



Tutkintaselostus

C12/2010L

Liikesuihkukoneen äkillinen lentotilan muutos Moskovan lähestymisalueella 23.12.2010

OH-FLM

Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös turvallisuustutkintalaissa (525/2011) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EU) N:o 996/2010. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

**Onnettomuustutkintakeskus
Olycksutredningscentralen
Safety Investigation Authority**

Osoite / Address: Ratapihantie 9
FIN-00520 HELSINKI

Adress: Bangårdsvägen 9
00520 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: 02951 6001
Telephone: +358 2951 6001

Fax: (09) 1606 7811
Fax: +358 9 1606 7811

Sähköposti / E-post / Email: turvallisuustutkinta@om.fi

Internet: www.turvallisuustutkinta.fi



TIIVISTELMÄ

Moskovan lähestymisalueen luoteisosassa tapahtui torstaina 23.12.2010 kello 16.10 UTC lento-onnettomuus, kun matkalennolla Moskovasta Pietariin olleen Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 tyyppisen liikesuihkukoneen, rekisteritunnukseltaan OH-FLM, lentotila muuttui nousun aikana äkillisesti poikittaisakselin suhteen. Lentokoneessa oli kolme matkustajaa ja kolme miehistön jäsentä. Tapahtuman seurauksena kaksi matkustajaa loukkaantui ja matkustamon varustusta rikkoutui. Lentokone kääntyi takaisin Sheremetyevon lentoasemalle ja loukkaantuneet matkustajat toimitettiin sairaalahoitoon Moskovaan.

Lento oli lentokoneen perämiehelle Euroopan Unionin operatiivisten ilmailuvaatimusten mukainen perehdyttämislento. Ennen lentoa oli sovittu, että tällä lennolla koneen perämies toimii lentokoneen ohjaavana ohjaajana.

Tapahtumasarja sai alkunsa, kun alkunousun aikana lentokoneen varoitusjärjestelmä antoi varoituksen automaattiohjauksen korkeusvakaajan trimmausjärjestelmän viasta. Lentokoneen kapteeni kytki automaattiohjauksen pois päältä vikatilanneohjeistuksen mukaisesti. Seurauksena oli nokka-ylös-nokka-alas liikesarja, joka saatiin nopeasti hallintaan. Lentokoneen tarkastuslistoissa oli ohje pitää ohjaussauvasta tiukasti kiinni ennen automaattiohjauksen irrotusta, mutta ei mainintaa ilmanopeuden muuttamisesta korkeusvakaajan asentoa vastaavaksi. Listoissa ei myöskään ollut mainintaa ”kiinnitä turvavyö” -valon sytyttämisestä.

Tapahtuman syynä oli se, että heti automaattiohjauksen irtikytkemisen jälkeen lentokonetta yliohjattiin poikittaisakselin suhteen. Myötävaikuttavina tekijöinä olivat ohjaamomiehistön koneen korkeusohjauksen keinotuntajärjestelmän ominaisuuksien ja toimintaperiaatteen puutteellinen tuntemus sekä järjestelmästä saatu koulutus. Puutteita havaittiin myös ohjaamomiehistön tekemissä tarkastuksissa ja ohjaamoyhteistyössä ennen lento-olentoa ja lennon aikana. Suuri ilmanopeus oli myös osatekijänä onnettomuushetkellä koettuihin suuriin g-voimiin.

Tutkinnan perusteella annettiin kolme turvallisuussuositusta.



SAMMANDRAG

PLÖTSLIG FÖRÄNDRING AV FLYGLÄGET HOS ETT JETDRIVET TRAFIKFLYGPLAN I MOSKOVAS TERMINALMRÅDE 2010-12-23

I nordvästra delen av Moskvas terminalområde inträffade den 2010-12-23 klockan 16:10 UTC en flygolycka, när ett jetflygplan av typen Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 med registreringsbeteckning OH-FLM på flygning från Moskva till S:t Petersburg under stigningen snabbt förändrade flygläget kring tväraxeln. Det fanns tre passagerare i flygplanet och tre besättningsmedlemmar. Denna händelse ledde till att två passagerare skadades och även utrustning i kabinen skadades. Flygplanet vände tillbaka till Sheremetyevo flygplats och de skadade passagerarna fick sjukhusvård i Moskva.

Flygningen var en introduktionsflygning för styrmannen enligt Europeiska unionens operativa luftfartskrav. Före flygningen hade man kommit överens om att styrmannen på denna flygning skulle fungera som flygplanets pilot.

Händelseserien började när flygplanets varningssystem under den första delen av stigningen gav en varning om fel i autopilotens stabilisatortrim. Flygplanets kapten stängde av autopiloten enligt instruktionerna för felet. Resultatet blev en rörelseserie nos-upp-nos-ner, som snabbt kunde kontrolleras. I flygplanets checklista fanns en instruktion om att hålla stadigt i styrspaken innan autopiloten kopplas ur, men ingen kommentar av att hastigheten ska ändras så att den motsvarar stabilisatorns läge. Checklistan hade inte heller någon uppmaning om att tända lampan "Ta på säkerhetsbältena".

Händelsen orsakades av att flygplanet överstyrdes i förhållande till tväraxeln direkt efter att autopiloten kopplats ur. Bidragande faktorer var bristande kunskap om det artificiella känslsystemet för flygplanets höjdstyrverk och dess funktionsprincip samt bristande utbildning på systemet. Dessutom fanns det brister i flygbesättningens kontroller och samarbetet i cockpit före start och under flygningen. Även den höga hastigheten var en bidragande faktor till de stora g-krafter som man upplevde under olyckan.

Utredningen ledde till tre säkerhetsrekommendationer.



SUMMARY

IN-FLIGHT UPSET OF A BUSINESS JET IN THE MOSCOW TERMINAL CONTROL AREA ON 23 DECEMBER 2010

An accident took place in the northwestern part of the Moscow Terminal Control Area (TMA) on Thursday, 23 December 2010 at 16:10 UTC. While enroute from Moscow to St Petersburg, a Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 business jet, registration OH-FLM, experienced a sudden in-flight pitch upset during the climb. There were three passengers and three crew-members of the on board. As a result of the occurrence two passengers were injured and some of the cabin interior was damaged. The aircraft returned to Sheremetyevo Airport and the injured passengers were taken to hospital in Moscow.

The flight was a familiarisation flight for the co-pilot in accordance with the European Union Regulation on Air Operations (EU-OPS). Before the flight it was agreed that the co-pilot would act as the Pilot Flying (PF).

The course of events began during the initial climb when the Engine Indication and Crew Alerting System (EICAS) annunciated an Autopilot Stabilizer Trim Failure (AP STAB TRIM FAIL) warning. In accordance with the fault checklists the captain disengaged the autopilot. This resulted in a porpoising oscillation which was quickly brought back under control. Whereas the aircraft's checklists advise the pilots to firmly grip the control column prior to AP disengagement, they do not instruct the flight crew to consider adjusting the airspeed to correspond to the horizontal stabilizer angle. Neither did the checklists include any mention of turning on the Fasten Seat Belt sign.

The cause of the occurrence was the overcontrolling of the aircraft's pitch attitude immediately after the autopilot was disengaged. Contributing factors included the pilots' unfamiliarity with the characteristics and operating principle of the aircraft's artificial pitch feel system as well as shortcomings in system training. Further shortcomings were also observed in the flight crew's checks and in crew cooperation. High airspeed was yet another contributing factor to the considerable acceleration (g) forces experienced during the upset.

The investigation commission issued three safety recommendations.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY	VII
KÄYTETYT LYHENTEET	XI
ALKUSANAT	XV
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Onnettomuuslento ja tapahtumien kulku	1
1.1.1 Lennon valmistelu	1
1.1.2 Onnettomuuslento	1
1.2 Henkilövahingot.....	4
1.3 Ilma-aluksen vahingot	4
1.4 Muut vahingot.....	5
1.5 Henkilöstö	5
1.5.1 Lentokoneen miehistö	5
1.5.2 Matkustajat	6
1.6 Ilma-alus.....	7
1.7 Sää.....	8
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat	9
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	9
1.10 Tapahtumapaikka.....	9
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	9
1.12 Onnettomuuspaikan ja lentokoneen tarkastus	10
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset	10
1.14 Tulipalo.....	10
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat	10
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	10
1.16.1 Käytetyt tutkintamenetelmät	10
1.16.2 Ohjaamomiehistön toiminta.....	11
1.16.3 Lentokoneen korkeusohjausjärjestelmän keinotunto.....	16
1.16.4 Tekninen tutkinta	17
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	19
2 ANALYYSI	21
2.1 Lennon valmistelu	21
2.2 Onnettomuuslento.....	22
2.3 Käsikirjat ja koulutus	26



2.4 Pelastustoimenpiteet.....	28
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
3.1 Toteamukset	29
3.2 Tapahtuman syyt ja myötävaikuttaneet tekijät	31
4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET	33
4.1 Toteutetut toimenpiteet	33
4.2 Turvallisuuksuosituksen.....	33
4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia	34

LIITTEET

Liite 1. Yleiskuvaus yhtiön lentotoimintaan liittyvästä ohjeistuksesta ja lentokoneen lennonhallintajärjestelmästä.

Liite 2. Yhteenveto lausunnoista.



KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
AFCS	Automatic Flight Control System	Automaattiohjausjärjestelmä
AHRS	Attitude-Heading Reference Unit	Asento- ja suuntatietojärjestelmä
ALT	Altitude	Korkeus merenpinnasta
AP	Autopilot	Automaattiohjaus
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Lähestymisalueen automaattinen tiedotuspalvelu
BKN	Broken (clouds 5–7/8)	Melkein pilvistä (pilvet 5–7/8)
CB	Cumulonimbus	Kuuropilvi
DG	Directional Gyro	Suuntahyrrä
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
EFHK	Helsinki-Vantaa airport	Helsinki–Vantaan lentoasema
EFIS	Electronic Flight Instrument System	Sähköinen lennonvalvontajärjestelmä
EICAS	Engine Indication and Crew Alerting System	Moottorinvalvonta- ja ohjaamomiehistön varoitusjärjestelmä
EU-OPS	European Operations	Yhteiseurooppalaiset operatiiviset ilmailuvaatimukset
FAM	Familiarisation flight	Perehdyttämislento
FCOM	Flight Crew Operating Manual	Ohjaamomiehistön toimintakäsikirja
FD	Flight Director	Lennonohjausjärjestelmä
FEW	Few (clouds 1–2/8)	Vähän pilviä (pilvet 1–2/8)
FGC	Flight Guidance Computer	Lennonohjauslaskin
FGP	Flight Guidance Panel	Lennonohjauspaneeli
FL	Flight Level	Lentopinta
FLC	Flight Level Change	Lentokorkeuden (-pinnan) muutos (Lennonohjausjärjestelmän toimintatila)
FMA	Flight Mode Annunciator	Lennonohjausjärjestelmän toimintatilan ilmaisut PFD-näytöllä
FMS	Flight Management System	Lennonhallintajärjestelmä
FPL	Flight Plan	Lentosuunnitelma
ft	Foot (feet)	Jalka, jalkaa
GAFOR	General Aviation Forecast	Yleisilmailuennuste



GS	Ground Speed	Maanopeus
h	Hour(s)	Tunti, tuntia
HDG	Heading	Ohjaussuunta
hPa	Hectopascal	Hehtopascal
HSTECU	Horizontal Stabilizer Electronic Control Unit	Korkeusvakaajan trimmijärjestelmän ohjausyksikkö
IAS	Indicated Airspeed	Mittarinopeus
kg	Kilogram	Kilogramma
km	Kilometre	Kilometri
km/h	Kilometres per hour	Kilometriä tunnissa
kts	Knots	Solmua
l	Litre	Litra
m	Metre	Metri
MDC	Maintenance Diagnostic Computer	Lentokoneen laitteiden vikailmoituksia kootusti taltioiva tietokone.
MFD	Multi-Function Display	Monitoiminäyttö
Metar	Aviation routine weather report	Määräaikainen lentosääsanoma
min	Minute	Minuutti
MSL	Mean sea level	Keskimääräinen merenpinta
MSW	Master Wheel Disconnect	Ohjaussauvassa oleva automaattiohjauksen irrotuskytkin
NM	Nautical mile	Meripeninkulma, merimaili
NOTAM	Notice to airmen	Tiedote ilmailijoille
OM	Operations Manual	Toimintakäsikirja
OM-A	Operations Manual Part A	Lentotoimintakäsikirja
OM-B	Operations Manual Part B	Lentokäsikirja
OVC	Overcast (clouds 8/8)	Täysin pilvistä (pilvet 8/8)
PF	Pilot Flying	Ohjaava ohjaaja
PFD	Primary Flight Display	Ensisijainen lennonvalvontanäyttö
PFI	Pre-Flight Inspection	Ilma-aluksen lentoa edeltävä tarkastus (Ohjaajien tekemä)
PIC	Pilot-in-command	Ilma-aluksen päällikkö
PIO	Pilot Induced Oscillation	Ohjaajan toiminnan aiheuttama koneen heilahtelu



QFE	Atmospheric pressure at aerodrome elevation	Ilmanpaine lentopaikan korkeudella
QNH	Altimeter setting to indicate elevation above mean sea level	Korkeusmittarin asetus, jolla määrätään korkeus keskimääräisestä merenpinnasta
QRH	Quick Reference Handbook	Pikaohjekäsikirja
RWY	Runway	Kiitotie
s	Second	Sekunti
S/N	Serial number	Sarjanumero
SCT	Scattered (clouds 3–4/8)	Osittain pilvistä (pilvet 3–4/8)
SID	Standard Instrument Departure	Vakiolähtöreitti
SKC	Sky clear	Kirkasta
SOP	Vakiotoimintamenetelmät	Standard Operating Procedures
SSCVR	Solid State Cockpit Voice Recorder	Elektroninen ohjaamon äänitallennin
SSFDR	Solid State Flight Data Recorder	Elektroninen lentoarvotallennin
Stab	Stabilizer	Korkeusvakaaja
SWC	Significant Weather Chart	Merkitsevän sään kartta
TAF	Terminal Aerodrome Forecast	Lentopaikan sääennuste
TEMPO	Temporary	Ajoittain
TOGA	Take-Off Go-Around	Lentoonlähtö ylösveto
ULLI	St Petersburg Pulkovo airport	Pietari Pulkovon lentoasema
UTC	Co-ordinated Universal time	Koordinoitu maailmanaika
VOR/DME	VHF omnidirectional radio range with distance measuring equipment	VHF–monisuuntamajakka ja etäisyydenmittauslaite yhdistettynä



ALKUSANAT

Moskovan lähestymisalueen (Terminal Control Area, TMA) luoteisosassa tapahtui torstaina 23.12.2010 lento-onnettomuus, kun liikelennolla Sheremetyevosta Pietariin ollut Sadco International Ltd:n omistama ja Jetflite Oy:n käyttämä Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 -tyyppinen liikesuihkukone, rekisteritunnukseltaan OH-FLM, joutui nousun aikana äkilliseen lentotilan muutokseen poikittaisakselin suhteen. Tapahtuman jälkeen kone palasi takaisin Sheremetyevon lentoasemalle.

Onnettomuustutkintakeskus ilmoitti tapahtuneesta Venäjän kansainväliselle ilmailukomitealle (Interstate Aviation Committee, IAC), lentokoneen tyyppi hyväksyntävaltion Kanadan onnettomuustutkintaviranomaiselle (Transportation Safety Board of Canada, TSB Canada). Liikenteen turvallisuusvirastolle, Kansainväliselle siviili-ilmailujärjestölle (International Civil Aviation Organization, ICAO) Euroopan komissiolle ja Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (European Aviation Safety Agency, EASA).

Onnettomuustutkintakeskus määritteli tapauksen ICAO Annex 13:n mukaan lento-onnettomuudeksi, koska yksi matkustajista loukkaantui vakavasti. Venäjän Federaatio on ilmoittanut ICAO Annex 13:een poikkeaman, jonka mukaan he eivät luokittele tällaista tapausta lento-onnettomuudeksi. Onnettomuustutkintakeskus asetti 31.12.2010 päätöksellään C12/2010L onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Lautakunnan puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Ari Huh-tala ja jäseneksi tutkijat Kari Laine ja Jan Nordlund. Lautakunta kutsui asiantuntijaksi Juha-Pekka Keidaston.

TSB Canada nimesi tapauksen tutkintaan ICAO Annex 13 mukaisen valtuutetun edustajan. Finnair Oyj kopioi tutkintalautakunnan valvonnassa lentokoneen lentoarvotallenteen, jolloin todettiin ohjaamon äänitallenteen pyyhkiytyneen tapahtuman osalta. Lentoarvotallentimen tiedot purettiin TSB Canadian toimesta. Tutkintalautakunta teetti lentokoneen korkeusvakaajan kierrekäyttimen voitelurasvan analyysin Puolustusvoimien Teknillisen Tutkimuslaitoksen laboratoriossa, Lakialassa.

Tutkintaselostuksen lopullinen luonnos lähetettiin 27.11.2012 lausuntoja varten asianosaisille, Jetflite Oy:lle, Liikenteen turvallisuusvirastolle, EASAlle, TSB Canada:lle, Venäjän Federaation siviili-ilmailuviranomaiselle (Federal Aviation Authority of Russia, CAA) ja lentokoneen valmistajalle (Bombardier Aerospace). Vastaukset lausuntopyyntöihin saatiin 19.4.2013 mennessä ja ne on huomioitu lopullisessa tutkintaselostuksessa.

Tutkintaselostuksessa käytetyt kellonajat ovat koordinoitua maailman aikaa (Co-ordinated Universal Time, UTC). Liitteessä 1 on käsitelty yhtiön lentotoimintaan liittyvää ohjeistusta sekä kuvattu lentokoneen lennonhallintajärjestelmiä.

Suomenkielinen tutkintakertomus on alkuperäinen asiakirja ja se käännettiin englanniksi. Tutkintaselostus ja tutkinnassa käytetty lähdeaineisto ovat taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.



1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Onnettomuuslento ja tapahtumien kulku

1.1.1 Lennon valmistelu

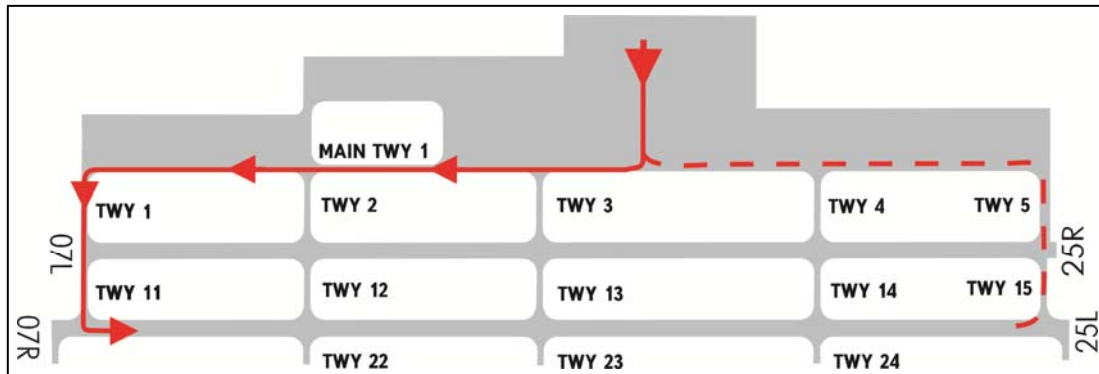
Torstai-iltana 23.12.2010 Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 -tyyppisen liike-suihkukoneen oli tarkoitus lentää Moskovan Sheremetyevon (UUEE) lentoasemalta Pietarin Pulkovon (ULLI) lentoasemalle. Lentokoneen miehistö tuli Sheremetyevon lentoasemalle noin kaksi tuntia ennen arvioitua koneen lähtöaikaa ja aloitti lentoon liittyvät valmistelut. Koneen perämiehelle lento oli yhtiökoulutukseen kuuluva perehdyttämislento (Familiarisation flight, FAM). Tällä lennolla hänen oli määrä toimia lentokoneen ohjaavana ohjaajana (Pilot Flying, PF).

Miehistö teki lentokoneelle lentoa edeltävän tarkastuksen (Pre-Flight Inspection, PFI), joka tehdään laajennettuna valmistauduttaessa päivän ensimmäiselle lennolle. Kapteeni teki koneen ulkopuolisen tarkastuksen ja totesi lentokoneen pinnoille sataneen ohuen kerroksen pakkaslunta edellisen yön ja tapahtumapäivän aikana. Lumi irtosi pois kevyesti harjaamalla. Korkeusvakaajan yläpinnoilla ollutta lunta ei poistettu, koska muilla pinnoilla ei ollut jäätä eikä lumi ollut kiinnittynyt siiven pintaan. Koneen perämies aloitti ohjaamon ja matkustamon yleistarkastukset ja kapteeni teki tarkastuslistan mukaiset tarkastukset ohjaamossa. Tehtyään tarkastuksensa perämies syötti lentoa koskevat tiedot koneen lennonhallintajärjestelmään (Flight Management System, FMS). Perämies teki vielä itsekin koneen ulkopuolisen tarkastuksen ennen moottoreiden käynnistämistä.

Lentokone oli lennetty 21.12.2010 Helsinki-Vantaan lentoasemalta Pietarin Pulkovon lentoasemalle ja seuraavana päivänä Moskovan Vnukovon lentoasemalle. Päivän päätteeksi kone lennettiin Moskovan Sheremetyevon lentoasemalle, jossa kone oli yöpynyt asematasolla. Sama ohjaamomiehistö oli lentänyt kaikki lennot.

1.1.2 Onnettomuuslento

Ennen rullausselvityksen pyytämistä koneen ohjaamomiehistö oli kuunnellut Sheremetyevon lentoaseman lähestymisalueen automaattisen tiedotuspalvelun (Automatic Terminal Information Service, ATIS) tiedotteen Oscar. Tiedotteen mukaan lentoasemalla oli käytössä kiitotie 25L. Rullausselvityksen yhteydessä ohjaamomiehistö sai kuitenkin selvityksen rullata kiitotien 07R odotuspaikalle, koska lentoonlähtöä varten käytettävä kiitotie oli vaihtunut. Kapteeni aloitti kello 15.35 rullauksen asematasolta rullausteitä 1 ja 11 pitkin odotuspaikalle. Rullauksen aikana ohjaamomiehistö sai reittiselvityksen sekä siinä yhteydessä vakiolähtöreitin BUZHAROVO 07 DELTA (AR 07D). Uusi kiitotie ja vastaava lähtöreitti vaihdettiin koneen FMS:ään ja kannettavalla tietokoneella olevalla ohjelmalla tehtiin kiitotien muutoksesta johtuvat uudet suoritusarvolaskelmat lentoonlähtöä varten.

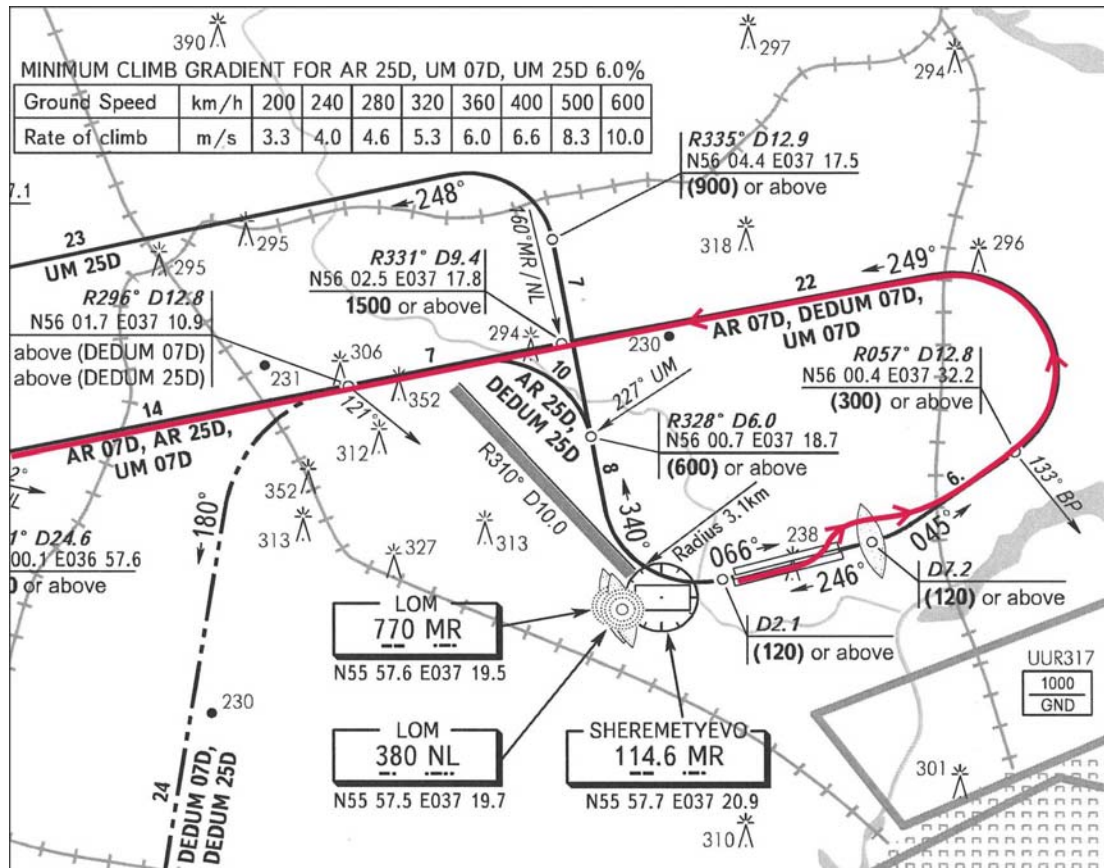


Kuva1. Lentokoneen rullausreitti Moskovan Sheremetyevon lentoasemalla.

Lentoonlähtöä edeltävissä tarkastuksissa kiitotien 07R lähtöpaikalla todettiin kapteenin ja perämiehen kompassien poikkeavan kiitotien suunnasta. Kompassit valittiin suuntahyrräasentoon (Directional Gyro, DG) ja niihin asetettiin kiitotien keskilinjan tarkka magneettinen suunta 066°. Lentoonlähtötarkastusten päätteeksi kapteeni luovutti ohjausvuoron perämiehelle lentoonlähtöä varten.

Lähtökiito kiitotieltä 07R aloitettiin kello 16.03. Laskutelineiden sisäänoton jälkeen perämies aloitti vasemman kaarron lennonohjausjärjestelmän (Flight Director, FD) ohjeiden mukaisesti kohti ohjaussuuntavalitsimeen (HDG-valitsin) valittua suuntaa 247° vakiolähtöreittiin kuuluvan suoran nousun suunnan 066° sijasta. Samalla laskusiivekkeet valittiin yläasentoon. Huomattuaan odottamattoman kaarron, kapteeni käski perämiehen kaartaa takaisin oikealle kohti vakiolähtöreittiä. Kaarto aloitettiin suurella kallistuskulmalla ja kallistuksen loivennuttua automaattiohjaus (Autopilot, AP) kytkettiin päälle. HDG-valinta keskitettiin vastaamaan koneen sen hetkistä ohjaussuuntaa 072° ja lentoa jatkettiin käyttäen aluksi HDG-valitsinta suuntaohjaukseen.

Ohjaajien kertoman mukaan kapteeni siirsi PF:n tehtävät itselleen. Lentoa jatkettiin vakiolähtöreitin ja lennonjohtoselvitysten mukaisesti. Ohjaajien kertoman mukaan kompassien toimintatila vaihdettiin DG:ltä normaalitoimintoon. Edellä mainittujen tapahtumien ajankohtia ei koneen tallentimien tiedoista pystytty määrittelemään. Nousun jatkuessa suuntaohjaus kytkettiin seuraamaan FMS:n reittiviivaa.



Kuva 2. Moskovan Sheremetyevon lentoaseman vakiolähtöreitti BUZHAROVO 07 DEL-TA (AR 07D) ja koneen arvioitu lentoreitti merkitty punaisella.
Lähde: Venäjän Federaation AIP.

Välittömästi AP:n päälle kytkemisen jälkeen moottorinvalvonta- ja ohjaamomiehistön varoitussjärjestelmä (Engine Indication and Crew Alerting System, EICAS) antoi varoituksen AP:n korkeusvakaajan trimmausjärjestelmän viasta AP STAB TRIM FAIL (Autopilot Stabilizer Trim Failure). Lisäksi nousun aikana tuli varoituksia siitä, että AP joutui pitämään korkeusperäsintä työnnettynä (AP HOLDING NOSE DOWN). Turvavyön merkkivalokilpi (Fasten Seat Belts) oli sammutettu ja nousua jatkettiin kohti matkalentokorkeutta. Perämies otti esille pikaohjekäsikirjasta (Quick Reference Handbook, QRH) varoituksiin liittyvät tarkastuslistat ja luki toimenpiteitä ääneen, kun palveluemäntä tuli ohjaamoon.

Palveluemäntä seiso i ohjaamon oviaukolla, kun ohjaamomiehistö aloitti noin kello 16.10 QRH-listan "AP HOLDING NOSE DOWN" mukaiset toimenpiteet. Nousussa läpi lentopinnan (Flight Level, FL) 127 (n. 3900 m) kapteeni tarttui ohjaussauvasta lujasti kiinni ja kytki AP:n irti ohjausjärjestelmästä. Koneen mittarinopeus (Indicated Airspeed, IAS) oli tällöin 281 kts (520 km/h). Ohjausjärjestelmässä vaikuttaneiden voimien seurauksena ohjaussauva liikkui taaksepäin, jolloin kapteeni reagoi työntämällä nokkaa alas. Seurauksena oli noin seitsemän sekuntia kestänyt nokka-ylös-nokka-alas liikesarja, jonka kapteeni sai hallintaan ja nousua jatkettiin käsiohjauksessa. Tapahtuman seurauksena loukkaantui kolme henkilöä, joista kahden vammat vaativat sairaalahoitoa. Lisäksi matkustamon varustusta rikkoutui.

Aluksi lentoa jatkettiin lentosuunnitelman mukaisesti kohti Pietaria. Arvioituaan tilanteen uudelleen kapteeni päätti noin kello 16.18 kääntyä takaisin kohti Sheremetyevon lentoasemaa, koska sinne oli lyhyempi lentomatka. Ohjaamomiehistö ilmoitti tapahtumasta Moskovan lähestymislennonjohdolle ja pyysi ambulanssin vastaan asematasolle.

Lennon päätyttyä koneen kapteeni ilmoitti tapahtuneesta lentoyhtiölle, joka tiedotti asiasta Onnettomuustutkimuskeskukselle (OTKES). Ohjaamoäänittimen (Cockpit Voice Recorder, CVR) lämpölaukaisija avattiin ohjaamomiehistön toimesta ja se piti pitää avattuna kunnes tiedot on saatu laitteesta tallennettua. Lentokoneen kapteeni laati tapahtumasta Suomen ilmailumääräyksen GEN M1-4 mukaisen lentoturvallisuusilmoituksen.

Lentokoneen valmistajan valtuuttaman huolto-organisaation tekemän tarkastuksen jälkeen lentokone sai siirtolentoluvan Helsinki–Vantaan lentoasemalle 11.1.2011. Tutkintalautakunta oli konetta vastassa lentoasemalla.

1.2 Henkilövahingot

Lentokoneen matkustamossa kaksi matkustajista istui toisella penkkirivillä kasvot menosuuntaan. Tapahtuman aikana he olivat irronneet jonkin verran istuimiltaan ja vasemman puoleinen matkustaja rikkoi pudotessaan takaisin istuimen oikeanpuoleisen kyynärnojan. Näiden matkustajien vammat olivat lieviä. Viimeisen penkkirivin oikeanpuoleisella istuimella istunut matkustaja irtosi tapahtuman aikana istuimeltaan ja pudotessaan takaisin iskeytyi istuimen vasempaan kyynärnojaan. Tämän seurauksena häneltä murtui useita kylkiluita. Jäljistä päätellen hän on mahdollisesti osunut tapahtuman aikana myös matkustamon kattoon. Loukkaantuneilla matkustajilla oli ollut istuinvyöt avattuna. Istuinvyöiden valokilpi (Fasten Seat Belt) oli sammutettuna.

Ohjaamon ovella seissyt palveluamäntä kaatui saaden hartioihinsa ja käsivarsiinsa mustelmia. Lentokoneen ohjaamomiehistö selvisi tapahtumasta vammoitta.

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut
Kuolemaan johtaneet			
Vakavat		1	
Lievät/ei vammoja	3	2	

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Moskovassa lentokone tarkastettiin ja lennonohjausjärjestelmiä testattiin soveltuvin osin valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Tarkastukset tehtiin valmistajan valtuuttaman huolto-organisaation toimesta. Mitään rakenteellisia tai lentokelpoisuuteen vaikuttavia muita vaurioita tai järjestelmävikoja ei löydetty.

Tapahtuman seurauksena koneen sisustus vaurioitui. Matkustamon vasemmanpuoleisen pöydän päätylevy oli irronnut ja toisen penkkirivin molemmat käytävänpuoleiset käsinojat olivat rikkoutuneet. Vasemmanpuoleisen kolmannen ikkunan sisimmäinen muo-



vinen ikkunapaneeli oli irronnut. Viidennen ikkunan kohdalla, koneen oikealla puolella, matkustamon katossa oli noin 15 cm (5,9 in) pitkä musta jälki ja nesteiden aiheuttamia roiskejälkiä. Lisäksi takavaatetilan etuseinässä oli verhouksessa repeämä.

1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

1.5 Henkilöstö

1.5.1 Lentokoneen miehistö

Päällikkö: Ikä 63 vuotta

Lupakirjat: Liikennelentäjä, voimassa 18.5.2015 asti

Lääketieteellinen

kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 17.2.2011 asti
JAR luokka 2, voimassa 17.8.2011 asti

Kelpuutukset: Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 (CL30/IR), voimassa 31.10.2011 asti

Lentoyhtiö on nimittänyt ja viranomaisen hyväksynyt kapteenin toimimaan yhtiössä reittikouluttajana (Line Flying Instructor, LFI). Yhtiön käsikirjoissa käytetään termiä Line Training Captain.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla ilma-alustyypeillä				18 810 h 34 677 laskua
Ko. ilma-alustyypillä	2 h 2 laskua	23 h 16 laskua	93 h 52 laskua	1 461 h 671 laskua

Perämies: Ikä 26 vuotta

Lupakirjat: Ansiolentäjä, voimassa 18.5.2012 asti

Lääketieteellinen

kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 26.4.2011 asti
JAR luokka 2, voimassa 26.4.2015 asti

Kelpuutukset: Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 (CL30/IR), voimassa 30.9.2011 asti.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla ilma-alustyypeillä				284 h 318 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	2 h 2 laskua	12 h 5min 4 laskua	59 h 30min 11 laskua	61 h 3min 17 laskua

Tällä lennolla lentokoneen kapteeni toimi reittikouluttajana ja lennolle lähdettäessä perämies ohjaavana ohjaajana (Pilot Flying, PF). Lento kuului perämiehen Yhteiseurooppalaisten operatiivisten mailuvaatimusten (EU-OPS) mukaiseen, yhtiökoulutukseen kuuluvaan perehdyttämislentosarjaan (FAM).

Ohjaajat olivat noudattaneet yhtiön *Toimintakäsikirjan* mukaisia työ- ja lepoaikoja.

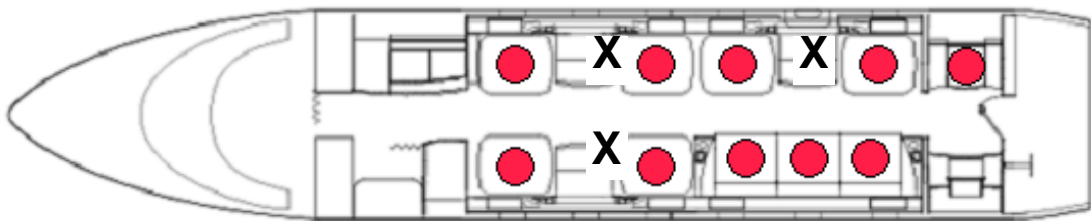
Palveluemäntä

Lennolla oli mukana koneen miehistöön kuuluva palveluemäntä (service hostess).

Lentoyhtiö käytti tapahtuma-ajankohtana matkustamohenkilökunnastaan nimitystä palveluemäntä. Heillä ei ollut EU-OPS vaatimusten mukaista matkustamomiehistön roolia ilma-aluksessa. Palveluemäntä toimi matkustamopalvelutehtävissä, jolla ei ollut matkustamomiehistön tehtävistä poiketen matkustajien turvallisuuteen liittyviä tehtäviä. Nykyisin lentoyhtiö on laajentanut matkustamohenkilökunnan tehtäväkenttää sisältämään myös turvallisuusasiat. Tehtävämuutoksen myötä yhtiö on muuttanut tehtävänimikkeen lentoemännäksi.

1.5.2 Matkustajat

Lentokoneessa oli kolme matkustajaa, joista kaksi istui toisella penkkirivillä käytävän molemmin puolin ja yksi viimeisen penkkirivin oikeanpuoleisella istuimella. Matkustajien käyttämät istuimet olivat yksittäisiä, menosuuntaan suunnattuja istuimia. Ensimmäisen ja toisen penkkirivin istuimet ovat suunnatut toisiaan vastaan ja niiden välissä on esiinkäännettävät pöydät.



Kuva 3. Lentokoneen matkustamon istumajärjestys, lennon matkustajien istuinpaikat on merkitty rastilla. Lähde: Jetflite Oy.

1.6 Ilma-alus

Lentokone Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300, rekisteritunnus OH-FLM, on Kanadassa valmistettu kymmenpaikkainen alatasoinen lentokone, joka on varustettu kahdella Honeywell AS907 (HTF7000) -suihkumootorilla. Koneen pituus on 20,92 m (68,64 ft), siipien kärkiväli 19,46 m (63,85 ft) ja korkeus 6,1 m (20,01 ft).



Kuva 4. Lentokone OH-FLM. Lähde: Jetflite Oy.

Tyyppi:	Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300
Rekisteritunnus:	OH-FLM
Valmistusnumero ja -vuosi:	20155, 2007
Suurin lentoonlähtömassa:	17 622 kg (38 850 lbs)
Omistaja:	Sadco International Ltd, Tortola, British Virgin Islands
Käyttäjä:	Jetflite Oy, Suomi

Lentokelpoisuus

Lentokoneen rekisteröimistodistus N:o 2018 oli myönnetty 14.11.2007. Lentokelpoisuustodistus oli myönnetty 22.11.2007 ja todistus lentokelpoisuuden tarkastamisesta (Airworthiness Review Certificate, ARC) oli voimassa 22.11.2011 saakka.

Tapahtuman jälkeen lentokoneelle tehtiin vaadittavat huoltotyöt ja tarkastukset valmistajatehtaan valtuuttaman huolto-organisaation toimesta Moskovassa. Huolto-organisaation edustaja vahvisti sähköpostilla lentoyhtiölle, että kone lentäisi Helsinkiin ohjaamoäänitimen (Cockpit Voice Recorder, CVR) lämpölaukaisija (Circuit Breaker) avattuna, kuten oli pyydetty. Sähköpostista ilmenee, että lämpölaukaisija oli avattu jo ohjaamomiehistön toimesta.

Teknisestä matkapäiväkirjasta puuttui kapteenin tekemä merkintä siitä, että CVR:n lämpölaukaisin oli avattu lennon päätteeksi. Myöskään huolto-organisaation toimesta ei merkintää asiasta ollut tehty.

Ilmailuviranomaisen lentoyhtiön käyttöön hyväksymän *Minimivarusteluettelon* (Minimum Equipment List, MEL) mukaan lentokone oli lentokelpoinen siirtolentoa varten CVR:n lämpölaukaisija avattuna.

Massalaskelma

Lentokoneen massa ja painopisteasema olivat koko lennon ajan sallituissa rajoissa, eikä niillä ollut vaikutusta tapahtumien kulkuun. Laskeutumishetkellä lentokoneessa oli polttoainetta 6350 lbs (2880 kg, 3600 l).

1.7 Sää

Yleisilmailuennuste (GAFOR)

Ennusteen mukaan lähtöajankohtana oli odotettavissa heikkoa lumisadetta. Ajoittain kovempia kuuroja, sekä hajanaisia kuuro- ja/tai ukkospilviä (Cumulonimbus, CB), joiden yhteydessä voi odottaa jäätämistä, alarajana 1000 ft (305 m). Myöhemmin yöllä oli odotettavissa jäätävää tihkua.

Moskovan lentotiedotusalueella olivat voimassa SIGMET 5 kello 07.20–11.20 ja SIGMET 6 kello 11.20–15.20. Niiden mukaan alueella oli leveyspiiristä 55°N etelään ennustettu ja havaittu kovaa jäätämistä, sekä jäätävää sadetta maan pinnasta 2.000 metriin (6562 ft). Sheremetyevon lentoasema sijaitsee leveyspiirin 56°N tuntumassa.

Lentopaikan määräaikainen sääsanoma (Aviation routine weather report, METAR)

Moskovan Sheremetyevon lentoasema 23.12.2010 klo 16.00.

Tuuli 050° 4 m/s (n. 8 kt). Näkyvyys yli 10 km. Melkein pilvistä (BKN, 5/8–7/8) pilvikorkeus 1500 ft (457 m), lämpötila -7 °C (19 °F), kastepiste -10 °C (14 °F), QNH (korkeusmittarin asetus, jolla määrätään korkeus keskimääräisestä merenpinnasta) 1020 hPa (hehtopascal). QFE (ilmanpaine lentokentän referenssikorkeudessa) 998 hPa.

Operatiivisen lentosuunnitelmakaavakkeen mukaan ohjaamomiehistö oli merkinnyt muistiin klo 15.00 voimaan tulleen Sheremetyevon lentoaseman lähestymisalueen automaattisen tiedotus-palvelun (Automatic Terminal Information Service, ATIS) tiedotteen Oscar. Merkintöjen mukaan tuuli oli 010° 3 m/s (n. 6 kt). Näkyvyys yli 10 km. Pilvikorkeus 1500 ft (457 m), lämpötila -7 °C (19 °F), kastepiste -9 °C (16 °F), ilmanpaine QFE 998 hPa. Lentoalähtöön käytettävä kiitotie 25L, jolla jarrutusteho hyvä, siirtopinta 1500 m (5000 ft).

Lentopaikkaennuste (Aerodrome forecast, TAF)

Moskovan Sheremetyevon lentoasema 23.12.2010 klo 13.50.

Voimassaoloaika 23.12. klo 15:sta 24.12. klo 15:een. Tuuli 090°, 4 m/s (n. 8 kt). Näkyvyys 6 km. Pilvistä (OVC, 8/8) pilvikorkeus 800 ft (244 m). Ajoittain (TEMPO) 23.12. klo 15-18 näkyvyys 2 km, lumikuuroja. Pilvistä (OVC, 8/8) pilvikorkeus 600 ft, (183 m). Osittain pilvistä (SCT, 3/8-4/8) pilven alaraja 1000 ft (304 m). Kuuropilviä (CB).



Ajoittain aikavälillä 23.12. klo 18:sta 24.12. klo 09:ään asti. Näkyvyys 1000 m, heikkoa lumisadetta, utua (BR). Pilvistä (OVC, 8/8) pilvikorkeus 400 ft (122 m). 40 %:n todennäköisyydellä ajoittain 23.12. klo 18:sta 24.12 klo 06:een jäätävää tihkusadetta (FZDZ). Ajoittain 24.12. klo 06:sta 24.12. klo 15:een näkyvyys 1200 m, lumikuuroja, jäätävää tihkusadetta. Pilvistä (OVC, 8/8) pilvikorkeus 400 ft (122 m), osittain pilvistä (SCT, 3/8-4/8) pilven alaraja 1000 ft (305 m). Kuuropilviä (CB).

LumiNOTAM (SNOWTAM)

Moskovan Sheremetyevon lentoasema 23.12.2010 klo 14.31. Kiitotiellä oli kuivaa lunta noin 2 mm:n paksuudelta 10 % tai vähemmän. Jarrutusteho oli arvioitu hyväksi (kitkeroin 0,45).

Sää- ja kiitotieolosuhteilla ei arvioitu olleen merkitystä tapahtumien kulkuun.

1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ja tutkilla ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Lentokoneen ja lennonjohdon välisiä radiopuhelin- ja puhelintallenteita ei ollut käytettävissä.

1.10 Tapahtumapaikka

Tapahtumapaikka on Moskovan Sheremetyevon lentoaseman lähestymisalueella, noin 16 meripeninkulmaa (nm) lentoasemalta luoteeseen, FL 127 (n. 3900 m).

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Lentokone oli varustettu seuraavilla lennonrekisteröintilaitteilla:

- Elektroninen lentoarvotallennin (Solid State Flight Data Recorder, SSFDR), osanumero 2100-2043-00, sarjanumero 445033. Tallennuskapasiteetti tässä koneessa noin 200 tuntia.
- Elektroninen ohjaamoäänitin (Solid State Cockpit Voice Recorder, SSCVR), osanumero 2100-1020-00, sarjanumero 367690. Tallennuskapasiteetti 120 minuuttia.

Solid State Flight Data Recorder (SSFDR) ja Solid State Cockpit Voice Recorder (SSCVR) ovat täysin elektronisia tallentimia, jotka eivät sisällä liikkuvia osia. Tallentimista käytetään myöhemmin tässä tutkintaselostuksessa ilmaisua lentoarvotallennin (FDR) ja ohjaamoäänitin (CVR). Molempien laitteiden valmistaja on L-3 Aviation Records, USA ja ne kuuluvat tyyppimerkinnältään valmistajan FA2100-sarjaan.

Lentoarvotallennin (FDR)

FDR-tallenne kopioitiin Helsingissä 11.1.2011 Finnair Oyj:n toimesta tutkintalautakunnan valvonnassa. Tallennetiedot toimitettiin Kanadan onnettomuustutkintaviranomaiselle

(Transportation Safety Board of Canada, TSB Canada) purettavaksi. Laite oli toiminut normaalisti ja tallenne oli selkeä. Ensimmäiset tallenteiden purkutiedostot saatiin lautakunnan käyttöön tammikuussa 2011. Tiedostot sisälsivät numeerista ja graafista dataa, joita hyödynnettiin lennon analysoinnissa ja tapahtumien kulun selvittämisessä. TSB Canada toimitti ensimmäisen version tapahtuma-animaatiosta lautakunnan käyttöön huhtikuussa 2011 ja lopullisen version syyskuussa 2011.

Ohjaamoäänitin (CVR)

Tutkintalautakunnan tiedossa ei ole avasiko ohjaamomiehistö CVR:n lämpölaukaisijan heti lennon päätyttyä vai vasta ohjaajien poistuessa koneelta. CVR otettiin tutkintalautakunnan haltuun Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja tallenne purettiin Finnair Oyj:n toimesta 12.1.2011 tutkintalautakunnan valvonnassa. Tallenteen purun yhteydessä ilmeni, että tallenne oli ylipyhkiytynyt. Tallenteelta oli kuultavissa ainoastaan huoltotoimintaan liittyvää puhetta ja ääniä, joten tallentimen lämpölaukaisija oli jossain vaiheessa suljettu ja tallennin oli käynnistynyt. Myöhemmin lämpölaukaisija oli avattu uudelleen, koska se oli avattuna lentokoneen saavuttua Helsinki-Vantaan lentoasemalle siirtolennon päätteeksi.

1.12 Onnettomuuspaikan ja lentokoneen tarkastus

Ei koske tutkintaa. Lentokoneeseen liittyvät tarkastukset on käsitelty tutkintaselostuksen kohdassa 1.3 Ilma-aluksen vahingot.

1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Kaksi lennolla ollutta matkustajaa toimitettiin ambulanssilla moskovalaiseen sairaalaan. Kolmas matkustaja ja miehistön jäsenet eivät käyneet lääketieteellisissä tutkimuksissa.

1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Lentokoneen miehistö kutsui paluulennon aikana ambulanssin konetta vastaan. Hoitohenkilöstö tuli koneelle koneen rullattua seisontapaikalle. Pitkän odottelun jälkeen kylki luunsa murtanut matkustaja saatiin siirrettyä paareilla ambulanssiin. Jalkansa ja lonkansa loukannut matkustaja avustettiin ambulanssiin. Heidät vietiin ensin lentoaseman terminaaliin ja sieltä sairaalahoitoon Moskovaan. Varsinaisia pelastustoimia ei tarvinnut käynnistää.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 Käytetyt tutkintamenetelmät

Tutkimukset perustuvat ohjaamomiehistön kuulemisiin ja heidän käyttämiinsä lennonvalmisteluun ja -toteutukseen liittyvään materiaaliin. Tutkijoiden käytössä on ollut lento-



yhtiön julkaisema *Toimintakäsikirja* (Operations Manual, OM)*), lentokoneen valmistajan julkaisema *Ohjaamomiehien toimintakäsikirja* (Flight Crew Operating Manual, FCOM) ja ohjaamomiehien käytössä ollut *Pikaohjekäsikirja* (Quick Reference Handbook, QRH). *Lentoyhtiön käyttämät Vakiotoimintamenetelmät* (Standard Operating Procedures, SOP) sisältyvät yhtiön Toimintakäsikirjaan. Ohjaamomiehien kuulemisten lisäksi tutkijat keskustelivat lentoyhtiön vastuuhenkilöiden kanssa.

Yksityiskohtaiset tekniset tutkimukset perustuvat FDR- ja vikatalennetietoihin, lentokoneen *Huoltokäsikirjaan* (Maintenance Manual) sekä lautakunnan valmistajalta pyytämiin tarkempiin kuvauksiin koneen teknisistä järjestelmistä. Tutkimusta vaikeutti se, että CVR-tallenne ei ollut tutkintalautakunnan käytettävissä.

1.16.2 Ohjaamomiehien toiminta

Lennon valmistelu

Lentoyhtiön *Lentokäsikirjan* (OM-B) osan *Normaalitoimintamenetelmät* (Normal Procedures) mukaan ohjaamomiehistö tekee lentokoneelle ennen päivän ensimmäistä lentoa laajan ulko- ja sisäpuolisen tarkastuksen (Pre Flight Inspection, PFI). Käytännössä edellä mainitut tarkastukset tehdään ilman tarkastuslistaa. Myöhemmin saman päivän aikana tehtävät PFI-tarkastukset samalle koneyksilölle ohjaamomiehistö tekee lyhennettyinä tarkastuksina. Kaikki konetyypin ohjaajat koulutetaan tekemään tämä tarkastus ja se uudelleen koulutetaan kerran vuodessa. PFI-tarkastuksen jälkeiset tarkastukset tehdään joko paperisten tai sähköisten tarkastuslistojen mukaan. Tällä lennolla koneen kapteeni teki koneen ulkopuolisen tarkastuksen ja perämies tarkasti matkustamon.

Lentokoneen ulkopuolinen tarkastus

Lentokoneen lumen- ja jäänpoistoa käsitellään yleisellä tasolla yhtiön *Lentotoimintakäsikirjassa* (OM-A). Lentokoneen päällikön on tarkistettava, että koneen pinnoilla ei ole lennon suoritukseen vaikuttavia epäpuhtauksia. Lisäksi päällikön on tarkistettava, että mahdollisesti tarvittava koneen puhdistus ja jäänestokäsittely on tehty asianmukaisella tavalla.

OM-B:ssä muistutetaan, että ohjaajien on tarkistettava koneen ulkopintojen puhtaus ja päälliköllä on vastuu tarvittavasta jäänpoistokäsittelystä. Lisäksi *Ohjaamomiehien toimintakäsikirjassa* (FCOM) tuodaan esiin "Puhtaan ilma-aluksen" käsite (The Clean Aircraft Concept), joka kieltää lentoonlähdön, mikäli koneen aerodynaamisesti kriittisillä pinnoilla on epäpuhtauksia. Ohjeissa varoitetaan perustamasta päätöksiä pelkkään oletukseen epäpuhtauksien poistumisesta itseksensä koneen liikkeelle lähtiessä. FCOM:in kohdassa "*Kylmän sään toiminta*" (Cold Weather Operation) annetaan yksityiskohtaisia ohjeita koneen kriittisten pintojen tarkistamisesta kiinnittyneen lumen osalta. Käsikirjan mukaan pelkkä mekaaninen lumenpoisto ja sen jälkeinen tarkastus saattavat olla riittävä toimenpide, mikäli lumi ei ole kiinnittynyt koneen pintoihin.

* Yhtiön käsikirjat on kuvattu liitteessä 1.

Ulkopuolisen tarkastuksen yhteydessä koneen kapteeni totesi, ettei siipien pinnoilla ollut jäätä eikä edellisen yön aikana satanut ohut pakkaslumikerros ollut kiinnittynyt, vaan irtosi ”jokseenkin puhaltamalla”. Ohut lumikerros poistettiin harjaamalla. Varsin korkealla sijaitsevat korkeusvakaajat jätettiin puhdistamatta, koska läheisyydessä ei ollut saatavilla riittävän korkeita työtelineitä. Kapteenin näkemyksen mukaan vakaajien pinta oli puhdas vähäisen pakkaslumikerroksen alla ja lumi irtoaisi viimeistään rullauksen aikana.

Tarkastukset ennen moottoreiden käynnistämistä

PFI-tarkastuksen jälkeiset tarkastukset tehdään joko paperisten tai sähköisten tarkastuslistojen mukaan. OM-B:ssä on määritetty kaksi tarkastuslistan kohtien suoritustapaa: ”haaste ja vastaus” (”challenge and response”), sekä ”hiljainen” (”silent”). ”Haaste ja vastaus” -tyyppiset kohdat ohjaamomiehistö tekee yhdessä. Ensin toinen ohjaajista lukee tarkastuslistasta vaadittavan listakohdan (challenge) ja sen vaatiman toimenpiteen (response) sen jälkeen toinen tarkastaa listakohdan tehdyksi (response). ”Hiljaiset” tarkastuslistan kohdat ohjaaja tekee itsenäisesti ja kun lista on käyty läpi, toteaa ääneen kyseisen tarkastuslistan tehdyksi. Tarkastuslistassa on ilmaistu värikoodein kunkin listakohdan tyyppi. Koodien selitykset on esitetty tarkastuslistan lopussa.

Normaalitoiminnassa käytettyjä tarkastuslistoja täydentävät lentokäsikirjassa niin kutsutut *Laajennetut tarkastuslistat* (expanded checklists), joissa esitetään tarkemmin, miten kukin kohta tulee suorittaa. Ennen moottoreiden käynnistystä tarkastuslistojen mukainen toiminta ohjaamossa alkaa OM-B:ssä julkaistun *Lentokoneen apuvoimalaitteen (Auxiliary Power Unit, APU) käynnistys ja järjestelmien tarkastuslistan* (APU Start and Systems Checklist) mukaan.

OM-B:n *Normaalitoimintamenetelmät* osan ohjeistuksen mukaan pätevä miehistön jäsen voi tehdä edellä mainitun listan yksinään. Tarkastuslistoja käsittelevässä luvussa listan loppuun on merkitty kuitenkin värikoodein (haaste ja vastaus) kolme kohtaa, *Laskutelineiden varmistuspuikot (Gear Pins)*, *Lentoonlähötiedot (Take-Off Data)* ja *-lähtönopeudet (V-speeds)* sekä *Lentoonlähöbriiffaus (Take-Off Briefing)*, joiden tarkastukset edellyttävät molempien ohjaajien läsnäoloa. *Laajennetuista tarkastuslistoista* puuttuvat edellä mainitut värikoodimerkinnot.

Laajennetussa tarkastuslistassa on seikkaperäisesti esitetty asiat, jotka *Lentoonlähöbriiffauksessa* tulisi käydä läpi. Yhtenä kohtana on lentoonlähöön käytettävä kiitotie ja lähtömenetelmät. Ennen näitä tarkastuskohtia listan loppupuolella ovat muun muassa korkeusmittareiden ja muiden lennonvalvontamittareiden asetukset ja tarkastukset, FMS:n ohjelmointi, navigaatiolähteen valinta sekä radioiden ja navigaatiolaitteiden asetukset. Nämä kohdat värikoodien mukaan voidaan tehdä yksin. Lentoyhtiöltä saatujen tietojen mukaan edellä mainitut tarkastuslistan kohdat on tarkoitettu yhdessä läpikäytäväksi, mutta OM-B:n muutosten yhteydessä on tätä osoittava värikoodi jäänyt merkitsemättä. Oikea käytäntö on kuitenkin koulutettu yhtiökoulutuksen aikana.

OM-B:n *Normaalitoimintamenetelmät* osassa on maininta, että *Lentoonlähöbriiffaus* tulee tehdä uudelleen niiltä osin mitä mahdollisesti muuttunut lennonjohtoselvitys edellyttää. Moottoreiden käynnistuksen jälkeen tehtävissä tarkastuslistoissa ei enää asiaan varsinaisesti palata, tosin kohdan *Lennonvalvontamittarit (Flight Instruments)* yhteydes-



sä tulee tarkastaa, että ensisijaiset *Lennonvalvontanäytöt (Primary Flight Display, PFD)* on asetettu oikein lentoonlähtöä varten.

Moottoreiden käynnistyksen jälkeen

Moottoreiden käynnistämisen jälkeen luettavan tarkastuslistan (*After Engine Start Checklist, OM-B*) mukaan moottoreiden tehovivussa olevalla lentoonlähtö- ja ylösveto-toiminto (*Take Off and Go Around, TO/GA*) -painikkeella valitaan koneen FD-järjestelmä (*Flight Director*) lentoonlähtötilaan (*Take Off and Take Off, TO/TO*). *Laajennetun tarkastuslistan* ohjeiden mukaan samalla tulee myös varmistua siitä, että PFD:lle tulee oikeat lentoonlähtöilmiasut (TO/TO). Tätä toimintoa ei enää tarkastuslistojen mukaan tarkasteta ennen lentoonlähtöä.

Lentokoneen ohjainten trimmiasetukset tarkastetaan tarkastuslistan mukaisesti moottorien käynnistyksen jälkeen. FDR-tietojen mukaan korkeusvakaaja oli asetettu oikeaan lentoonlähtöasentoon (-3,8°) ennen lentoonlähtöä.

Tarkastukset rullauksen aikana ja ennen lentoonlähtöä

Lentoaseman ATIS-tiedotteen mukaan lentoonlähtökiitotie oli 25L, jonka magneettinen suunta on 246°. FDR:n tietojen mukaan ohjaajat olivat valinneet FD:n HDG-valitsimeen suunnan 247°. Rullausselvitystä pyytäessään ohjaajat saivat kuitenkin lennonjohdolta selvityksen rullata kiitotien 07R odotuspaikalle lentoonlähtöä varten. Kiitotien vaihdosta johtuen koneen FMS:lle oli vaihdettava käytössä oleva kiitotie ja uusi vakiolähtöreitti. Lisäksi kannettavalla tietokoneella oli tehtävä uudet suoritusarvolaskelmat lentoonlähtöä varten kiitotieltä 07R.

SOP:n mukaan rullauksen aikana FMS:ään ja suoritusarvolaskelmiin liittyvät muutokset tekee oikealla puolella istuva ohjaaja. Ohjaajien kuulemisten mukaan kapteeni syötti FMS:ään uuden kiitotien sekä vaihtuneen vakiolähtöreitin ja perämies teki suoritusarvolaskelmat.

FMS:lle tehdyn kiitotien vaihdon seurauksena FD palautui toimintalogiikkansa mukaisesti TO/TO-tilasta perusasetukselle (PITCH/ROLL), jota ohjaajat eivät huomanneet. Myös HDG-valitsin jäi suuntaan 247°. Kiitotien 07R magneettinen suunta on 066°. *Laajennetun rullaustarkastuslistan (Expanded Taxi Check List)* kohdassa *Lennonvalvontanäytöt* on vain ohje tarkistaa, että lennonvalvontanäytöt on "asetettu lentoonlähtöä varten" (*Check EFIS is set for departure*). Navigaatiolaitteiden tarkastuksista tai mahdollisesti muuttuneesta lentoonlähtöbriiffauksesta ei ole tässä kohdassa erikseen mainintaa.

FCOM:in tarkastuslistoissa ennen lentoonlähtöä ovat kohdat *Lentomittarit (Flight Instruments)*, *Suunnistuslaitteet (Navigation Aids)* ja *Lentoonlähtöbriiffaus (Take-Off Briefing)*, mutta tarkastuslistoissa ei mainita lainkaan TO/GA-valintaa tai sen tarkastusta. Sekä FCOM:in että OM-B:n *Normaalitoimintamenetelmien* lennon eri vaiheita ohjeistavan osan mukaan ennen lentoonlähtöä tarkastetaan FMA-näytöltä, että FD on TO/TO-toimintatilassa.

FDR-tallenteen perusteella rullauksen alussa EICAS-järjestelmä on varoittanut koneen kompassien suuntanäyttöjen keskinäisestä poikkeamasta. Lähtöpaikalla koneen ollessa

kiitotien suunnassa 066°, kapteenin kompassisuunta oli 079,3° ja perämiehen 060,4°. Tilanteen korjaamiseksi kompassit valittiin DG-toimintatilaan OM-B:n ohjeiden mukaisesti. Tällöin Flux Valve -järjestelmään perustuva suuntatiedon magneettinen korjaus ei ollut käytössä. Kompasseihin asetettiin käsin kiitotien tarkka magneettinen suunta. FD:n HDG-valitsimeen jäi edelleen valituksi suunta 247°.

Suuntanäyttöjen epätarkkuutta saattaa esiintyä Flux Valve -järjestelmällä varustetuilla konetyypeillä, kun toimitaan lentoasemilla, joilla on magneettisia poikkeamia. Magneettiset poikkeamat johtuvat tyypillisesti esimerkiksi rakenteista asematasojen tai rullausteiden alla.

Lentoonlähtö ja alkunousu

Lentoonlähdössä ohjaavana ohjaajana toimi lentokoneen perämies. Sheremetyevon lentoaseman vakiolähtöreitti Buzharovo 07D (AR 07D) perustuu nousuun kiitotien 07R keskilinjaa suuntaisesti. Kiitotien loppupään ylityksen jälkeen tulee lentää suoraan 3,9 NM (7,22 km) etäisyydelle VOR/DME-suunnistusmajakasta MR.

Koneen irrottua kiitotien pinnasta laskutelinevipu valittiin yläasentoon. Koneen nokka saavutti 12°:een asentokulman, FD:n "ohjausviikset" näyttivät tällöin 12° horisontin alapuolelle. Ohjaamomiehistö havaitsi, ettei koneen FD ollut halutussa TO-toimintotilassa. Oikeaan tilaan yritettiin päästä painamalla TO/GA-painiketta. Järjestelmä meni odotetun TO-toiminnon sijasta GA-toiminnolle, koska kone oli jo ilmassa. Seuraavaksi ohjaamomiehistö valitsi lennonohjauspaneelilta FD-näytön suuntaopastuksen seuraamaan HDG-valitsimeen valittua suuntaa sekä korkeusohjausopastuksen FLC-tilaan (Flight Level Change, lentokorkeudenmuutos).

Perämies aloitti vasemman kaarron FD:n "ohjausviiksien" ohjeiden mukaisesti kohti HDG-valitsimeen valittua ohjaussuuntaa 247° vakiolähtöreittiin kuuluvan suunnan 066° sijasta. Kaarto alkoi ennen kiitotien loppupään ylitystä. Samalla ohjaamomiehistö valitsi laskusiivekkeet yläasentoon. Kapteeni käski perämiehen kaartaa takaisin oikealle kohti vakiolähtöreittiä ja FD:n suuntaohjaus valittiin NAV-toiminnolle hakeutumaan FMS:n laskemalle vakiolähtöreitin reittiviivalle. Oikea kaarto kohti reittiviivaa alkoi FD:n ohjeiden mukaisesti noin 1400 ft:n (427 m) korkeudessa maan pinnasta. Kallistus oli suurimmillaan 36,5° noin 2200 ft:n (670 m) korkeudessa. Sheremetyevon kiitoteiltä kuuluu tehdä suora alkunousu kiitotien vastakkaisen pään yli.

Kaarron oikaisuvaiheessa ohjaamomiehistö kytki AP:n päälle. Koneen nousunopeus oli tällöin vielä noin 2800 ft/min (n. 14 m/s), sen lentokorkeus oli noin 2600 ft (n. 800 m) ja se lähestyi nousun ensimmäistä vaakalentovaihetta 2960 ft (900 m) maanpinnasta. FD oli tällöin jo kytkeytynyt toiminnolle, joka opasti koneen oikaisua tähän korkeuteen (*Altitude preselect Capture, ALTS CAP*). Välittömästi AP:n kytkemisen jälkeen tuli ohjaamoon valo- ja äänimerkkivaroitus (Master Caution, MC), joka johtui EICAS-järjestelmän näytölle tulleesta varoituksesta. Tämän varoituksen aiheutti automaattiohjauksen korkeusvakaajan trimmausjärjestelmän vikavaroitus (AP STAB TRIM FAIL). Vian vuoksi automaattiohjauksen antamat trimmauskäskyt korkeusvakaajalle eivät toteutuneet. Ohjaamomiehistö kuittasi varoitusvalon pois painamalla MC-varoitusvalokytkintä.



FDR-tietojen mukaan suuntaohjaus kytkettiin uudestaan HDG-toiminnolle varoituksen tultua. Miehistö korjasi nopeasti väärän suuntavalinnan (247°) keskittämällä HDG-valinnan vastaamaan koneen sen hetkistä ohjaussuuntaa 072°. Tässä vaiheessa kapteeni otti ohjaavan ohjaajan tehtävät itselleen. Ohjaamomiehistö navigoi aluksi pitkin 07R:n vakiolähtöreittiä käyttäen HDG-valitsinta suuntaohjaukseen. Hieman myöhemmin suuntaohjaus kytkettiin jälleen seuraamaan FMS-järjestelmän reittiä.

Noin 15 sekuntia AP:n kytkemisen jälkeen, lentokoneen asettuessa ensimmäisen kerran vaakalentoon, EICAS-järjestelmä antoi varoituksen siitä, että AP joutuu käyttämään korkeusperäsinohjausta epänormaalilla tavalla estääkseen koneen nokkaa nousemasta (AP HOLDING NOSE DOWN). Näitä hetkellisiä AP HOLDING NOSE DOWN -varoituksia tuli vielä useita nousun aikana. Työkuorman sallittua perämies otti esille QRH-pikaohjekirjasta varoituksia vastaavat kohdat ja luki ne ääneen. QRH:n mukaisia toimenpiteitä ei ollut vielä aloitettu, kun lennon palveluemäntä tuli ohjaamon ovelle tiedustellakseen syytä lentoonlähdön yhteydessä tapahtuneisiin poikkeaviksi kokemiinsa heilahteluihin.

Lennon päätyttyä kapteeni oli kirjannut koneen tekniseen matkapäiväkirjaan, että nousun aikana koneen korkeusvakaajan ensisijainen trimmausjärjestelmä (Primary Stabilizer Trim Failure) oli vikaantunut. Lentokoneen valmistaja teki järjestelmien vikamuistien teknisen tutkimuksen. Niiden perusteella voitiin varmistua siitä, että saatu vikavaroitus oli AP STAB TRIM FAIL eikä PRI STAB TRIM FAIL.

Toiminta ennen onnettomuutta ja onnettomuuden aikana

Nousua jatkettiin kohti matkalentokorkeutta 281 kts:n (520 km/h) mittarinopeudella. EICAS-järjestelmän antamasta ensimmäisestä varoituksesta oli kulunut hieman yli kuusi minuuttia, ohjaamomiehistön aloittaessa QRH:n AP HOLDING NOSE DOWN -listan mukaiset toimenpiteet. Kertomansa mukaan kapteeni piti ohjeiden mukaisesti ohjaussauvasta lujasti kiinni ja kytki autopilotin irti ohjausjärjestelmästä, jolloin ohjainservot vapautuivat ohjaamasta ohjainpintoja. Tällöin poikkeutettuna olleet korkeusohjaimet pyrkivät keskittymään, ohjaussauva liikkui voimakkaasti taakse ja koneen nokka lähti nopeasti nousuun. Kapteeni pyrki korjaamaan nokan nousun vastaohjausliikkeillä saaden aikaan heilahteluliikesarjan (Pilot Induced Oscillation, PIO). Koneen nokan asento (asentokulma) heilahteli voimakkaasti 1,5 sekunnin sykleissä ylös alas kolme kertaa, vaimentuen sitten nopeasti. Kaiken kaikkiaan heilahteluja oli kuusi kappaletta noin seitsemän sekunnin aikana. Pystykiihtyvyyshäiriöt kävivät ensimmäisten heilahtelujen aikana välillä +3,6 G ja -1,7 G.

Kertomansa mukaan kapteeni yritti pelkästään työntöä säätelemällä saada pitkittäisheilahtelun hallintaan. FDR-tallenteista oli nähtävissä, että heilahtelun loppuvaiheessa kapteeni oli käyttänyt normaalitrimmiä nokka alas suuntaan.

Saatuaan tilanteen hallintaan, oli kapteeni kertomansa mukaan vaihtanut korkeusvakaajan trimmaukseen käytettäväksi varajärjestelmän (Secondary Trim) ja lentoa jatkettiin käsiohjauksessa. Trimmauksen varajärjestelmää käytettäessä koneen maksimi mittarinopeus on 250 kts / M 0,72 johtuen Mach Trim toiminnon puuttumisesta. Nopeusrajoituksesta on muistutus QRH:n PRIMARY STAB TRIM FAIL -listassa, mutta listaa ei käyty

läpi. Tätä rajoitusta ei loppulennolla ollut noudatettu, vaan koneen suurin hetkellinen mitarinopeus oli 300 kts (556 km/h).

1.16.3 Lentokoneen korkeusohjausjärjestelmän keinotunto

Toimintaperiaate

Toimintaperiaate Operating principle

Challenger 300 -koneessa on hydraulikäyttöinen korkeusperäsinjärjestelmä. Hydraulitehosteiset ohjaimet eivät välitä ohjainpintoihin kohdistuvia aerodynaamisia voimia ohjaussauvalle. Ohjaustuntuman aikaansaamiseksi korkeusperäsinohjaimissa on keinotuntojärjestelmä (Pitch Feel Simulator). Ilman tätä järjestelmää ohjaimia voisi tahattomasti poikkeuttaa liian paljon tai liian nopeasti suurillakin ilmanopeuksilla.

Keinotunto on mekaaninen ja perustuu jousiin. Jousimekanismia säätämällä ohjaimissa tuntuva voima säätyy vastaavasti. Ohjaaja odottaa ohjaimista välittyvien voimien olevan suhteessa lentokoneen ilmanopeuteen. Keinotunnon säätämiseen voidaan käyttää useita parametrejä, joista ilmanopeus on tyypillisin. Tässä konetyypissä keinotuntoa säädetään kuitenkin suhteessa korkeusvakaajan asentoon. Oikein trimmattu vakaaja käy keinotunnon säätöperusteeksi, koska sen asento on silloin säädetty koneen ilmanopeuden, painopisteaseman ja lentoasun mukaan. Käytännössä vakaajaa käytetään trimmaamiseen niin, että vakioidussa lentotilassa korkeusperäsimet ovat neutraaliasennossa, eikä ohjausvoimaa tarvita lentotilan ylläpitämiseksi.

Käsin lennettäessä vakaajaa trimmataan ohjaussauvassa olevilla kytkimillä ja automaattiohjauksella lennettäessä koneen automatiikka tuottaa tarvittavat trimmauskäskyt. Järjestelmä korjaa vakaajan asentoa muun muassa laskusiivekkeiden asennonmuutosten aiheuttaman trimmaustarpeen mukaan automaattisesti myös käsin ohjattaessa.

Mikäli Challenger 300 -konetta lennetään automaattiohjauksella eikä vakaajan automaattitrimmaus toimi, automaattiohjausjärjestelmä pitää korkeusperäsimiä poikkeutettuna ilmapirtaa vastaan pyrkiessään lentämään konetta pitkin toivottua lentorataa. Näin ollen automaattisen trimmaustoiminnon vikatilanteessa on mahdollista, että keinotunnon asetus ei vastaa käytettyä ilmanopeutta.

Keinotuntojärjestelmän säätöperiaatteena on, että ohjaussauvan liikuttamiseen tarvittava voima pysyy kevyempänä pieniä nopeuksia vastaavilla korkeusvakaajan asennoilla. Kevyt alue vastaa vakaajan asentoa -12° :sta -3° :een, josta tarvittavat ohjainvoimat lähtevät tasaisesti kasvamaan ollen maksimissaan vakaajan asennolla $+2^{\circ}$. Tällä lennolla vakaaja oli säädetty lentoonlähdössä asentoon $-3,8^{\circ}$, joka vastasi lennon tasapainolaskelmien arvoja. Laskusiivekkeiden sisäänoton yhteydessä automaattinen korkeusvakaajan trimmaus oli toiminut ja säättänyt korkeusvakaajan asentoon $-3,6^{\circ}$. Tässä asennossa keinotunto on edelleen kevyessä asetuksessa.

Koulutus ja käsikirjamerkinnot

Ohjaajien kuulemisessa ilmeni, että keinotuntojärjestelmän toimintaperiaatetta ei ainaakaan systemaattisesti käsitellä ohjaajien tyyppikoulutuksessa. Järjestelmästä on mainin-



ta OM-B:n teknisessä osassa, mutta sen toimintaa ei ole kuvattu. QRH:ssa lennolla esiintynyttä vikatilannetta käsittelevässä kohdassa ei ollut kehotusta korkeusvakaajan asennon tarkistamisesta ja lentonopeuden sovittamisesta tilannetta vastaavaksi. Tarkastuslistassa ei myöskään ollut mainintaa turvavyövalon sytyttämisestä kyseisen vian ilmentyessä.

Tapahtuman jälkeen lentoyhtiö julkaisi 12.1.2011 QRH-muutoksen koskien lentonopeuden muutosta sekä turvavyövalokilven sytyttämistä. Lentokoneen valmistaja julkaisi tapahtumaa koskevan tiedotteen (Advisory Wire AW300-22-0150, 4.11.2011) operaattoreille. Tässä tiedotteessa muistutettiin ohjaajia pitämään sauvasta tiukasti kiinni ennen autopilotin irrotusta sekä ajan salliessa tiedottamaan tilanteesta matkustajille ja kytkemään turvavyövalokilven päälle.

1.16.4 Tekninen tutkinta

Onnettomuuteen johtaneen tapahtuman tekninen tutkinta rajoittuu koneen korkeusohjausjärjestelmään ja tapahtumasarjaan, joka alkoi kehittyä heti lentoonlähdön jälkeen. Aluksi lentokonetta lennettiin käsiohjauksella trimmaamatta korkeusvakaajaa lainkaan. Nopeuden kasvaessa tämä edellytti ohjauksauvan pitämistä jonkin verran työnnettynä halutun lentoradan saavuttamiseksi. Laskusiivekkeiden sisäänoton yhteydessä korkeusvakaajan säätämiseen liittyvä automaattinen trimmijärjestelmä teki tavanomaisen pienen trimmausmuutoksen. Tämä toiminto toteutuu normaalin trimmijärjestelmän kautta, mikä viittaa siihen, että järjestelmä oli tuolloin vielä toimintakuntoinen.

Lentokoneen AP kytkettiin toimintaan, jolloin järjestelmä suoritti tavanomaiset itsetestinsä onnistuneesti ja kytketyi päälle. Lentotilan säilyttämiseksi automaattiohjauksen servo alkoi työntää korkeusperäsinjärjestelmää vastaavalla voimalla kuin millä ohjaaja oli työntänyt ohjauksauvasta.

Kun AP kytketään päälle, AFCS-järjestelmä laskee toivottuun lentorataan vaadittavat ohjauskomennot. Lyhytaikaiset komennot tai muutokset toteutetaan poikkeuttamalla servolla korkeusohjaimia ja siten korkeusperäsien ohjainpintoja. Jos lentotilan muutos on luonteeltaan pysyvämpi, järjestelmä pyrkii saattamaan tilanteen sellaiseksi, ettei korkeusperäsimen servo ole kuormittuneena keinotuntojärjestelmän jousia vastaan ja korkeusperäsin on korkeusvakaajaan nähden suorassa. Tämä niin sanottu trimmaaminen suoritetaan korkeusvakaajaa liikuttamalla. Staattisessa lentotilassa tästä seuraa, että AP voidaan kytkä irti, eikä koneen lentorata muutu äkillisesti.

Tässä tapauksessa AFCS-järjestelmä tunnisti trimmaustarpeen aivan normaalisti ja lähetti komennon trimmausjärjestelmän ohjausyksikölle (Horizontal Stabilizer Electronic Control Unit, HSTECU). Lennonohjausjärjestelmän yksiköiden (Flight Guidance Computer, FGC) vikamuisteihin taltioituneista vikakoodeista ilmeni, että trimmauskomento lähti FGC:ltä. Komento ei kuitenkaan mennyt perille tai HSTECU ei sitä tuntemattomasta syystä hyväksynyt. Siksi korkeusvakaaja ei liikkunut, mikä oli nähtävissä FDR-tallenteesta. HSTECU:n vikamuistissa ei ollut tilanteeseen liittyviä vikakoodeja. Tämä viittaisi siihen, että häiriö on ollut hetkellinen, eikä järjestelmä ollut vakavasti vikaantunut.

Koska HSTECU ei aikarajojen puitteissa vastannut annettuun käskyyn trimmaamalla vakaajaa, FGC-yksiköt totesivat automaattisen trimmijärjestelmän vikaantuneeksi ja lukitsivat sen pois käytöstä. Tämä tilanne ilmaistiin miehistölle AP STAB TRIM FAIL -varoituksella. AP on suunniteltu siten, että se pysyy tällaisissa vikatapauksissa päällä ja jatkaa ohjaamista pelkän servon avulla.

Kun lentotilan muuttuessa trimmaustarve ja siten servon kuormitus kasvaa yli tiettyjen raja-arvojen, varoitusjärjestelmä antaa AP HOLDING NOSE DOWN -varoituksen, jos servo pitää ohjauksauvaa työnnettynä. Tämä on jossain määrin riskialtis tilanne, ellei siihen puututa. Jos järjestelmä tällöin vikaantuu lisää ja AP tai servo irtikytketty, seuraa lentotilaan äkillinen muutos.

Onnettomuuslennolla ohjaajat kytkivät automaattiohjauksen irti edellä kuvatussa tilanteessa. Tällöin servo vapautti ohjaimet ja sitä kautta myös korkeusperäsimet, jotka keinoautojärjestelmä pyrki nyt keskittämään. Koneen nokka lähti nopeasti nousuun, koska korkeusvakaaja oli lentotilaan nähden trimmattu nostamaan nokkaa ylös eivätkä korkeusperäsimet enää työntäneet vastaavasti nokkaa alas. Kapteenin tekemien vastaohjausliikkeiden seurauksena alkoi niin kutsuttu ohjaajan aikaansaama heilahtelusarja (PIO).

Tilanteen hallintaan saamiseksi kapteeni käytti ohjauksauvan trimmikytкимиä, jolloin järjestelmä oli FDR:n mukaan toiminut normaalisti. Trimmaustarve oli suuri ja kapteeni joutui käyttämään trimmikytкимиä yhtäjaksoisesti yli kolme sekuntia. Näin pitkä yhtäjaksoinen trimmaustoiminto on normaalitoiminnassa epätavallista, joten HSTECU-yksikkö tallensi tapahtuman. Tallenteesta oli luettavissa varoitus yli kolmen sekunnin trimmauksesta ("Trim3SecWarn"). Varoituksen aikaleima vastaa ohjaajien trimmauspyynnön ajankohtaa. Tästä voidaan päätellä, että HSTECU-yksikkö oli toiminnassa ja ohjasi korkeusvakaajaa. AP:n irtikytkennän seurauksena myös FGC:n asettama trimmijärjestelmän lukitus poistui.

Lennon jälkeen lentokoneelle tehdyt tekniset tarkastukset

Lentokoneen valmistajan valtuuttaman huolto-organisaation toimesta Moskovassa tehdyt vianetsintätoimet olivat luonteeltaan ja laajuudeltaan tavanomaiset, käsittäen riittävässä määrin trimmijärjestelmän osien toiminnallisia ja operatiivisia testejä, sekä laitteiden välisten johdotusten tarkistuksia ja mittauksia. Lisäksi suoritettiin trimmijärjestelmän sähköisten säätöjen tarkastus. Mitään merkittäviä löydöksiä ei näissä tarkastuksissa havaittu, joten FGC:n vikamuistiin jäänyt vikailmoitus on ainoa tekninen löydös koko viasta, eikä sillekään löydetty varsinaista syytä. Tällainen ei nykyaikaisesta lentokoneesta puhuttaessa ole epätavanomaista. On mahdollista, että jossakin liittimessä on ollut likaa tai hapettumaa, joka tarkastusten yhteydessä liittimiä avatessa on puhdistunut.

Kierretangon rasva-analyysi

Analyysiä varten tutkintalautakunta oli pyytänyt lentoyhtiötä ottamaan lentokoneen korkeusvakaajan kierrekäyttimestä voitelurasvanäytteen Moskovassa. Paikallisen huolto-organisaation toimesta pahvilapulle otettu rasvanäyte oli hyvin pieni ja imeytynyt osin näytteenottoalustaan. Tammikuun lopulla kone lennettiin huoltoon Baseliin, Sveitsiin. Huollon yhteydessä otettiin uusi näyte, joka oli asiallisesti otettu ja pakattu, joskin mää-



rältään pieni. Lentoyhtiöltä saatiin lisäksi vertailunäyte koneessa käytettävästä rasvasta. Näytteet lähetettiin 18.2.2011 analysoitavaksi Puolustusvoimien Teknillisen Tutkimuslaitoksen laboratorioon. Analyysin tulokset saatiin 14.3.2011.

Näytteistä käy ilmi niiden olevan koostumukseltaan samaa rasvaa pohjaöljyn profiilien ja paksuntamisaineiden spektrien perusteella. Sekä Moskovan, että Baselin näytteissä oli havaittavissa paljon valomikroskoopilla erotettavia hiukkasia. Moskovan näyte oli näytteenottotavan johdosta muuttunut. Pahviin imeytymisen vuoksi siinä oli vähemmän pohjaöljyä kuin vertailurasvassa ja Baselissa otetussa näytteessä. Jäljellä olleen pohjaöljyn hiilivetyöljyn osuus oli vähentynyt. Näytteet poikkesivat vertailurasvasta vain hiukkasten osalta, kun huomioidaan Moskovan näytteenotosta johtuneet muutokset.

Kaikissa näytteissä oli havaittavissa samat pohjaöljyn kemialliset komponentit. Myös paksuntamisaineen osalta näytteet olivat samanlaisia. Näytteiden alkuaineanalyysissä havaittiin alla olevan taulukon mukaisia alkuaineita.

	Ca	Bi	S	Zn	Al	Al-hiukkaset	Fe-hiukkaset	Cr	Mn	Ni	Ti
Vertailurasva	X	X	X	X	X						
Moskova	X	X	X	X	X		X	X			
Basel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Taulukosta ilmenee, että Moskovan näytteessä on huomattavasti vähemmän alkuaineita kuin Baselin näytteessä. Moskovan näytteen laatu oli huono ja on oletettavaa, että näyte on otettu vain yhdestä kohtaa kierrekäyttimen ruuvia. Näytteistä ei voitu todeta kosteusarvoja niiden vähäisen määrän ja varsinkin Moskovan näytteenotto- ja säilöntätapojen vuoksi. Jotta näytteestä olisi saatu hyvälaatuinen, olisi kierrekäyttimestä pitänyt ottaa mahdollisimman paljon voitelurasvaa ja sekoittaa se tasalaatuiseksi.

Baselin näytteestä todetut alkuaineet ovat tyypillisiä kierrekäyttimien rasvoista löytyviä alkuaineita, eikä näytteiden perusteella ole aihetta epäillä rasvan laadun vaikuttaneen tapahtuneeseen onnettomuuteen.

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

Liikelentoyhtiö Jetflight Oy on perustettu vuonna 1980. Yhtiön palveluksessa on yhteensä noin 80 henkilöä. Yhtiöllä oli tapahtumahetkellä käytössään 11 liikesuihkukonetta. Yhtiöllä on lentotoimintalupa (Air Operator Certificate, AOC) No FI.004. Yhtiön ilma-alusten lentokelpoisuuden hallinnasta vastaa yrityksen oma EASA Part M mukainen G-organisaatio ja huoltotoiminnasta yleensä yhtiön oma EASA Part-145 mukainen huoltoorganisaatio.

Yhtiön lentotoimiluvassa Bombardier BD-100-1A10 Challenger 300 lentokone on tarkoitettu matkustaja- ja rahtikäyttöön. Lentokonetta voidaan operoida kaikkialla maailmassa pois lukien Arktinen ja Antarktinen napa-alue sekä Tyynenmeren alue. Operointi on kuitenkin sallittu Arktisella Huippuvuorten alueella.



2 ANALYYSI

2.1 Lennon valmistelu

Lentokoneen ulkopuolinen tarkastus

Kapteeni päätteli siivestä tekemiensä havaintojen ja kokemuksensa perusteella, että korkeusvakaaja- ja peräsinpinnoilla oleva lumi ei ollut kiinnittynyt ja jätti sen poistamatta. Yhtiön OM-B sekä lentokoneen valmistajan julkaisema FCOM kieltävät lentoonlähdön mikäli koneen kriittisille pinnoille on kiinnittynyt (*adhered*) lunta. Toisaalla käsikirjoissa tuodaan esiin ”puhtaan lentokoneen” periaate (Clean Aircraft Concept), joka korostaa, ettei kriittisillä pinnoilla saa olla lentoonlähdössä lunta lainkaan (*at present*). Ohjeistuksen mukaan irtonainen kuiva pakkaslumi, joka ei ole kiinnittynyt koneen pinnoille ja jonka alla ei ole epäpuhtauksia, voidaan poistaa koneen kriittisiltä pinnoilta mekaanisesti, esimerkiksi harjaamalla. Kapteeni oli vakuuttunut siitä, että myöskään korkeusohjauspinnolla lumi ei ollut kiinnittynyt, eikä sen alla ollut epäpuhtauksia. Hänen kokemuksensa perusteella lumi irtoaa rullauksen aikana ennen lentoonlähtöä ja näin puhtaan koneen periaate olisi toteutunut.

Toisaalta käsikirjoissa kuitenkin todetaan, että miehistön toiminta ei saa koskaan perustua oletuksen varaan. Tutkinnassa mikään ei viitannut siihen, että kuivalla pakkaslumella korkeusvakaajien yläpinnoilla olisi ollut vaikutusta tapahtumien kulkuun.

Lentokoneen tarkastukset ennen moottoreiden käynnistämistä

OM-B:n mukaan, ajan säästämiseksi, voi pätevä miehistön jäsen tehdä yksin *Lentokoneen apuvoimalaitteen (APU) käynnistys sekä järjestelmien tarkastuslistan (APU Start and Systems Checklist)* mukaiset toimenpiteet kolmea viimeistä kohtaa lukuun ottamatta. Yksin tehtäviä kohtia ovat muiden muassa seuraavat kohdat:

“In accordance with the OM-B^{)}, to save time a qualified crew member can independently complete the APU Start and Systems Checklist, excluding the last three items. Among other things, the following checklist items can be independently completed:”*

- korkeusmittarit
- lennonhallintajärjestelmä (FMS),
- ensisijainen lennonvalvontanäyttö sekä monitoiminäyttö (PFD/MFD),
- moottorinvalvonta- ja ohjaamomiehistön varoitusjärjestelmä (EICAS),
- navigaatiolähteen valinta (NAV SOURCE), radio- ja navigaatiolaitteiden asetukset (RADIOS/NAVAIDS).

Tutkimuslautakunnan mielestä edellä mainitut kohdat olisi syytä kuitenkin merkitä tähän tarkastuslistaan tehtäviksi yhdessä. Muussa tapauksessa menetetään hyvään ilmailutapaan kuuluva tärkeiden toimenpiteiden ristiintarkastus toisen ohjaajan toimesta. Tämä käytäntö koulutetaan yhtiökoulutuksen aikana, mutta OM-B:n muutosten yhteydessä

^{*)} Yhtiön käsikirjat on kuvattu liitteessä 1.

on yhdessä tekemistä osoittava värikoodi jäänyt merkitsemättä. Tämä puute saattaa aiheuttaa sekaannusta siitä, kumpi on oikea menettelytapa.

Laajennetun tarkastuslistan mukaan osa mainituista tarkastuksista on sisällytetty myöhemmin yhdessä tarkastettavaksi listan kohdassa *Lentoonlähtöbriiffaus (Take-Off Briefing)* ja osa *Rullaustarkastuslistan (Taxi Checklist)* kohdassa *Lentomittarit (Flight Instruments)*. Tarkastuskohdan varsinainen sisältö on kuitenkin silloin muistinvarainen.

Lentokoneen valmistajat ja lentoyhtiöt ovat enenevässä määrin siirtyneet käytäntöön, jossa muistinvaraisuuden osuus lentoon liittyvissä tarkastuksissa on lisääntynyt. Varsinkin häiriötilanteissa erehdyksen mahdollisuus kuitenkin kasvaa, jos lennon kannalta tärkeiden asetusten tarkastus perustuu vain ulkomuistiin.

Lennon tapahtumien perusteella voidaan päätellä, ettei kaikkia tarkastuslistojen kohtia tehty asianmukaisesti. Tutkinnassa ei saatu täyttä varmuutta, mitkä listan mukaiset toimenpiteet tällä lennolla teki koneen kapteeni, mitkä perämies ja mitkä tehtiin yhdessä. On ilmeistä, että syystä tai toisesta toimenpiteitä ei käyty riittävästi läpi yhdessä koulutettavan kanssa. Tarkastuslistojen huolellisen läpikäymisen merkitys korostuu eteenkin, kun kyseessä oli perämiehen yhtiökoulutukseen kuuluva FAM-lento ja hänellä oli vähäinen kokonaislentokokemus.

2.2 Onnettomuuslento

Lentoonlähtöä edeltäneet tapahtumat

Ohjaamomiehistö oli valmistellut koneen järjestelmien lentoonlähtöasetukset kiitotie 25L:n mukaan. Rullausselvityksen yhteydessä selvisi, että lentoonlähtöön käytettävä kiitotie tulisikin olemaan 07R. Tämän muutoksen aiheuttamat toimenpiteet tehtiin rullauksen aikana. Kapteeni ohjelmoi vaihtuneen vakiolähtöreitin FMS-järjestelmään ja perämies teki kannettavalla tietokoneella vaadittavat muutokset suoritusarvolaskelmiin. Yhtiön SOP:ien mukaan tällaiset rullauksen aikana tehtävät toimenpiteet kuuluvat oikealla puolella istuvan ohjaajan tehtäviin, vasemmalla istuvan ohjaajan keskittyessä koneen rullaukseen.

Tutkinnassa jäi epäselväksi, miksi asioiden käsittelyä kiirehdiittiin, vaikka aikaa oli runsaasti käytettävissä erityisesti koululennon luonteeseen kuuluvalla asioiden perusteelliselle käsittelylle.

Ennen lentoonlähtöä ohjaajilta jäi huomaamatta, että FD oli poistunut aiemmin valitusta TO/TO-tilasta ja että HDG-valinta jäi asettamatta oikeaan suuntaan. OM-B:n normaali-toimintaosassa kohdan *Lentoonlähdön suoritus ja alkunousu* tekstissä ohjeistetaan tarkastamaan edellä mainitut asetukset sekä kohdassa *Briiffaukset ennen rullausta* uusimaan lentoonlähtöbriiffaus muutosten osalta. OM-B:n tarkastuslistat eivät ohjaa ohjaamomiehistöjä uusimaan näitä toimenpiteitä vielä ennen lentoonlähtöä. Vaihtunut kiitotie ja suuntahyrrien poikkeamien korjaaminen ovat kuormittaneet lentoonlähtötilannetta siinä määrin, että ohjaamonäyttöjen viimeiset tarkastukset ovat jääneet puutteellisiksi.



Tutkijalautakunnan näkemyksen mukaan tarkastuslistat tulisi laatia siten, että ne tukevat paremmin ohjaamomiehistöjä tekemään tärkeimmät tarkastukset yhdessä ilman tarpeetonta muistinvaraisuutta. Esimerkiksi *Rullaustarkastuslistan* kohdan *Lennonvalvontamittarit (Flight Instruments)* yhteyteen olisi aiheellista lisätä lyhyt lentoonlähtömenetelmien briiffaus omana kohtanaan, jossa käytäisiin läpi AFCS:n ja FMS:n asetukset sekä käytettävät navigaatiolaitteet. Lisäksi TO/GA-painikkeen painaminen olisi luontevaa siirtää *Siirtyminen lentoonlähtöpaikalle (Line Up)* -tarkastuslistaan. SOP:eihin tulisi lisätä lentoonlähtöpaikalla viimeisiksi tarkastuksiksi ennen tehojen lisäämistä FMA:n oikeat näytöt (correct mode of the FMA), kompassien suunnat sekä oikean kiitotien tarkastus.

Yhtiökoulutuksessa FAM-lennoilla ohjaajat koulutetaan ennen lentoonlähtöä tarkastamaan PFD-näytöt. Tällä lennolla ei ilmeisesti näin koulutettu, koska väärät FMA-näytöt sekä HDG-valitsimen asetukset olisi näin menetellen havaittu ennen lentoonlähtöä.

Ohjaamomiehistön tehtävien jako rullauksen aikana oli epäselvä ja poikkesi ohjeistetusta. Keskinäinen kommunikaatio vaikuttaa olleen puutteellista lennon koulutusluonteesta huolimatta. Tavanomaisellakin lennolla on tärkeää käydä yhdessä lävitse käytettävät lentomenetelmät sekä niitä, ilmatilaa tai lentokonetta koskevat rajoitukset. Viime hetken muutokset olisi huomioitava erityisen huolellisesti.

Lentoonlähtö ja alkunousu

Lentoonlähdön ja alkunousun aikana perämies keskittyi hoitamaan ohjaavan ohjaajan tehtäviä ja käytti tässä apunaan FD:n ohjauskomentoja. Kertomansa mukaan hän pysyi SOP:ien mukaisesti FD:lle valittavaksi NAV- ja FLC-toiminnot. Heti lentoonlähdön jälkeen kapteeni oli kuitenkin havainnut FD-järjestelmän olevan väärässä toimintatilassa (PITCH/ROLL). Tätä tilannetta oli FDR-tietojen mukaan pyritty korjaamaan valitsemalla nopeasti peräkkäin järjestelmään muita toimintoja. Ensin TO/GA -napilla oli pyritty tavoiteltuun Take Off (TO/TO) -tilaan, mutta koneen ollessa jo ilmassa, päälle tuli Go Around (GA/GA) -tila. Tämän seurauksena FD:n ”ohjausviikset” jäivät ohjaamaan konetta kohti valintahetken lentosuuntaa jonkin verran TO-asetusta pienemmällä nousukulmalla.

Kun tässä tilassa oli oltu vain noin kolme sekuntia, vaihdettiin noin 400 ft:n (n. 120 m) korkeudessa FD:n toimintatila HDG/FLC-tilaan. On epäselvää, miksi HDG-tila valittiin, vaikka pyydetty tila ilmeisesti oli NAV/FLC. Mahdollisesti kompassien DG-valinta on vaikuttanut tähän päätökseen. Koska CVR-tiedot oli menetetty, tutkinnassa ei selvinnyt olivatko ohjaajat keskustelleet näistä valinnoista. Nämä valinnat yhdessä tilanteeseen sopimattoman HDG-valitsimen suunnan kanssa johtivat kokemattoman perämiehen ohjaamaan koneen kaartoon FD:n ”ohjausviiksien” opastuksen mukaan.

Kapteenin huomattua alkaneen kaarron, hän käski perämiestä kaartamaan takaisin lähtöreittiä kohti. Takaisin kaarrettaessa koneen kallistus kasvoi hetkellisesti poikkeuksellisen suureksi normaalitoimintaan nähden. Kaarron oikaisun aikana AP kytkettiin päälle. Miehistön kuulemisten perusteella heillä ei ollut tässä vaiheessa käsitystä siitä, miksi FD ohjasi konetta odottamattomalla vaikuttaneella tavalla ja miksi se oli ollut odottamattomassa tilassa lentoonlähdössä. Kapteeni otti ohjaavan ohjaajan tehtävät itselleen selvittääkseen tilannetta.

Varoitusjärjestelmästä tulleet varoitukset

AP kytkettiin päälle varsin vaativassa tilanteessa. Nopea oikaisu vaakalentoon lisäsi väärän korkeusvakaajan trimmausasetuksen lisäksi ohjaussauvan työntötarvetta. AP ei kyennyt oikaisemaan konetta selvityskorkeuteen, vaan oikaisuvaiheessa kone kävi melkein 200 ft (n. 60 m) selvityskorkeuden yläpuolella. Nousutehoja vähennettiin vasta liu'uttaessa takaisin selvityskorkeuteen.

Korkeusohjauksen trimmiä ei käytetty lainkaan ennen AP:n kytkemistä, vaikka ilmanopeus ja sen myötä ohjaussauvan työntötarve oli kasvanut jatkuvasti. AP ei päälle kytkennän jälkeen myöskään trimmannut korkeusvakaajaa. Heti AP:n päälle kytkennän jälkeen ohjaamomiehistö sai koneen EICAS-järjestelmän kautta AP:n toimintaan liittyviä varoituksia. Järjestelmä ilmoitti automaattiohjauksen korkeusvakaajan trimmausjärjestelmän viasta (AP STAB TRIM FAIL). Hieman tämän jälkeen tuli varoitus siitä, että automaattiohjaus joutuu työntämään korkeusohjausta (AP HOLDING NOSE DOWN) säilyttääkseen halutun lentotilan. Näihin varoituksiin ei ohjaamomiehistö tutkijoiden näkemyksen mukaan kyennyt riittävästi keskittymään lentoonlähdön ja alkunousun tapahtumien johdosta.

On ilmeistä, että kapteeni on mieltänyt saadun EICAS-varoituksen korkeusvakaajan ensisijaisen trimmausjärjestelmän (PRI STAB TRIM FAIL) viaksi. Tätä käsitystä tukee kapteenin oma kertomus kuulemistilanteessa sekä se, että hän valitsi heilahtelutilanteen jälkeen ulkomuistista varatrimmijärjestelmän käyttöön. Hän myös kirjasi tämän varoituksen koneen tekniseen matkapäiväkirjaan. Teknisten tutkimusten perusteella voitiin kuitenkin varmistua siitä, että saatu EICAS-varoitus oli AP STAB TRIM FAIL.

Toiminta välittömästi ennen onnettomuutta ja onnettomuushetkellä

Alkunousun rauhoituttua perämies luki ääneen EICAS-näytöltä havaittuja varoituksia AP HOLDING NOSE DOWN ja AP STAB TRIM FAIL vastaavat kohdat QRH:n tarkastuslistoista. Jonkin aikaa tämän jälkeen kapteeni aloitti AP HOLDING NOSE DOWN -listan mukaiset toimenpiteet ja kytki AP:n irti. Hän oli ottanut kertomansa mukaan ohjaussauvasta tiukan otteen, mutta siitä huolimatta ohjaussauvan liike taakse yllätti ja koneen nokka nousi äkillisesti. Nokan liike oli nopea, koska korkeusvakaajan asento vastasi lentoonlähtötilannetta ja ilmanopeus oli huomattavasti sitä suurempi. Yllättyneenä kapteeni reagoi nopealla työnnöllä sauvasta ja ohjasi konetta voimakkaasti nokka alas suuntaan. Ohjainten ollessa selvästi kevyemmät mitä käytetty ilmanopeus antoi olettaa, kapteeni ylioijasi ja sai aikaan heilahteluliikesarjan (PIO), jonka sai nopeasti kolmen suuremman heilahduksen jälkeen hallintaan.

Korkeusperäsिमien keinotunnon asetus oli korkeusvakaajan väärän asennon vuoksi kevyellä alueella. Tätä kapteeni ei ollut tiedostanut, eikä todennäköisesti saamansa koulutuksen perusteella voinut tietää. Keinotunnon säätöperiaatteen tuntien ohjaamomiehistö olisi saattanut monitoiminäytöltä tarkastaa korkeusvakaajan sekä -peräsimen asennon ja tehdä sen mukaan analyysin tilanteesta. Ohjetta tällaiseen tarkistukseen ei kuitenkaan QRH-listassa ollut. Normaalisti lennon tässä vaiheessa ohjainpinnat ovat hyvin lähellä neutraaliasentoa, joten poikkeavat asennot olisivat olleet selvästi havaittavissa.



QRH-listan kohdassa, jossa AP käsketään kytkemään pois päältä, ei ollut kehotusta harkita ilmanopeuden sovittamista tilanteeseen ennen AP:n poiskytkemistä. Tarkastuslistassa ei myöskään ollut mainintaa turvavyövalokilven kytkemisestä päälle ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Molemmilla toimilla olisi voitu pienentää lennolla syntyneitä vaurioita ja jopa estää matkustajien loukkaantuminen.

Tapahtuman jälkeen lentoyhtiö julkaisi muutoksen koskien edellä mainittuja QRH-listan kohtia. Muutoksissa ohjeistetaan hidastamaan mittarinopeuteen 210 kts (389 km/h) sekä kytkemään turvavyövalokilven päälle ennen AP:n irrotusta. Ohjaamomiehistöä varoitetaan myös mahdollisista liian kevyistä ohjainvoimista ja yliohtamisen mahdollisuudesta sekä äkillisistä ohjainliikkeistä mikäli AP HOLDING NOSE DOWN -varoitukseen liittyy AP STAB TRIM FAIL -varoitusta. Huomautuksena on lisätty myös ohje hyödyntää vakaaajan asentonäyttöä MFD-näytöllä tilanteen vakavuuden analysoinnissa. Tutkijoiden näkemyksen mukaan nämä tapahtuman jälkeen tehdyt muutokset olivat oikeanlaisia.

Lentokoneen valmistaja julkaisi myöhemmin asiaa koskevan tiedotteen operaattoreille. Tässä tiedotteessa muistutettiin, että ohjaussauvasta on pidettävä voimakkaasti kiinni, sekä ajan salliessa tiedotettava matkustajille ja kytkettävä turvavyövalokilpi päälle ennen kuin AP kytketään irti. Tutkijoiden mielestä nämä ohjeet olivat oikeansuuntaisia, mutta eivät kokonaisuutena täysin riittäviä.

Toiminta välittömästi onnettomuuden jälkeen

Kun AP kytkettiin pois, on todennäköistä, että trimmivian aiheuttanut vikatilanne poistui samalla ja myös FGC:n vikatilanteen vuoksi asettama automaattisen trimmijärjestelmän käytön esto poistui. Myös AP STAB TRIM FAIL -varoituksen olisi tällöin pitänyt poistua. Ohjaamomiehistön kuulemisten perusteella näin ilmeisesti oli käynytkin. Teknisesti asiaa tarkastellen AP ja sen automaattinen trimmijärjestelmä olisivat saattaneet olla uudelleen käytettävissä.

AP STAB TRIM FAIL -tilanteen mukainen QRH-lista kieltää AP:n päällekytkemisen, joten lentoa jatkettiin käsiohjauksessa loppuun asti, eikä uutta analyysiä EICAS-varoituksista tehty.

Kapteeni mielsi ensiksi tulleen EICAS-järjestelmän vikailmoituksen koskeneen korkeusvakaajan ensisijaisen trimmausjärjestelmän (Primary Stabilizer Trim) vikaantumista. Hänen tilanneanalyysiinsä on saattanut vaikuttaa muistikuva tälle koneyksilölle sattuneesta Primary Stabilizer Trim -järjestelmän vikaantumisesta saman vuoden kesäkuussa. Kapteeni myös muisti yhtiön saman valmistajan muissa konetyypeissä esiintyneen vikoja korkeusvakaajan trimmijärjestelmässä. Näistä seikoista johtuen hän valitsi käyttöön varatrimmijärjestelmän (Secondary Stabilizer Trim). Hän ei kuitenkaan ollut tiedostanut jo onnistuneesti käyttäneensä heilahteluliikkeen loppuvaiheessa Primary Stabilizer trimmijärjestelmää. Tässä tilanteessa on ymmärrettävää, että kapteeni päätti välttää riskejä. Tutkinnassa ei tullut esiin seikkoja, joiden perusteella olisi aihetta epäillä Primary Stabilizer Trim -järjestelmän vikaantumista.

QRH:n AP STAB TRIM FAIL -listassa ei käsketä tekemään Secondary Stabilizer Trim -valintaa, joten se tehtiin omaan harkintaan perustuen. Varajärjestelmä otettiin käyttöön

lukematta QRH:n PRIMARY STAB TRIM FAIL -listaa ja siksi myös Secondary Stabilizer Trim -valinnan aiheuttama nopeusrajoitus jäi huomaamatta. Tästä ei tällä lennolla aiheutunut seuraamuksia, vaikka puuttuvaa Mach Trim -toimintoa ajatellen suurin saavutettu nopeus olikin kohtalaisen korkea.

Ohjaamomiehistön toimintaan on saattanut vaikuttaa myös muistikuva siitä, että niin FCOM:in, kuin OM-B:n AP STAB TRIM FAIL -listan lopussa on huomautus:

”AP:n korkeusvakaajan trimmaustoiminto ei ole käytettävissä kun korkeusvakaajan varatrimmausjärjestelmä on valittu käyttöön, mutta AP voidaan ottaa käyttöön.”

NOTE: AP stab trim is not available when STAB trim is selected to SEC, but autopilot may be engaged.

Tämän huomautuksen tarkoitus on epäselvä, koska kyseisen tarkastuslistan toimenpidekohdissa ei SEC-valintaa ohjeisteta käyttämään. AP ei myöskään mene päälle, ellei korkeusvakaajan ensisijainen trimmausjärjestelmä (Primary Stabilizer Trim) ole valittuna käyttöön.

Paluulento

Onnettomuuden jälkeen kapteeni ei välittömästi tehnyt päätöstä palata lähtökentälle, koska hänellä ei ollut riittävästi tietoa loukkaantuneiden matkustajien tilasta. Kapteeni ei julistanut hätätilaa lennonjohdollisen etuoikeuden saamiseksi, vaan katsoi ambulanssin tilaamisen lentoa vastaan riittäväksi toimenpiteeksi.

Tutkijoiden näkemyksen mukaan perämiehellä oli kokemattomuuttaan vaikeuksia muokata FMS:lle suoraa lähestymisreittiä paluulentoa varten. Kertomansa mukaan kapteeni joutui muokkaamaan reittiä itse saadakseen sen toiveidensa mukaiseksi. Käytännössä paluulento ja lähestyminen toteutuivat kuitenkin viivytyksettä, vaikka ohjaajien välisessä yhteistyössä oli puutteita.

2.3 Käsikirjat ja koulutus

FAM-lennoilla pyritään siihen, että koulutettavalla on niiden jälkeen riittävät valmiudet itsenäiseen toimintaan tehtävässään ohjaamomiehistön jäsenenä. Reittikouluttajana toiminut kapteeni oli saanut useita vuosia aikaisemmin yhtiön toimesta tuolloin voimassa olleen koulutusohjeen mukaisen LFI-koulutuksen, josta ei ole taltioituna koulutusseurantaa.

Koulutuslennoilla, ja erityisesti lennoilla joissa kokematon perämies lentää perehdyttämislentoja, on ohjaajien syytä käydä tarkastuslistojen sisältämät toimenpiteet tarkasti läpi. Yhdessä tekeminen vie enemmän aikaa, mutta se on ainoa tapa jolla kouluttaja voi tarkastaa oppilaan taitotietotason ja tarvittaessa antaa opastusta. Vaikka yhtiön omia tarkastuslistoja saatetaankin käyttää tyypikoulutuksen simulaattorilentojen aikana, käytettävät SOP:t tyypillisesti käytännössä tulevat kouluttavalta organisaatiolta. Oppilaalle ei siten välttämättä muodostu ennen varsinaisen lentotoiminnan aloitusta riittävästi käsitystä ja harjaannusta lentoyhtiön SOP:sta tai tarkastuslistoista.



Puutteet tutkitun lennon valmistelussa ennen lentoonlähtöä osaltaan aiheuttivat lentoonlähdön jälkeen ylimääräisiä tapahtumia. Nämä olisi todennäköisesti vältetty huolellisella lentomenetelmien ja ohjaamon asetusten kertaamisella yhdessä ennen kiitotielle rullamista. Häiriöttömämmässä lentoonlähdessä perämies olisi mahdollisesti myös trimmanut korkeusvakaajaa käsin lentäessään, jolloin vikatilanteen seuraukset olisivat olleet paljon lievemmät.

Pelkästään sen kertaaminen, että lentoonlähdön jälkeen noustaan menetelmän mukaan suoraan, olisi saattanut estää kaarrot alkunousussa. Hyvään ilmailutapaan kuuluu, että ohjaajat käyvät läpi ennen lentoonlähtöä kaikki lennon suoritukseen vaikuttavat muutokset, joita ei ole aiemmin briiffattu.

Vakiotoimintamenetelmiin ja niiden koulutukseen pitää myös kuulua tapa tarkastaa FMA-näytöt aina, kun AFCS:lle annetaan muutuskäskyjä. Tarkastuslistat tulisi laatia siten, että ne tukevat tällaista menettelyä tärkeässä lennon vaiheessa. Tarve korostuu rutiinien häiriintyessä, kuten tällä lennolla muun muassa virheellisten kompassinäyttöjen takia.

Ohjaamomiehistö käytti lentoyhtiön OM-B:ssä julkaistuja tarkastuslistoja. Ohjaamossa käytettäviin tarkastuslistoihin ei ole käytännössä mahdollista sisällyttää kaikkia lennolla tehtäviä toimenpiteitä, vaan yksityiskohtaiset suoritukset perustuvat pitkälti lentoyhtiön SOP:eihin. Ne muodostuvat OM-B:ssä selostetuista toimintamenetelmistä, sekä yhtiön antamasta koulutuksesta ohjaajille. OM-B muistuttaa myös, että tarkastuslistat osaltaan täydentävät hyvän ilmailutavan ja nykyaikaisten liikenneluokan suihkukoneille yhteisten toimintamenetelmien edellyttämiä toimintatapoja.

*"The checklists are supplementary to those checks arising from basic air-
manship and procedural practices common to the operation of any modern
transport category jet airplane."*

Ohjaajien konetyypin järjestelmätuntemus on ollut myös vaikuttavana tekijänä tämän lennon tapahtumissa. Mikäli ohjaaja ei tunne keinotuntojärjestelmää tarkemmin, voidaan olettaa, että hän odottaa keinotunnon luomien ohjainvoimien olevan oikeassa suhteessa käytettävään ilmanopeuteen.

Tutkijoiden näkemyksen mukaan keinotuntojärjestelmän koulutus ohjaajille on tyyppi-koulutuksen yhteydessä ollut puutteellista tai on saattanut puuttua kokonaan. Näkemys perustuu yhtiön ohjaajien kuulemisiin ja saatuun koulutusmateriaaliin. Myöskään OM-B:ssä järjestelmän toimintaperiaatetta ei kuvata lainkaan. Lennolla tapahtuneessa tilanteessa ohjaajan oli vaikea etukäteen arvioida, millä voimalla ohjaussauva tulee liikku-
maan, kun AP kytketään irti. Järjestelmätuntemuksen puuttuessa eivät ohjaajat voineet tiedostaa, että keinotunnon asetus ei vastaa lentonopeutta, vaan ohjaukseen tarvittavat ohjainvoimat olivat odottamattoman pienet. Koneen korkeusperäsimen keinotuntojärjes-
telmän toimintatavalla oli merkittävä vaikutus AP:n irrotuksen jälkeisiin suuriin ohjain-
poikkeutuksiin ja niistä johtuneeseen rajuun liikehdintään.

Nykyaikaisen AP:n irtikytkemisellä ei vikatilanteessa ole välttämättä kiirettä jos se yhä kykenee hallitsemaan lentokonetta. AP HOLDING NOSE DOWN -tilanne ei ollut varsi-

nainen vikatilanne vaan AP:n ilmoitus tilanteesta, joka oli seurausta korkeusvakaajan trimmausjärjestelmän viasta.

On mahdollista, että hyvin laaditun QRH-listan avulla olisi oikein koulutettu ja ohjeistettu ohjaaja ennen AP:n irrotusta ensin tarkistanut korkeusvakaajan asennon ja sen perusteella analysoinut tilanteen. Korkeusvakaajan asennon huomioiminen johdattaisi harkitsemaan ilmanopeuden sovittamista vakaajan asentoa vastaavaksi. OM-B:n AP HOLDING NOSE DOWN -listassa, sekä vielä paremmin sijoitettuna FCOM:n vastaavassa listassa muistutetaan, että ohjainvoimissa voi esiintyä merkittävä muutos, mikäli AP kytketään irti korkeusvakaajan ollessa väärin trimmattu. (NOTE: When autopilot is disconnected in a mistrim condition, except [sic] an abrupt change in control force). Tätä huomautusta ei ole QRH-kirjan vastaavassa listassa. Pelkästään tämä huomautus olisi saattanut havahduttaa ohjaajat olemaan enemmän varuillaan AP:n irrotuksessa.

Ilmanopeutta pienentämällä olisi päästy lähemmäs nopeutta, johon kone oli trimmattu, eikä AP olisi joutunut käyttämään niin paljon voimaa työntäessään korkeusperäsintä vakaajan asennon vaikutusta vastaan. Näin toimimalla ohjaussauva olisi liikkunut merkittävästi vähemmän AP:n irrotuksen yhteydessä.

2.4 Pelastustoimenpiteet

Paluulennon aikana kapteeni ei määritellyt syntyneitä tilannetta hätä- tai pakkotilanteeksi, koska hänellä ei ollut riittävää tietoa matkustajien vammojen vakavuudesta. Lentokoneen miehistön näkemyksen mukaan lentoaseman seisontatasolle konetta vastaan tullut hoitohenkilöstö aloitti toimenpiteet hitaasti eikä loukkaantuneiden matkustajien tilaa juurikaan selvitelty.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Lentokoneen ohjaajilla oli voimassa vaadittavat lupakirjat ja kelpuutukset.
2. Lentokoneen rekisteröinti- ja lentokelpoisuustodistus olivat voimassa.
3. Lentokoneen massa ja painopisteasema olivat koko lennon ajan sallituissa rajoissa.
4. Lento oli liikelento. Lennolla oli kolme miehistön jäsentä ja kolme matkustajaa.
5. Lento oli perämiehelle yhtiökoulutukseen kuuluva perehdyttämislento. Hänen kokonaislentokokemuksensa oli varsin vähäinen.
6. Lentoasemalla vallitsi näkösääolosuhteet (VMC). Edellisen yön aikana oli satanut heikosti pakkaslunta. Korkeusvakaajan päällä ollutta pakkaslunta ei ennen lentoa poistettu.
7. Rullausselvityksen yhteydessä lentoonlähtöön käytettävä kiitotie vaihtui 25L:stä 07R:ksi.
8. Ohjaajat eivät huomanneet, että ennen lentoonlähtöä koneen lennonhallintajärjestelmälle (FMS) tehdyn kiitotien vaihdon seurauksena lennonohjausjärjestelmä (FD) palautui lentoonlähtöasetuksesta (TO/TO) perustoiminnolle (PITCH/ROLL).
9. Ohjaajat eivät huomanneet, että FD:n HDG-valitsimeen jäi vastakkaisen kiitotien ohjaussuunta 247°.
10. Lentoonlähdössä lentokoneen perämies toimi ohjaavana ohjaajana (PF) ja koneen päällikkö monitoroivana ohjaajana (PNF).
11. Korkeusvakaajan trimmi oli oikeassa asetuksessa lentoonlähdössä.
12. Perämies aloitti vasemman kaarron FD:n "ohjausviiksien" ohjeiden mukaisesti kohti HDG-valitsimeen valittua ohjaussuuntaa 247° vakiolähtöreittiin kuuluvan suunnan 066° sijasta. Kaarto alkoi ennen kiitotien loppupään ylitystä.
13. Kaarron alettua laskusiivekkeet otettiin sisään, jolloin järjestelmä automaattisesti teki korkeusvakaajan 0,2°:een trimmausmuutoksen. Tämän jälkeen korkeusvakaajan trimmausmuutoksia ei tehty ennen onnettomuutta.
14. Kapteenin käskystä perämies kaarsi takaisin oikealle kohti vakiolähtöreittiä ja FD:n suuntaohjaus kytkettiin opastamaan kohti FMS:n reittiviivaa.
15. Kaarron aikana koneen kallistus oli suurimmillaan 36,5° noin 2200 ft:n (n. 670 m) korkeudessa.
16. Kaarron oikaisuvaiheessa ohjaamomiehistö kytki AP:n päälle ja valitsi suuntaohjauksen uudestaan HDG-toiminnolle. Samalla miehistö korjasi väärän suuntavalinnan keskittämällä HDG-valitsimen vastaamaan koneen sen hetkistä ohjaussuuntaa 072°.

17. Välittömästi AP:n kytkemisen jälkeen tuli ohjaamoon Master Caution -varoitus. Tämä johtui EICAS-järjestelmän näytölle tulleesta automaattiohjauksen korkeusvakaajan trimmitoiminnon AP STAB TRIM FAIL -varoituksesta.
18. Kapteenin kuulemisessa ilmeni, että hän oli todennäköisesti ensin tulkinnut varoituksen olevan korkeusvakaajan päätrimmijärjestelmän vikavaroituksen (PRI STAB TRIM FAIL).
19. Kapteeni otti ohjaavan ohjaajan (PF) tehtävät itselleen. Tapahtuman ajankohtaa ei voitu selvittää käytössä olleista lentoarvotallennintiedoista (FDR).
20. Nousun aikana ohjaajat saivat useita AP HOLDING NOSE DOWN -varoituksia.
21. Koneen perämies luki ääneen pikaohjekirjasta (QRH) ensin AP HOLDING NOSE DOWN ja sitten AP STAB TRIM FAIL -varoituksia vastaavat kohdat ennen toimenpiteiden aloittamista.
22. Toimenpiteitä ei vielä ollut aloitettu, kun lennon palveluemäntä tuli ohjaamon ovelle.
23. Istuinvyöiden valokilpi (Fasten Seat Belt) oli kytketty pois päältä, vaikka oli tiedossa, että koneen automaattiohjausjärjestelmässä oli vikaa.
24. AP:n irtikytkemistä seurannut ohjaussauvan voimakas liike taaksepäin yllätti kapteenin. Korjatessaan tilannetta hän yliojhasi konetta, jonka seurauksena oli ohjaajan aikaansaama heilahtelusarja (PIO) poikittaisakselin suhteen. Pystykiihtyvyyss-monikerrat kävivät heilahtelun aikana välillä +3,6 G ja -1,7 G.
25. Lento-onnettomuudessa kaksi matkustajista loukkaantui, joista toinen vakavasti. Heidän istuinvyönsä olivat avattuina onnettomuuden tapahtuessa. Lennon palveluemäntä loukkaantui lievästi. Tapahtumasta ilmoitettiin lennonjohdolle ja lentokone lennettiin takaisin Moskovan Sheremetyevon lentoasemalle.
26. Varsinaisia pelastustoimia ei tarvinnut käynnistää. Lentoasemalle kutsuttiin ambulanssi lennolla loukkaantuneita matkustajia varten.
27. Lentokoneen vikamuisteista voitiin todeta automaattiohjaukseen kuuluvan trimmijärjestelmän vikaantuneen tilapäisesti. Vian vuoksi AP joutui käyttämään koneen korkeusohjaimia tavanomaisesta poikkeavalla tavalla. Vian syytä ei saatu selville.
28. Lentokoneen lentoarvotallentimen (FDR) tallenne kopioitiin Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Tallennetiedot toimitettiin Kanadan onnettomuustutkintaviranomaisille (TSB Canada) purettavaksi. Laite oli toiminut normaalisti ja tallenne oli luettavissa.
29. Kertomansa mukaan ohjaamomiehistö pysäytti koneen ohjaamoäänittimen (CVR) onnettomuuslennon päätteeksi. CVR oli pysäytettynä kun kone saapui Helsinkiin. Purun yhteydessä todettiin, että CVR-tallenteesta kuului vain venäjänkielistä puhetta.
30. ICAO Annex 13:n mukainen tapahtuman vakavuusaste oli lento-onnettomuus.



3.2 Tapahtuman syyt ja myötävaikuttaneet tekijät

Tapahtuman syynä oli se, että heti automaattiohjauksen (AP) irtikytkemisen jälkeen lentokonetta yliohjattiin poikittaisakselin suhteen.

Myötävaikuttavana tekijänä oli ohjaajien puutteellinen keinotuntojärjestelmän toimintaperiaatteen tuntemus ja siitä seurannut puutteellinen tilanneanalyysi trimmijärjestelmän vikaantuessa. Ohjaussauvan paikoillaan pitäminen ennen AP:n irtikytkemistä olisi oikein tehtynä riittänyt estämään onnettomuuden.

Puutteellinen tilanneanalyysi oli myös matkustajien vammautumisasasteeseen myötävaikuttanut tekijä, koska koneessa olleita henkilöitä ei käsketty istumaan ja kiinnittämään istuinvöitä. Tilannetta koskeva pikaohjekäsikirjan (QRH) kohta ei myöskään riittävästi ohjeistanut ohjaamomiehistöä oikeaan toimintaan ennen AP:n irrotusta.

Lennon koulutusluonteesta huolimatta ohjaamomiehistön tekemissä tarkastuksissa ja ohjaamoyhteistyössä oli puutteita ennen lento-ohjelmää ja lennon aikana. Niiden seurauksena ohjaamomiehistö oli heti lento-ohjelmää jälkeen ylikuormittunut siinä määrin, että trimmivian ilmettyä sen käsittely viivästyi ja koneen ilmanopeus ehti kiihtyä suurelle nopeusalueelle.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

4.1 Toteutetut toimenpiteet

Tutkintalautakunnan ja lentoyhtiön välisten keskustelujen jälkeen yhtiö julkaisi 12.1.2011 tilapäisen muutoksen (QRH Temporary Revision 1, NNC-02-1 TEMPO) lentokoneen pikaohjekäsikirjaan (QRH). Muutos koski ilmanopeuden pienentämistä ja turvavyövalon syyttämistä, kun automaattiohjaus kytketään pois päältä trimmivaroitusilanteissa. Revisiossa myös varoitetaan mahdollisista liian kevyistä ohjainvoimista sekä muistutetaan, että korkeusvakaajan asennosta voi arvioida tilanteen vakavuutta.

Lentokoneen valmistaja julkaisi 4.11.2011 asiaa koskevan tiedotteen operaattoreille (Advisory Wire AW300-22-0150). Tässä muistutettiin ohjaussauvasta tiukasti kiinnipitämisestä sekä, jos aika sallii matkustajien informoisesta sekä Fasten Seat Belts -valokilven syyttämistä.

4.2 Turvallisuuksuositukset

1. Hyvään ilmailutapaan kuuluu, että ohjaajat kertaavat ennen lentoonlähtöä lennon suoritukseen vaikuttavat asiat, mukaan lukien niihin liittyvät viimehetken muutokset. Vakiotoimintamenetelmiin (*Standard Operating Procedures, SOP*) ja niiden koulutukseen pitää myös kuulua tapa tarkastaa FMA-näytöt aina, kun AFCS:ään tehdään muutuskäskyjä. Lentoonlähtöpaikalla puolestaan viimeisinä tarkastuksina ennen tehojen lisäämistä tulee todeta oikea kiitotie, kompassien suunnat, sekä TO/GA-painikkeen painaminen ja FMA:n oikeat näytöt. Tarkastuslistat tulee laatia siten, että ne tukevat oikeaa toimintaa tärkeissä lennon vaiheissa. Tarve korostuu rutiinien häiriintyessä, kuten tällä lennolla muun muassa virheellisten kompassinäyttöjen takia. Lisäksi tällä lennolla oli FMS ohjelmoitava uudelleen tilanteessa, jossa se aiheutti TO/GA-valinnan peruuntumisen sellaisessa lennon vaiheessa, että valintaa ei enää tarkastuslistojen mukaisesti varmisteta.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa lentoyhtiötä varmistamaan, että vakiotoimintamenetelmät (Standard Operating Procedures) ja ennen lentoonlähtöä tehtävät tarkastuslistat tukevat ohjaamomiehistöjen toimintaa lentoonlähdon kanalta oleellisten seikkojen varmistamiseksi juuri ennen lentoonlähtöä.

2. Korkeusvakaajan trimmijärjestelmän vikaantuessa, ennen autopilotin irrotusta, on perusteltua harkita ilmanopeuden muuttamista korkeusvakaajan asentoa vastaavaksi. Samoin ”kiinnitä turvavyö” -valo tulee syyttää. Molemmilla toimenpiteillä pienennetään vakavaa loukkaantumisriskiä. Ilmanopeuden muutos vähentää myös ilmaukseen kohdistuvaa rasitusta AP:n irrotuksen jälkeen.

Onnettomuuskeskus suosittaa, että Kanadan ilmailuviranomainen tarkistaa Bombardier CL300 -tyyppisten lentokoneiden QRH-listojen toimenpiteet korkeusvakaajan trimmijärjestelmän vikatapauksien tarkastuslistojen osalta.

3. Ohjaajien on tunnettava käyttämiensä ilma-alusten keilotuntojärjestelmien toiminta-periaatteet ja kyettävä tunnistamaan niiden eroavaisuudet. Tämä on erityisen tärkeää, koska kaikkien keilotuntojärjestelmien säätyminen ei välttämättä kaikissa tilanteissa ole suoraan verrannollinen käytettyyn ilmanopeuteen. Tässä konetyypissä keilotunnon säätyminen vakaajan asennon perusteella toimii normaalisti johdonmu-kaisesti myös ilmanopeuden suhteen.

Onnettomuuslennolla tapahtuneen epätavallisen tapahtumaketjun jälkeen vakaaja jäi kuitenkin tilapäisen vian takia lentoonlähtöasetukseen, jolloin myös keilotuntojärjestelmän säätämät ohjainvoimat jäivät vastaavasti kevyelle alueelle. Ohjaamomiehistö ei saamansa koulutuksen perusteella mieltänyt, että AP:n irtikytkemisen jäl-keen korkeusohjaimien kautta välittyvät ohjainvoimat tulisivat olemaan odotettua kevyemmät.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA) kiinnittää huomiota keilotuntojärjestelmän toimintaperiaatteiden teoria- ja simulaattorikoulutuksen sisältöön erityisesti lentokonetyypeissä, joissa järjes- telmän säätö ei perustu suoraan ilmanopeuteen.

4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia

Lisäksi tutkintalautakunta haluaa kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

- 1) Lentoyhtiön tulee korostaa reittikouluttajilleen perehdyttämislentojen merkitystä kou-lutettavien ohjaajien oikeiden ja turvallisten toimintatapojen omaksumiselle.
- 2) Lentoyhtiön tulee varmistaa onnettomuus- tai vaaratilanelennon päätteeksi, että il- ma-aluksen ohjaamoäänittimen (CVR) lämpölaukaisija avataan ja että se pysyy avattuna tallenteen varmistamiseksi.

Helsingissä 13.5.2013

Ari Huhtala

Kari Laine

Jan Nordlund

YLEISKUVAUS YHTIÖN LENTOTOIMINTAAN LIITTYVÄSTÄ OHJEISTUKSESTA JA LENTOKONEEN LENNONHALLINTAJÄRJESTELMISTÄ

Lentotoimintaa ohjaava ohjeistus

Lentotoiminta perustuu lentoyhtiön julkaisemaan ja ilmailuviranomaisen hyväksymään *Toimintakäsikirjaan* (Company Operations Manual, OM), joka on jaettu neljään osaan:

- OM-A (osa A) *Yhtiön toimintakäsikirja, General/Basic Information, Requirements and Operations*
- OM-B (osa B) *Lentokäsikirja, Airplane Type Operating Procedures and Requirements, joka julkaistaan jokaiselle lentokonetyypille erikseen*
- OM-C (osa C) *Reittikäsikirja, Flight Guide (Jeppesen Airway Manual) ja*
- OM-D (osa D) *Koulutuskäsikirja, Training Manual.*

Lentokäsikirjan (OM-B) tiedot on muodostettu lentokoneen valmistajan laatimista *Lentokoneen lentokäsikirjasta* (Airplane Flight Manual, AFM), *Ohjaamomiehistö toimintakäsikirjasta* (Flight Crew Operating Manual, FCOM), *Lennon suunnittelu- ja matkalennon hallintakäsikirjasta* (Flight Planning and Cruise Control Manual, FPCCM) sekä hätä- ja epänormaaleissa tilanteissa käytettävästä *Pikaohjekäsikirjasta* (Quick Reference Handbook, QRH). Nämä tehtaan laatimat käsikirjat on tallennettu ohjaamossa aina mukana olevalle kannettavalle tietokoneelle ja ne pidetään ajan tasalla lentoyhtiön toimesta.

Ohjaamomiehistön toiminta perustuu *Lentokäsikirjaan* (OM-B), johon sisältyvät myös lentoyhtiön laatimat normaalitarkastuslistat. Koneen valmistajan käsikirjoja noudatetaan, mikäli OM-B on ristiriidassa niiden kanssa. Normaaliin lentotoimintaan liittyviä tarkastuslistoja voidaan käyttää ohjaamomiehistön valinnan mukaan joko elektronisesti ohjaamonäyttöillä tai erillisinä paperisina listoina. Lisäksi QRH on ohjaamomiehistön käytössä erillisenä kirjana.

Lentoyhtiön *Koulutuskäsikirja* (OM-D) on Yhteiseurooppalaisten operatiivisten ilmailuvaatimusten (EU-OPS) mukainen ja noudattaa Yleiseurooppalaisia ohjaamomiehistön lupakirjavaatimuksia (JAR-FCL 1). Yhtiö on julkaissut ohjaamomiehistön koulutuksesta henkilökohtaisen koulutussuunnitelman (Training Syllabus). Siihen on tehty merkinnät annetusta koulutuksesta ja se on taltioitava yhtiön toimesta. Lentoyhtiö nimittää ja viranomaisen hyväksyy kapteenit, jotka toimivat yhtiössä reittikouluttajana.

Lentoyhtiön käyttämät vakio toimintamenetelmät (Standard Operating Procedures, SOP) sisältyvät yhtiön *Toimintakäsikirjaan* (OM-A). *Lentokäsikirjan* (OM-B) normaalitoimintamenetelmät (Normal Procedures) osassa annetaan sanalliset ohjeet lennon eri vaiheissa tarvittaviin toiminta- ja lentomenetelmiin. Näistä ohjeista muodostuu osa yhtiön SOP:sta. Näihin pohjautuvat tarkastuslistat toimivat ohjaajien muistin tukena varmistamaan oikean toiminnan. OM-B:n pohjana toimivassa FCOM:issa on vastaava osa.

Käsitteitä

Briefing

Ennen lento-ohjelmän lähtöä ohjaamomiehistö kertoo keskenään lento-ohjelmän lähdössä käytettävät toimintamenetelmät. Tähän kuuluu muun muassa lentomenetelmät, lähtöreitit ja moottorihäiriömenetelmät, jäänehkäisyn käyttö sekä mahdolliset rajoitukset.

Liite 1/2 (3)

Tästä kertauksesta käytetään englanninkielistä termiä "Take off briefing". Tutkin-taselostuksessa tästä käytetään suomeksi termiä *lentoonlähtöbriiffaus* sekä sen suorittamisesta verbiä *briiffata*.

Järjestelmäkuvaukset

Automaattinen lennonohjausjärjestelmä (AFCS)

Challenger 300:n automaattiseen lennonohjausjärjestelmään (Automatic Flight Control System, AFCS) kuuluu kaksi lennonohjauslaskinta (Flight Guidance Computer, FGC), jotka laskevat tarvittavat ohjauskomennot koneen lennonohjausnäytölle (Flight Director, FD). Toivottua lentoreittiä koskevat tiedot AFCS-järjestelmä saa tyypillisesti lennonhallintajärjestelmästä (Flight Management System, FMS). Koneen kulloistakin lentotilaa ja ympäristöä ilmaisevia tietoja järjestelmä kerää mm. lentoarvolaskimelta (Air Data Computer, ADC) ja radiosuunnistusjärjestelmiltä. Lentosuuntaa ja -asentoa koskevat tiedot tulevat puolestaan asento- ja suunta-tietojärjestelmältä (Attitude Heading Reference System, AHRS).

Suoria ohjauskomentoja lennonohjausjärjestelmälle voidaan antaa lennonohjauspaneelin (Flight Guidance Panel, FGP) kautta. Paneelilta voidaan antaa käskyjä muun muassa ohjaussuunta- (Heading Selector, HDG), suunnistus- (Navigation, NAV) ja lentokorkeudenmuutosvalitsimilla (Flight Level Change, FLC). Tehovivulla olevalla kytkimellä voidaan valita lentoonlähtö- ja ylösvetotoimintoja (Take Off and Go Around, TO/GA). Lentoonlähdössä käytetty toiminto on TO-tila, joka on samantyyppinen kuin lähestymistä keskeytettäessä käytettävä GA-tila. Järjestelmän toimintotilat ja valinnat näkyvät ohjaajien ensisijaisilla lennonvalvonta näyttöillä (Primary Flight Display, PFD) olevilta lentotoimintotilan (Flight Mode Annunciator, FMA) näyttöalueilta. Lentokoneen valmistajan käsikirjassa FMA:sta käytetään nimitystä automaattiohjausjärjestelmän toimintatilan näyttö (Automatic Flight Control System Mode Display, AFCS Mode Display).

Lentoonlähdössä AFCS-järjestelmä näyttää FD-komentona laskettua nousukulmaa ja ohjaa pitämään lentoonlähtöhetken ohjaussuuntaa. Lähestymistä keskeytettäessä FD komentaa ohjaamaan 10° nousukulmaa ja valintahetken lentosuuntaa. Järjestelmä näyttää toivottuun lentoreittiin johtavan lentoradan PFD-näyttöillä FD "ohjausviiksinä", joiden mukaan konetta ohjataan käsin lennettäessä. Kun konetta lennetään automaattiohjauksella (Autopilot, AP), samoja tietoja ja komentoja käytetään myös AP:n hallintaan.

AFCS-järjestelmä ohjaa myös koneen sivuttaisvakautinta (Yaw Damper), joka toimii samoin sekä käsin että automaattiohjauksella lennettäessä.

AFCS-järjestelmän perustoimintotilat ovat PITCH/ROLL. Ellei muita toimintoja ole valittuna, tai ellei aiemmin valittuja tiloja kyetä ylläpitämään, järjestelmä menee näihin tiloihin. Tällöin se pyrkii pitämään koneen senhetkisen asennon. Jos kallistuskulma tällä hetkellä on alle 5°, kone oikaisee jatkamaan kyseistä lentosuuntaa. Sana PITCH viittaa lentokoneen (pituusakselin) asentokulmaan ja ROLL kallistuskulmaan.

Muista toimintotiloista on tutkinnan kannalta tarpeen mainita HDG (heading) -tila, joka tuottaa ohjauskomennon valitulle lentosuunnalle. Tämä ohjaussuunta valitaan aina käsin erillisestä nupista (heading knob) ja valittu suunta näkyy sekä numeroina, että liikkuvana merkinä kompassinäytöllä (heading bug).

Elektroninen lennonvalvontajärjestelmä (EFIS)

Elektronisella lennonvalvontajärjestelmällä (Electronic Flight Instrument System, EFIS) tarkoitetaan laajaa järjestelmää, joka korvaa nykyaikaisissa lentokoneissa ohjaamon perinteiset mittarit ja merkkivalot. Challenger 300 -koneessa järjestelmän näkyvin osa koostuu neljästä suuresta nestekidenäytöstä ja niitä ohjaavista neljästä ohjauspaneelistä. Ohjaajien edessä olevat näytöt ovat ensisijaisia lennonvalvontanäyttöjä (Primary Flight Display, PFD). PFD-näyttöjen välissä on kaksi näyttöä, joita kutsutaan monitoimintanäytöiksi (Multi Function Display, MFD). MFD-näytöillä voidaan näyttää monipuolisesti muun muassa suunnistukseen ja koneen järjestelmiin liittyviä tietoja. PFD-näytön vikaantuessa voidaan myös sen näyttöjä siirtää MFD-näytöille.

EFIS-järjestelmä on yhteydessä kaikkiin tärkeimpiin koneen järjestelmiin ja kerää tarvittavat tiedot niiltä, sekä muokkaa sen käyttökelpoiseksi symboliikaksi näytölle. Näin neljällä näytöllä voidaan näyttää lähes kaikki lennolla koskaan tarvittava tieto.

Moottorinvalvonta- ja ohjaamomiehistön varoitusjärjestelmä (EICAS)

Moottorinvalvonta- ja ohjaamomiehistön varoitusjärjestelmä (Engine Indication and Crew Alerting System, EICAS) kokoaa ja näyttää moottoreiden ja muiden teknisten järjestelmien tietoja ohjaajille sekä varoittaa teksti- ja äänivaroituksilla eriasteisista vioista ja häiriöistä. Nämä varoitukset näytetään MFD:llä EICAS-järjestelmän CAS-osana. Varoituksen vakavuusaste ilmaistaan äänivaroituksilla ja tekstin värikoodeina. "Warning"-tasoiset, välitöntä toimintaa vaativat vakavat häiriöt, ilmaistaan punaisella värillä ja erityishuomiota vaativat "Caution"-tasoiset häiriöt keltaisella (amber). Varoituksen yhteydessä syttyy myös suoraan ohjaajien näkökentässä vastaava varoitusvalo Master Warning/Master Caution -kytkimessä. Sen avulla kiinnitetään ohjaamomiehistön huomio CAS-näyttöön. Näytöllä kerrotaan, mikä varoitus kulloinkin on kyseessä.

Varoitusjärjestelmän ilmoitukset kuitataan painamalla koneen EICAS-järjestelmän varoitusvalokalusteita, kun tilanne on analysoitu. Tällöin kytkimen varoitusvalo sammuu ja järjestelmä virittyy jälleen varoitusvalmiiksi. Tämä toiminto ei poista varoitustekstiä EICAS-järjestelmästä, vaan teksti pysyy CAS-näytöllä kunnes vika on korjaantunut joko itsestään tai ohjaamomiehistön toimesta.

Flux valve

Flux valve on anturi, joka tunnistaa maapallon magneettikentän suunnan sähköisesti. Siitä saadun tiedon avulla voidaan muuttaa koneen hyrräkompassin näyttö magneettisen ohjaussuunnan näytöksi. Magneettikentän suuntatietoa käytetään myös korjaamaan automaattisesti hyrräkompassi- ja asento- ja suuntatietojärjestelmien (Attitude-Heading Reference Unit, AHRS) näyttämää, joka ilman korjausta pyrki ajan kuluessa ryömimään ja siten aiheuttamaan näyttövirheen. Magneettikompassin tavoin flux valve on herkkä magneettikentän häiriöille, jollaisia voivat aiheuttaa esimerkiksi rautarakenteet lentoaseman alla. Tällaisissa tilanteissa flux valven antama korjaustieto voidaan poistaa käytöstä ja tehdä hyrräkompassin alkusuuntaus käsin.

YHTEENVETO LAUSUNNOISTA

Kanadasta saadut lausunnot

Kanadan onnettomuustutkintaviranomaisen (Transportation Safety Board of Canada, TSB Canada), Kanadan siviili-ilmailuviranomaisen (Transport Canada, Civil Aviation) ja lentokoneen valmistajan Bombardierin antamat lausunnot ovat samansuuntaisia.

Kanadan viranomaisten ja lentokoneen valmistajan lausuntoihin näyttää vaikuttaneen se, että heillä ei ole ollut käytettävissään lentoyhtiön käyttämää *Lentokäsikirjaa (OM-B)*. OM-B on laadittu mukaellen (*customised*) lentokoneen valmistajan laatimia käsikirjoja, joten se ei kaikilta osin käytä niiden kanssa samoja ilmaisuja. On myös huomioitava, että tutkintaselostuksen englanninkielisessä versiossa ei ollut liitettä, jossa on kuvattu yhtiön lentotoimintaan liittyvää ohjeistusta ja lentokoneen lennonhallintajärjestelmiä.

Kanadan onnettomuustutkintaviranomainen (TSB Canada), sekä siviili-ilmailuviranomainen (Transport Canada, Civil Aviation)

Kanadan viranomaisten lausunnot huomioitiin kokonaisuudessaan ja niiden pohjalta tehtiin sisältöön täydennyksiä. Kanadan siviili-ilmailuviranomainen oli samaa mieltä tutkintaselostuksen toisesta suosituksesta koskien pikaohjekirjan (QRH) ohjeistuksen täydentämistä.

Lentokoneen valmistaja Bombardier Inc.

Lentokoneen valmistaja antoi lausunnossaan useita hyvin perusteltuja ja yksityiskohtaisia kommentteja. Lausunnon perusteella tutkintalautakunta tarkensi tutkintaselostuksen sisältöä. Erityisesti muotoiltiin tekstiä onnettomuuden syyn myötävaikuttavien tekijöiden osalta.

Lisäksi lentokoneen valmistajan lausunnosta ilmeni, että suomalaisen tutkintaselostuksen kirjoitustapa toistaa asioita eri osioissa on heille hieman outo.

Euroopan lentoturvallisuusvirasto (European Aviation Safety Agency, EASA)

EASAn lausunnon perusteella tutkintalautakunta tarkensi tutkintaselostuksen kolmatta suositusta ja sen perustelua. EASAlla ei todennäköisesti ole ollut käytettävissään ohjaamomiehistön käymän lentokoneen tyyppikurssin sisältöä, jonka puutteisiin suositus perustuu.

Venäjän Federaation siviili-ilmailuviranomainen (Federal Aviation Authority of Russia, Russian CAA)

Venäjän Federaation siviili-ilmailuviranomainen ei toimittanut lausuntoa tutkintaselostuksen lopulliseen luonnokseen.

Liikenteen turvallisuusvirasto

Liikenteen turvallisuusvirastolla ei ollut lausuttavaa tutkintaselostukseen.

Lentoyhtiö

Jetflite Oy:llä ei ollut lausuttavaa tutkintaselostukseen.