flare and touchdown.

ASRS ACN 883407	Date 201004	Make Model Name Small Aircraft, Low Wing, 1 Eng, Fixed Gear	Altitude.MSL.Single Value 5400	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------

Narrative I was vectored for an ILS to Runway 14 at Medford, Oregon. After being cleared for the approach and intercepting the localizer, I observed the Glide Slope indicator showing Glide Slope interception. I began decent and tracked the Glide Slope and localizer about 2 miles prior to reaching the actual Glide Slope intercept as depicted on the approach plate. I descended 500 FT to an altitude of 4,500 FT at about AMASE (12.7 DME). Cascade Approach called to inform me that I was too low and to cross AMASE at 5,000 FT. I realized that the Glide Slope indication was false and began a climb. I then was instructed to climb to 6,300 FT and given vectors for another approach. On the second approach I used the localizer minimums. The false Glide Slope indication did not show an 'OFF' flag. I believe that the ILS/VOR receiver installed in the plane was very old and was not receiving signals adequately for navigation. The next day, in VFR weather I could not duplicate the problem. The aircraft owner, also a pilot, was in the right seat and also observed the false reading.

ASRS ACN 894153	Date 201006	Make Model Name Widebody, Low Wing, 4 Turbojet Eng	Altitude.MSL.Single Value 3700	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative On approach to Runway 25L at VHHH, we were cleared to 8,000 MSL and were proceeding direct to TD VOR, and cleared for the ILS Runway 25L approach. We were in a descent to cross the TD VOR at 8,000 MSL and had arrived at altitude slightly before the fix with VNAV engaged I began a speed reduction and flap selection to 180 KTS, I called for 4,500 to be placed in the MCP altitude window which was the altitude restriction at LOTUS the join point on the ILS. At approximately 7,500 MSL the ATC Controller advised us there was a possible altitude fluctuation, however VNAV VPI showed us on path, this transmission contributed to us feeling as though we were high, though I believe he merely saw us in a slowing segment. To be sure I would make the restriction I selected V/S and placed the altitude predictor approximately 1 mile prior to LOTUS. I then selected approach mode and planned to arrive at LOTUS at 4,500 MSL capture the altitude, and await localizer and Glide Slope capture. As we approached LOTUS we received an ALT CAP on my FMA and I checked the Glide Slope, to my surprise it showed us 1 dot high on the Glide Slope, which surprised me because at LOTUS at 4,500 MSL we should have been below the Glide Slope and have been awaiting capture from above. (The profile view indicated Glide Slope intercept at .9NM inside of LOTUS). At that point I tried to capture the Glide Slope by selecting a lower alt and engaging V/S. We captured the glide path and continued down, for about 30 seconds when I received a degraded Glide Slope signal FMA, followed sometime later by complete loss of the Glide Slope indication. Since we were in VMC conditions at that point and I thought it would only be a momentary loss of signal by a vehicle or something similar I selected V/S and continued the descent awaiting re-acquisition of the Glide Slope signal. At that point we received a transmission from ATC asking our current altitude, we informed him it was 3,700 FT and he informed us that that altitude was below Glide Slope for that distance. Almost simultaneously we reacquired the Glide Slope and it showed us 1.5 dot low on the Glide Slope, I immediately disconnected the autopilot and hand flew the aircraft back to Glide Slope and reengaged the autopilot. We landed without further incident. In reviewing the chain of events that lead up to and contributed to this incident I realized there were several factors. 1. First, I believe there was an element of mental fatigue, as it was the end of an 8 hour flight arriving in VHHH, this I believe hindered our recognition of what was happening. 2. My approach briefing did not emphasize the importance of 3 key elements: A. Glide Slope ball note-- Glide Slope signal unusable beyond 7 degrees left of LOC course. B. The profile view shows that there is actually a level segment at 4,500 FT for .9 NM before Glide Slope intercept, so any capture or indication supporting a descent prior to 14.1 NM should have been disregarded. C. Taking those factors into account I should have briefed that I would only select localizer until sure of a reliable Glide Slope signal 3. Another contributing factor was the ATC transmission we received notifying us of 'possible altitude fluctuation' as it served to contribute to the crews belief we were high, supported by a false high Glide Slope indication, when in fact we were not high. This combined with an over reliance in Glide Slope indication vs. approach plate altitude discipline influenced my decision to start a descent to capture the Glide Slope. D. Lastly, in retrospect with confusion on why we were indicating above Glide Slope, at a point in the approach where I knew we should have been below the Glide Slope, followed by loss of Glide Slope indication I realize that I should have executed an immediate go around to determine the inconsistencies regardless of the VMC weather conditions.

ASRS ACN 909385	Date 201009	Make Model Name Falcon 10/100	Altitude.MSL.Single Value 2700	Event Detector Person Air Traffic Control
--------------------	----------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------

Narrative While on vectors for the ILS XX we received the ATIS which reported 3,300 scattered with several broken/overcast layers above, 2.5 miles visibility, with light rain/mist. We were given a heading to intercept the localizer and told to descend to 2,700 FT. This was a distraction as the two altitudes depicted for the approach were 3,000 and 2,400 FT. As we intercepted the localizer I noticed that the Glide Slope had captured, the flight director was indicating properly and we had no flags. We both checked this as aircraft Glide Slope had problems in the past but it had always had flags when it did not operate properly. We initially did not notice that we were descending well before the actual Glide Slope intercept point. I called that the Glide Slope had captured and expected the Copilot to crosscheck that with his instruments, which he apparently did not. As we descended Approach called with a low altitude alert and told us to climb back to 2,700 FT, which we did. Thinking that we had captured a false Glide Slope I watched the needles as we started our climb and the Glide Slope indicators did not move from the on Glide Slope position. Once we were back on altitude we realized we were still outside the marker, checked the Copilot's instruments, which appeared to be working and continued the approach using those. This decision was made in part based on the ATIS weather, which as it turned out was not nearly as good as they said. Had we known that we would have missed and tried an RNAV. We continued with a higher than normal workload and finally broke out at about 600 FT. The next day the Copilot said he thought we had landed without a clearance. I cannot be sure if he was talking to Approach or Tower and I do not remember Approach switching us over. I believe contributing factors were: 1. The Copilot, while type rated in the aircraft has very little experience particularly in abnormal/weather conditions and needs to be told what to do and then is fairly slow in getting things done. We did not have as much situational awareness as was possible on the intercept as he was slow getting the FMS set up. In abnormal situations he gets tunnel vision to a certain extent and things get missed – like crosschecking and finishing checklists. That being said it is my responsibility to get that done and I spent too much time trying to figure out what was wrong and not enough making sure he did his job. 2. I have never seen a Glide Slope that was not working properly give no indications. The autopilot and flight director both followed the indicator as if everything was normal and no flags were present. 3. The ATIS weather was nowhere near actual weather. Conclusions [are:] 1. The decision to continue the approach (based on location on the approach, weather, and passenger concerns) was wrong. Considering that the Copilot was weak (actually a good one would probably have insisted on going around) and the aircraft situation, the proper decision would have been to go missed. 2. Better crew communication needs to be readdressed to insure all functions are completed in a timely manner. I have been spoiled with many years of well trained Copilots with which CRM skills are second nature – this is not the case here. 3. More training in the use of and philosophy of the FMS is needed by the Copilot. I have tried to get this accomplished before but since he is also the mechanic he does not see the need to spend time improving his piloting skills.

ASRS ACN 914363	Date 201010	Make Model Name Widebody, Low Wing, 3 Turbojet Eng	Altitude.MSL.Single Value 4000	Event Detector Person Air Traffic Control; Person Flight Crew
--------------------	----------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Narrative We were on vectors for the ILS to Runway 28 by Chicago approach on a heading of 340, at 4000 FT, and assigned 210 KTS approx 15 miles southeast of the airport. We had preceding traffic about 10 miles ahead of us. Roughly 3 miles from ADAME, we were told to turn left to a 290 degree heading, maintain 4000 FT and cleared the ILS 28 approach; speed 170 KTS until WILLT (the FAF). Approach/Land was armed and while rolling out to 290 degrees, we received a false Glide Slope indication showing us momentarily on Glide Slope followed by the Glide Slope indicator going to the top of the scale. This was followed almost immediately by the localizer coming alive. The autopilot responded VERY AGGRESSIVELY by pitching up to regain the Glide Slope resulting in the aircraft gaining 400 FT before the Captain was able to manually override the autopilot and bring the aircraft back to our assigned altitude. We reported to approach control and tower of our deviation and also the erratic Glide Slope information. We were not aware of any ILS interference before commencing the approach and after reporting the incident to tower, another aircraft also reported the same problem with the Glide Slope. Tower reported that the ILS critical area was not being protected (due to the favorable weather conditions) during the entire approach, we were receiving a valid ILS identifier. Within probably a 10 second time frame we received the approach clearance, localizer becoming active, false glideslope, and airspeed instructions. I am now very aware of the fact that after the Approach/Land switch is selected and armed and the Glide Slope or localizer indicators meet the capture criteria, the flight director and autopilot will try to intercept the indicators whether the data is necessarily valid or not. I will make a better attempt in the future to be aware of 'ghost' indications during not only marginal weather, but during good weather as well.

ASRS ACN 915577	Date 201010	Make Model Name B757-200	Altitude.MSL.Single Value 2500	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative Intercepted 2 false Glide Slopes. Cleared by Center to WESEN Intersection for ILS 8 in SJU down to 3,000 FT. On SJU Approach Control cleared to WESEN Intersection for ILS 8 and down to 2,500 FT. Armed APPROACH (APP) on left autopilot. Glide Slope appeared and intercepted as normal on localizer and began to descend. After 300 FT or so I realized that the Glide Slope was wrong. I turned off APP/autopilot and it went away. We were VFR with no traffic so I just maintained my altitude and re-engaged. Glide Slope again came into play and once more intercepted. I followed down to about 1,800 FT realizing again this was a false Glide Slope. I disengaged and leveled off. I asked Tower if they had any low level alerts for me and if any thing abnormal was happening. I was told NO. I re-engaged at about 1,800 FT with what appeared to be the real Glide Slope that finally made sense. But now the localizer was way off with correct heading in the head. This was all very confusing and we got a little behind but it was all drawn back into an acceptable environment and never unsafe for the conditions. But could have been a real problem in weather. This problem demanded 2 heads and First Officer was great back up.

ASRS ACN 927209	Date 201101	Make Model Name B757-200	Altitude.MSL.Single Value 1000	Event Detector Automation Air Traffic Control; Automation Aircraft Other Automation
--------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

Narrative Approximately 6,000 MSL on approach we selected flaps 1 and got a 'LE Flap Disagree' warning. The Captain was the pilot flying and asked to level off at 5,000 and abandon the approach to run the checklist. I ran the QRH as he took vectors with a left turn back around for another approach. Checklist gave us flaps 20 electrically and approach offered an approach to XXL. They vectored us a fix outside the OM to intercept at 4,000 and cleared us for the approach. The autopilot captured LOC and Glide Slope. We flew through a cloud layer between 3,000 and 1,000 FT and broke out at approximately 1,000 MSL with no runway in sight. Approach gave us a low altitude alert. We had ground contact so we leveled off and asked for a vector for the airport which was about 6-8 NM ahead. We had obviously followed a false Glide Slope but the LOC was accurate. The false Glide Slope had a rapid descent so we were occupied with speed control. Final landing was without incident. Queries to Tower revealed the Glide Slope may not have been operational but that they had no indication to it. They did inform us that a GA aircraft ahead of us reported inaccurate Glide Slope readings after landing but that it was too late to inform us of it. Another factor was that our aircraft was a flat panel display with which we are not quite as familiar with so some of the subtle clues such as distance to touchdown and radio altitude may not have been as obvious to us as in the more familiar format.

ASRS ACN 930004	Date 201101	Make Model Name A320	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative At flaps 2 and 180 KTS assigned with autopilot on, the aircraft pitched over to chase erroneous glideslope and accelerated past the 200 KTS limit for flaps 2 by 5 KTS before I could disengage the autopilot. There was no warning from previous aircraft on approach or from Controller. I called Tower upon landing and the problem had occurred previously but not to the extent our aircraft experienced. I was told that the close proximity of a taxiway to the glideslope antennae with passage of a wide body could cause the problem and a B747 was maneuvering in described area at time of event.

ASRS ACN 930349	Date 201101	Make Model Name Boeing Company Undifferentiated or Other Model	Altitude.MSL.Single Value 5000	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	-------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative We were flying a flat panel aircraft and at about 7,000 when I asked for flaps to one. We got the warnings for a LE FLAP ASYM and declared an emergency. They descended us to 5,000 and gave us vectors. The First Officer did an excellent job completing the QRH check-lists to resolve the problem. As soon as we were cleared for the approach we went IMC. Unbeknown to us and ATC the Glide Slope was not working. We briefly followed a false Glide Slope for which we received no warnings, no flags. During the descent we both became acutely aware that something was wrong. Breaking out of the overcast nothing looked familiar. We asked ATC where we were. They gave us the heading that we were flying and to maintain 1,900 MSL, an altitude which was above us. Shortly after we saw the airport and proceeded to an uneventful landing. I then called the Tower Manager who said the technicians had passed the word that the ILS was up and running. What they meant was the opposite direction runway's was, not the approach we were on.

ASRS ACN 942352	Date 201103	Make Model Name Gulfstream G200 (IAI 1126 Galaxy)	Altitude.MSL.Single Value 2400	Event Detector Person Flight Crew
--------------------	----------------	---------------------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative We were on vectors to intercept DAL Runway 31R localizer at assigned 2,400 FT MSL. The autopilot was engaged. We intercepted the localizer with a tailwind and aggressive angle of intercept (late turn by ATC, in my opinion). The pilot flying selected APPCH mode and the LOC captured, but overshot into the approach corridor for Runway 31L. Simultaneously, the avionics indicated a glideslope capture. Position was 10 NM final and since we were 1,100 FT below the glideslope beam, the aircraft pitched up about 5 degrees and began a climb. I directed the pilot flying to disconnect the autopilot, that a 'false glideslope had been captured.' By the time he did this the aircraft was 600 FT high (3,000 FT MSL) and flying towards Runway 31L. I told the pilot flying to descend back down to 2,400 FT and turn right towards the ILS 31R. I estimate our deviation time from 2,400 FT MSL and the 31R localizer to be 45 seconds. No TCAS warnings or ATC query were made. I know of no conflicts to other traffic. The 31R localizer and glideslope were recaptured and a normal approach and landing occurred. My opinion is that the glideslope signal on our landing runway (31R) fluctuated – perhaps due to aircraft taxiing through the critical zone. I recall seeing the glideslope pop down (case break) and then go back up off the HSI. I believe the avionics captured this signal and the aircraft pitched up to maintain the glideslope (even though we were 1,000+ FT below the normal glide path). I will keep a vigilant watch for false captures of the glideslope on DAL 31R. Other pilots familiar with this airport report past fluctuations of this glideslope.

ASRS ACN 1008405	Date 201205	Make Model Name Challenger CL604	Altitude.MSL.Single Value 2400	Event Detector Person Flight Crew
---------------------	----------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative After being assigned a heading to intercept the localizer on the ILS 19 at KTEB, ATC cleared us for the approach. We were established on an intercept heading at 2,000 FT MSL. I armed LNAV and the autopilot captured the inbound course. Once established on the inbound course and approximately three miles outside the FAF, I armed the approach and the autopilot immediately captured the inbound localizer course. The Glide Slope indicated armed or white GS mode on the PFD. At this point, I noticed the Glide Slope indicator on the PFD rapidly move from full scale up to full scale down and then full scale back up again. The autopilot captured the false Glide Slope and the airplane abruptly pitched up from our captured altitude and began to rapidly climb in an attempt to join the Glide Slope from below. I immediately disconnected the autopilot and began to pitch the nose down to stop the climb. However, our altitude increased between 300 and 400 FT above the assigned intercept altitude of 2,000 FT. This occurred so rapidly that ATC never noticed the altitude deviation nor did we mention it since we were told to contact the Tower for landing clearance. The remainder of the approach was hand flown with the autopilot disengaged. As I continued the ILS approach, I noticed the Glide Slope indication make another rapid up and down gyration. It is my belief that these erratic Glide Slope indications are caused by antenna interference from airplanes as they taxi across Runway 19 on their way to Runway 24 for departure. I recommend a statement be added to the TEB Airport Risk Assessment alerting crews to the potential for false Glide Slope capture when flying the ILS 19 approach.

ASRS ACN 1031520	Date 201208	Make Model Name Commercial Fixed Wing	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Flight Crew
---------------------	----------------	---------------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative On approach to Runway 10 at MTPP, we got false glideslope information with the autopilot engaged. Localizer and glideslope were captured. The localizer had also been properly identified. We were descending through approximately 3,000 FT on the glideslope when the downslope all of a sudden showed us low. The aircraft pitched up to maintain glideslope. The Captain, who was the flying pilot, disconnected the autopilot and we continued the approach visually to an uneventful landing.

ASRS ACN 1093059	Date 201306	Make Model Name B767-200	Altitude.MSL.Single Value	Event Detector Person Flight Crew
---------------------	----------------	-----------------------------	---------------------------	--------------------------------------

Narrative On a high vectored left base to Runway 9 approaching KAVME, ATC asked if we had the airport in sight, I thought the First Officer said yes and I did have it in sight so I called the airport in sight. The Controller gave us a heading of 120 and cleared us for the visual to [Runway] 9. We were a bit high so the First Officer used speed brakes to increase descent and we were adding flaps. The heading we were given did not put us in position to intercept final and really just would lead us to about midfield of Runway 9. It was then I realized the First Officer did not have the runway in sight and I selected a heading to intercept final and tried to point out the approach lights. During this time the autopilot had picked up a false Glide Slope and started to follow it down. I noticed we were low and called for the First Officer to correct, at that time ATC gave us a frequency change and a low altitude warning. The First Officer disconnected the autopilot stopped the descent and intercepted final for a normal visual approach and landing. ATC was trying to fit us in ahead of another aircraft leaving us high and in close for the visual; we could have slowed things down by not accepting the visual approach. The Aircraft is very loud in the cockpit and helped cause the miscommunication between the crew about seeing the airport. Not selecting APP mode before being in a normal approach position would help prevent picking up a false Glide Slope when well off to one side of the localizer.

ASRS ACN 1054754	Date 201212	Make Model Name B737-300	Altitude.MSL.Single Value 3000	Event Detector Person Flight Crew
---------------------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Narrative This event occurred during approach to Runway 28L. The ceiling was approximately 1,500 FT MSL, requiring ATC vectors to the approach. There was other traffic in the area and we were vectored to final behind them. ATC had slowed us to 150 KIAS, which, in our type of aircraft, requires landing gear down, and flaps 15. This is a high amount of drag to have, especially in level flight. I was the pilot flying. I was given an intercept heading to join the localizer, and cleared for the approach. The autopilot was engaged, and I armed the VOR/LOC mode. It was clear that the localizer was going to capture at about the same time as the Glide Slope was intercepted. As soon as the FMA changed VOR/LOC to green (captured), I selected the approach function, and the Glide Slope indication went to green (captured) almost immediately. The Glide Slope indicator then trended downward, showing that we were getting high on the desired path. The autopilot, instead of pitching down to follow the Glide Slope, began to pitch up. The airspeed then began to decrease below the minimum for the configuration. I had to add thrust significantly, disconnect the autopilot and manually push the nose over to increase the airspeed and try to regain the proper Glide Slope. I regained it successfully, and flew the remainder of the approach in a stabilized fashion, but the aircraft did not perform as it should have. Performing in the opposite of what it's supposed to do, in a low airspeed, high drag situation is very dangerous. This is not the first time that I have witnessed this kind of behavior in this type of aircraft. This is the third or fourth time that I have seen this, at different airports, but all on ILS frequencies. I have discussed this error with the Captains at the time, and I always get a response such as, 'Well, it's a -300.' This is completely unacceptable, and counter to safety. I can't understand how this equipment can be certified for use in IFR when it behaves in this fashion. Perhaps it's just in a series of autopilots, or series of aircraft, but it seems that a tracking by Maintenance or investigation of some sort is warranted. As we move more and more to a higher level of safety and automation, attitudes like, 'Well, it's a -300,' don't seem to have any place in our system. I have also seen these airplanes nose over suddenly to capture the Glide Slope if you happen to be above it. The pitch over moment is quite severe, and causes alarm to passengers and crew members alike. That may be a separate issue, but it seems like there is a regular deficiency with the autopilot system in this type of aircraft. I believe that this needs to be investigated by the Maintenance Department. Request that when crews witness this behavior, note the time, approach, configuration, frequency, etc. to see if there is a pattern. Have the autopilot system in the affected/reported aircraft checked for proper function. Consult with Boeing to see if there are other reports of this type of behavior.

M-ARRAY GLIJPADMETINGEN MET ILSM-ARRAY GLIJPADMETINGEN MET INSTRUMENTLANDINGSSYSTEEM (ILS)

Technische Universiteit Delft, Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek

1. Inleiding

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van een ILS-glijpadmeting die in het kader van een onderzoek naar een ernstig incident op Eindhoven Airport voor de Onderzoeksraad voor Veiligheid is uitgevoerd. Het hoofddoel van de reeks testvluchten was om de richting en sterkte van het glijpadsignaal te meten, met name boven de 3 graden. Daartoe was het vliegtuig uitgerust met een Flight Inspection System (FIS). Het FIS legt diverse parameters vast en wordt gewoonlijk gebruikt om ILS-installaties op Nederlandse luchthavens te verifiëren en te kalibreren.

Voor deze testvlucht is een patroon gecreëerd om de signaalsterkte en -richting van het ILS-glijpad te meten ('Fly Up' en 'Fly Down'). Omdat de meting betrekking had op het verticale vlak ten opzichte van de landingsbaan, zijn alle testvluchten uitgevoerd met de 'localiser established' (in baanrichting).

Het tweede doel van de testvlucht was om de reactie van de automatische piloot van de Cessna Citation te testen. Naar aanleiding van de 3 voorvallen die onderdeel vormde van het onderzoek zijn drie scenario's opgesteld, , waarbij een glijpad werd onderschept en de neus van het vliegtuig onverwacht omhoog kwam. Op zowel Eindhoven als Woensdrecht staan M-array (Capture Effect) ILS-antennes.

2. De bemanning

De vliegdiens van de Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft beschikt over een laboratoriumvliegtuig dat geschikt is voor deze testvluchten. De medewerkers hebben ervaring met het vliegen met laboratoriumapparatuur, zowel met het vliegen zelf als met de technische ondersteuning. De testvluchten zijn uitgevoerd door twee ervaren testpiloten.

3. Het vliegtuig (PH-LAB Cessna Citation II)

De TU Delft gebruikt een klein zakenvliegtuig als laboratoriumvliegtuig. Het doet dienst bij lucht- en ruimtevaarttechnisch onderzoek en bij experimenten van studenten. Het vliegtuig is geschikt voor een breed scala van onderzoeksprojecten, en om in uiteenlopende behoeften te voorzien is een aantal systemen geïnstalleerd en zijn aanpassingen aan het casco gedaan.



Figuur 1: Het laboratoriumvliegtuig, de Cessna Citation II PH-LAB

De Citation II, een tweemotorig straalvliegtuig, is voorzien van twee Pratt & Whitney JT15D-4 turbofanmotoren waarmee het een maximale hoogte van ruim 13 km (43.000 voet) kan bereiken en een maximum kruissnelheid van 715 km/h (385 KTAS). Dit vluchtkader maakt het mogelijk met het vliegtuig een breed scala van vluchten uit te voeren. Onder andere de volgende apparatuur is aan boord: een Electronic Flight Instrument System (EFIS) met drie schermen, een FMS-systeem (Flight Management System) met GPS-sensor, en een flight director/automatische piloot.

4. Instrumentarium testvluchten Flight Inspection System (FIS)

Het PH-LAB kan worden uitgerust met speciale apparatuur om data van radionavigatiesystemen te verzamelen. Die apparatuur wordt FIS (Flight Inspection System) genoemd en gewoonlijk gebruikt ter verificatie van elektronische signalen in de lucht en het certificering van navigatiehulpmiddelen als de ILS-antenna. De FIS-computer registreert de positie van het vliegtuig evenals gegevens die binnenkomen via speciale antennes en sensoren. De gegevens worden na afloop verwerkt, waarop de status van het navigatiesysteem kan worden geverifieerd en dit, als het volgens de specificaties blijkt te functioneren, voor gebruik kan worden gecertificeerd.

De FIS-apparatuur is nodig om de doelen te bereiken die aan de meting van het signaal voor de testvluchten moeten worden gesteld.

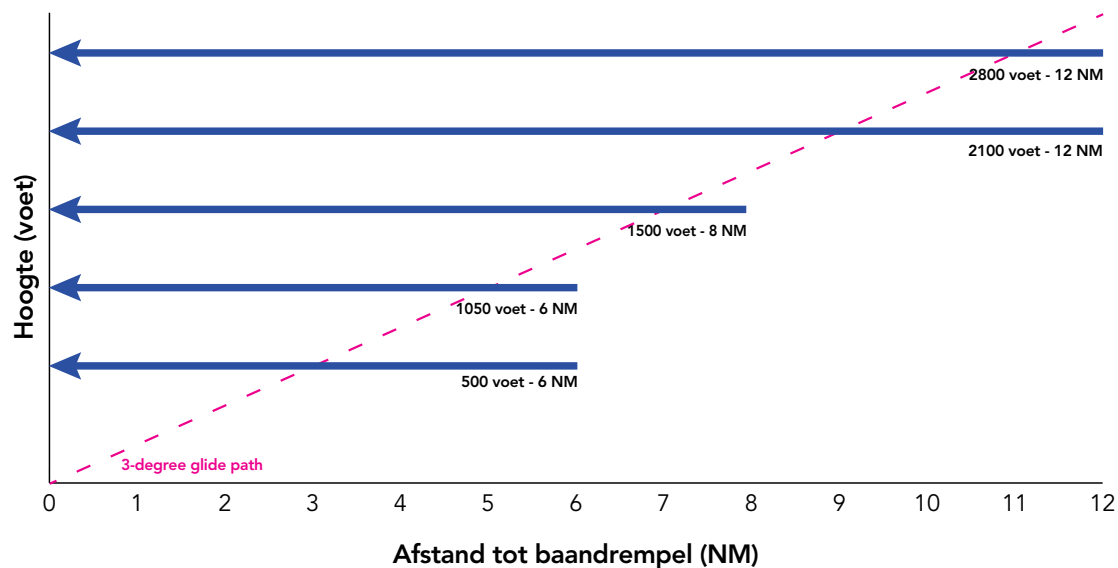


Figuur 2: Het FIS (Flight Inspection System) aan boord van het PH-LAB.

5. Plan voor testvluchten ILS-glijpad

Het eerste doel van de reeks testvluchten was om het ILS-signaal te meten, de focus van deze meting was gericht op de signaal richting boven het 3-graden glijpad. Er was bepaald dat vijf horizontale metingen op verschillende hoogtes voldoende informatie zouden opleveren om de sterkte en richting van het veld boven het 3-graden glijpad te bepalen.

De hoogte waarop de metingen werden uitgevoerd, is gekozen op grond van drie bekende gebeurtenissen waarbij na ontvangst van ILS-signalen tijdens de aanvlief fase een 'stick-shaker' optrad. Aangezien deze drie gebeurtenissen op drie verschillende hoogtes plaatsvonden (1050, 2100 en 2850 voet), zijn deze hoogtes als uitgangspunt gekozen. Voor een homogene meting van het glijpadsignaal zijn daar nog twee hoogtes aan toegevoegd: 500 en 1500 voet. Daarmee is de verticale afstand tussen de horizontale metingen ongeveer 550 en 750 voet. Na de hoogte is de meetafstand vanaf de landingsbaan bepaald. Bij het bepalen van de meetafstand is men ervan uitgegaan dat deze vóór het 3-graden glijpad moest beginnen en moest eindigen boven de antenne (0 NM).



Figuur 3: Bepaling van de meethoogte en -afstand (niet op schaal).

Het secundaire doel van de testvlucht was om de reactie van de automatische piloot van de Cessna Citation te bepalen. Daartoe zijn drie scenario's opgesteld, op grond van drie bekende gebeurtenissen waarbij na ontvangst van ILS-signalen tijdens de aanvlief fase een stick-shaker optrad.

- Scenario 1: Airbus A340, luchthaven Charles de Gaulle, Parijs. Deze testvlucht begint op een hoogte van 6000 voet, op een afstand van 9 NM en eindigt op een hoogte van ongeveer 2850 voet, op een afstand van 2 NM. De grondsnelheid van het vliegtuig werd bepaald op ongeveer 160 knopen, wat overeenkomt met de over de gebeurtenis bekende gegevens.
- Scenario 2: Embraer E190, luchthaven Schiphol, Amsterdam. Deze testvlucht begint op een hoogte van 6000 voet, op een afstand van 9 NM en eindigt op een hoogte van ongeveer 2100 voet, op een afstand van 1,4 NM. De grondsnelheid van het vliegtuig werd bepaald op ongeveer 140 knopen, wat overeenkomt met de over de gebeurtenis bekende gegevens.
- Scenario 3: Boeing 737-800 Eindhoven Airport. Deze testvlucht begint op een hoogte van 2500 voet, op een afstand van 5 NM en eindigt op een hoogte van 2100 voet, op een afstand van 1,4 NM. Net als bij het desbetreffende vliegtuig werd de grondsnelheid van het testvliegtuig bepaald op ongeveer 140 knopen, wat overeenkomt met de over de gebeurtenis bekende gegevens.

Om de testvluchten te kunnen uitvoeren, moest men enige tijd kunnen beschikken over een landingsbaan met ILS. Omdat Eindhoven een drukke luchthaven is, werd besloten de veldmetingen op een andere luchthaven te doen. Woensdrecht, een vliegbasis in de buurt van Eindhoven, bleek over een precies dezelfde ILS-systeem te beschikken. Op Woensdrecht konden de testvluchten worden gehouden zonder het overige luchtverkeer te hinderen.

Omdat het door de Onderzoeksraad onderzochte voorval op Eindhoven Airport had plaatsgevonden, was het van groot belang om de op Woensdrecht verkregen metingen in Eindhoven te verifiëren. Daarom zouden er, ter verificatie, twee testvluchten op Eindhoven worden uitgevoerd: één horizontale en scenario 3 (Eindhoven). Omdat de meting betrekking had op het verticale vlak ten opzichte van de landingsbaan zijn alle testvluchten uitgevoerd met de 'localiser established'. De meetvlucht moest stabiel en op 'localiser established' zijn voordat de glijpadmeting kon beginnen.

Plan voor testvluchten ILS-glijpad					
Vlucht	Locatie	Profiel	Hoogte [voet]	Afstand tot landingsbaan NM	Hoofddoel (secundair doel)
1	EHWO	Horizontaal	500	6	Meting ILS-glijpadsignaal op 500 voet (AP uit – waarneming F/D)
2	EHWO	Horizontaal	1050	6	Meting ILS-glijpadsignaal op 1050 voet (AP uit – waarneming F/D)
3	EHWO	Horizontaal	1500	8	Meting ILS-glijpadsignaal op 1500 voet (AP uit – waarneming F/D)
4	EHWO	Horizontaal	2100	10	Meting ILS-glijpadsignaal op 2100 voet (AP uit – waarneming F/D)
5	EHWO	Horizontaal	2850	12	Meting ILS-glijpadsignaal op 2850 voet (AP uit – waarneming F/D)
6	EHWO	Scenario 1	6000	9	AP aan om reactie automatisch systeem van de Cessna Citation te testen (ILS-glijpadsignaal)
7	EHWO	Scenario 2	5100	9	AP aan om reactie automatisch systeem van de Cessna Citation te testen (ILS-glijpadsignaal)
8	EHWO	Scenario 3	2500	5	AP aan om reactie automatisch systeem van de Cessna Citation te testen (ILS-glijpadsignaal)
9	EHEH	Horizontaal	1050	6	Meting ILS-glijpadsignaal op 1050 voet
10	EHEH	Scenario 3	2500	5	AP aan om reactie automatisch systeem te testen (ILS-glijpadsignaal)

Tabel 1: Beschrijving van de tien metingen die zijn uitgevoerd op Vliegbasis Woensdrecht (EHWO) en Eindhoven Airport baan 21 (EHEH).

6. Testvlucht 1

Het opgestelde testplan is op 11 oktober 2013 en uitgevoerd. Tijdens de vlucht zijn door de testpiloten waarnemingen gedaan. Verder zijn er van de verschillende metingen video-opnamen gemaakt om verder te worden analyse. Hieronder volgt een samenvatting van twee waarnemingen met betrekking tot het voorval op Eindhoven Airport en waarnemingen omtrent het ILS-systeem op Vliegbasis Woensdrecht.

Testvluchten: waarnemingen ILS-glijpadsysteem					
Vlucht	Locatie	Profiel	AP	Waargenomen reactie	
1	EHWO	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping F/D (6), geen reactie F/D	Geen 'vlag' waarschuwing
2	EHWO	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping F/D (6), volledige 'Fly Up'	Geen 'vlag' waarschuwing
3	EHWO	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping FD (6), volledige 'Fly Up'	Geen 'vlag' waarschuwing
4	EHWO	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping FD (6), volledige 'Fly Up', 'Fly Down'	Geen 'vlag' waarschuwing
5	EHWO	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping FD (6), volledige 'Fly Up', 'Fly Down'	Geen 'vlag' waarschuwing
6	EHWO	Scenario 1	Aan	'Fly Down', onderschepping AP (6), volledige 'Fly Up', 'Fly Down'	Geen 'vlag' waarschuwing
7	EHWO	Scenario 2	Aan	'Fly Down', onderschepping AP (6), volledige 'Fly Up', ingreep bemanning	Geen 'vlag' waarschuwing
8	EHWO	Scenario 3	Aan	'Fly Down', onderschepping AP (6), volledige 'Fly Up', ingreep bemanning	Geen 'vlag' waarschuwing
9	EHEH	Horizontaal	Uit	'Fly Down', onderschepping AP (9), volledige 'Fly Up'	Geen 'vlag' waarschuwing
10	EHEH	Scenario 3	Aan	'Fly Down', onderschepping AP (9), volledige 'Fly Up' – vliegtuig 'pitch-up' (zeer abrupt), ingreep bemanning	Geen 'vlag' waarschuwing

Tabel 2: Opmerkingen over tien testvluchten die zijn uitgevoerd op Vliegbasis Woensdrecht (EHWO) en Eindhoven Airport (EHEH).

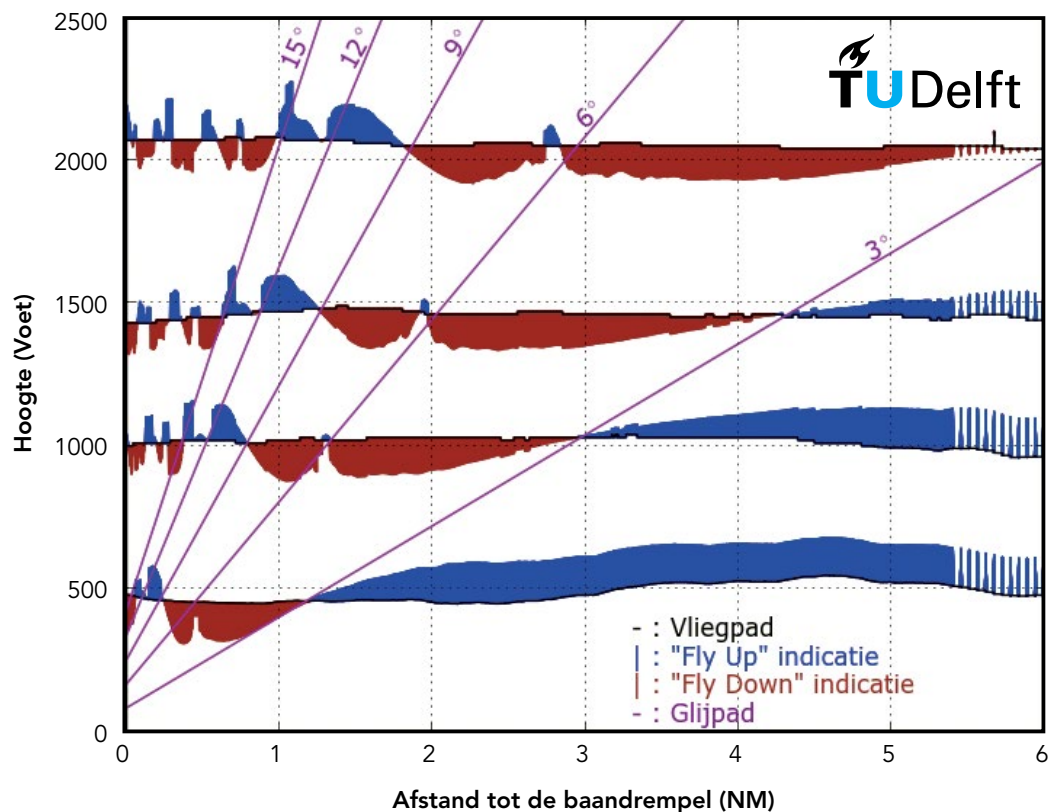
Opmerkingen testpiloot EHWO

'Bij het van onderen naderen van het 3-graden glijpad tijdens de horizontale testvluchten op Vliegbasis Woensdrecht een regulier 'Fly Up'-commando ontvangen. Na het passeren van het 3-graden glijpad veranderde het commando 'Fly Up' in 'Fly

Down', wat men ook zou verwachten. Daarna vlogen we door het 6-graden glijpad, de flight director gaf een indicatie 'on glide' aan, direct daarna volgde een (vrij sterk) 'Fly Up'-signaal. Later veranderde dit naar een 'Fly Up'-signaal tot het 9-graden glijpad.

Bij geringe hoogte (minder dan 1000 voet) is er boven het 6-graden glijpad sprake van steeds veranderende signalen. Maar als het 9-graden glijpad is bereikt, worden de signalen stabiel.

Bij het vliegen van de scenario's op Vliegbasis Woensdrecht was de automatische piloot ingeschakeld en bij het kruisen van het 6-graden glijpad werd de glijpad logica van de autopilot geactiveerd. Hierna volgde de automatische piloot het 'Fly Up' commando en de neusstand van het vliegtuig toenam, hierna moest de bemanning ingrijpen. '



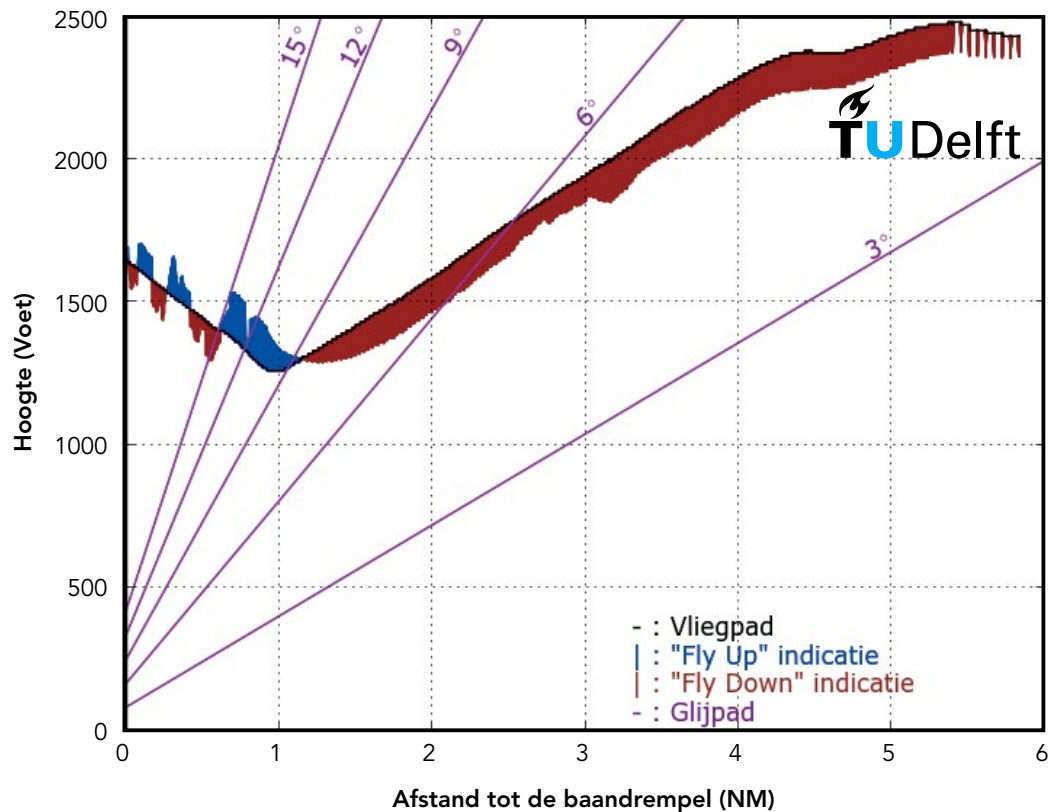
Figuur 4: Horizontale metingen op Vliegbasis Woensdrecht

Samenvatting

Uit de meting op Woensdrecht blijkt dat er een 'Fly Down'-signaal is gemeten tussen het 3- en 6-graden glijpad. Rond het 6-graden glijpad is er sprake van een klein gebied met een 'Fly Up'-signaal. Daardoor werd de glijpad logica van de autopilot geactiveerd, waarop het vliegtuig het commando 'Fly Up' ging volgen. Tussen ongeveer het 6 en 9-graden glijpad werd een 'Fly Down'-signaal gemeten.

Opmerkingen testpiloot over vlucht 10 op EHEH, scenario 3

'Om de incidentvlucht te kunnen navliegen, hebben we een verticaal profiel in het FMS geprogrammeerd. Hieruit volgde verticale indicatie op het PFD, van 2500 voet op 5 NM van de baandrempel tot 1000 voet bij 1 NM. Dit profiel werd gevolgd met behulp van de verticale snelheidsmodus, hierbij werd op automatische piloot gevlogen met de 'glide slope armed'; dit is dezelfde configuratie als bij de vlucht waarmee het incident had plaatsgevonden.'



Figuur 5: meting scenario 3, vlucht op landingsbaan 21 van Eindhoven Airport

'Bij het vliegen van dit profiel, bleef het vliegtuig de gehele daling lang ongeveer 900 voet boven het gebruikelijke 3-graden glijpad te vliegen, waarmee werd de incidentvlucht exact werd nagebootst. Om de dynamiek van deze vlucht zo nauwkeurig mogelijk na te bootsen, werd aangevlogen op de geregistreeerde aanvliegsnelheid van de Boeing 737 van 143 knopen.'

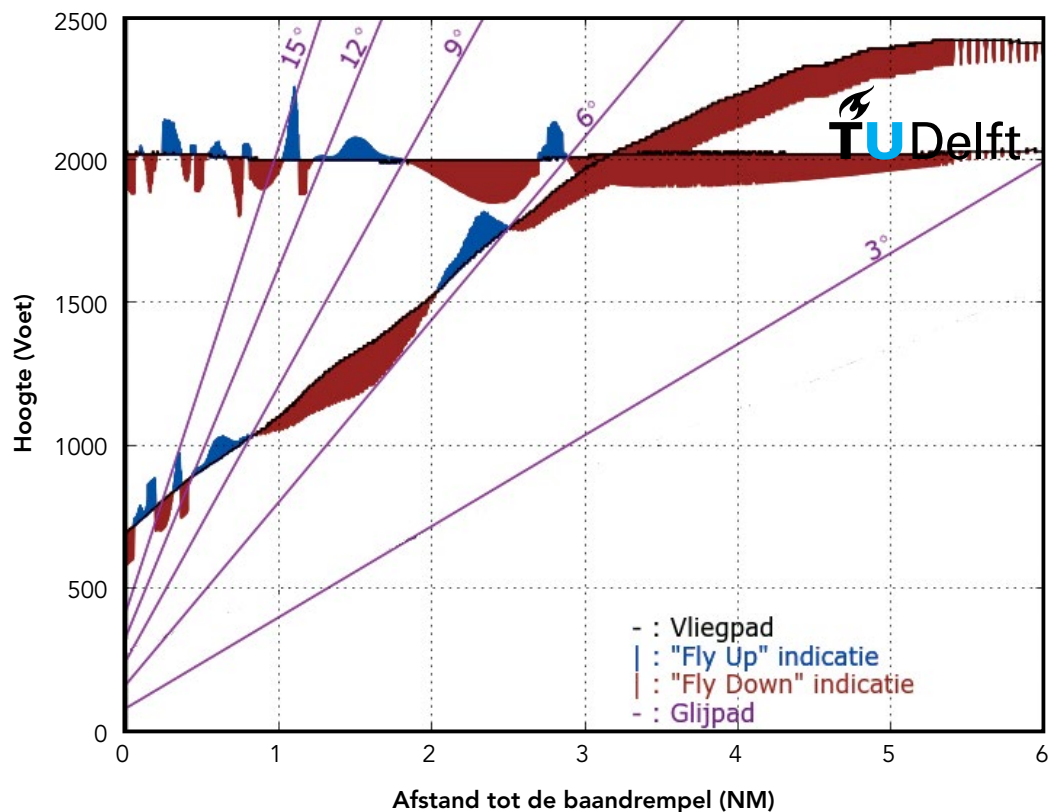
'Vanaf het moment waarop we onze daling inzetten, op 2500 voet, was op de glide slope indicator steeds een volledig 'Fly Down'-indicatie te zien. Naderend op 1 NM DME werd de glide slope indicator actief en begon de flight director het glijpad te onderscheppen. Dit kwam niet als een verrassing, want de Onderzoeksraad had ons gewaarschuwd dat we onderschepping bij een 9-graden glijpad konden verwachten. Bij het 9-graden glijpad verscheen op het scherm een volledig 'Fly Up'-indicatie op het PFD scherm en trok het vliegtuig met de neus snel omhoog. Hoewel in de briefing vooraf was gewaarschuwd was de plotselinge pitch-up en het snelheidsverlies toch opmerkelijk en onverwacht. Omdat de 'pitch-up upset' deel uitmaakte van de test werd ingrijpen zolang mogelijk uitgesteld om relevante gegevens te verzamelen.'

Samenvatting

Uit de testvlucht bleek dat bij landingsbaan 21 van Eindhoven Airport consequent een 'Fly Down'-signaal wordt gegeven tussen het 3- en 9-graden glijpad. Bij het 9-graden glijpad vindt signaalomkering plaats ('Fly Up'). Door deze omkering wordt het glijpad logica van het vliegtuig activeerd, waarop het vliegtuig het commando 'Fly Up' te volgen.

7. Testvlucht 2

Met een tweede vliegtuig, de PH-NLZ van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, is een tweede testvlucht gemaakt om het glijpadveld bij landingsbaan 03 van Eindhoven Airport te meten. Hiervoor is er op 2000 voet een horizontale meting verricht en een diagonale rundown (scenario 3) met de automatische piloot uitgeschakeld uitgevoerd. Deze focus van deze meting was het verzamelen van meer data, hierom werd de automatische piloot uitgeschakeld om geen 'pitch-up' en dus verstoring van de meting te krijgen.



Figuur 6: Meting scenario 3, vlucht op landingsbaan 03 van Eindhoven Airport

Samenvatting

Uit de meting aan landingsbaan 03 van Eindhoven Airport blijkt dat er een 'Fly Down'-signaal is gemeten tussen het 3- en 6-graden glijpad. Rond het 6-graden glijpad is er sprake van een klein gebied met een 'Fly Up'-signaal. Bij deze signaal omkering wordt de glijpad logica van de automatische piloot geactiveerd, waarop het vliegtuig volgt het 'Fly-up' commando. Tussen ongeveer het 6- en 9-graden glijpad werd een 'Fly Down'-signaal gemeten. Daarna werd een 'Fly Up'-signaal gemeten. De meting bij EHEH 03 was gelijk aan die op Vliegbasis Woensdrecht.

8. Meetresultaten

Door een signaalomkering wordt de glijpad logica van de automatische piloot van de Cessna Citation geactiveerd en volgt het glijpad signaal (omhoog of omlaag).

Uit de glijpadmeting op Eindhoven Airport blijkt het volgende:

- Bij landingsbaan 03 werd een 'Fly Down'-signaal gemeten tussen het 3- en 6-graden glijpad. Zo rond het 6-graden glijpad werd in een klein gebied een 'Fly Up'-signaal waargenomen. Tussen ongeveer het 6- en 9-graden glijpad werd een 'Fly Down'-signaal gemeten.
- Bij landingsbaan 21 werd een homogeen 'Fly Down'-signaal gemeten tussen het 3- en 9-graden glijpad. Daarna werd een 'Fly Up'-signaal gemeten

Uit de glijpadmeting op Vliegbasis Woensdrecht blijkt dat:

- er een 'Fly Down'-signaal werd gemeten tussen het 3- en 6-graden glijpad; er zo rond het 6-graden glijpad in een klein gebied een 'Fly Up'-signaal werd waargenomen. Tussen ongeveer het 6- en 9-graden glijpad werd een 'Fly Down'-signaal gemeten. Daarna werd een 'Fly Up'-signaal gemeten.

**Bezoekadres**

Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag
T 070 333 70 00
F 070 333 70 77

Postadres

Postbus 95404
2509 CK Den Haag

www.onderzoeksraad.nl