



Tutkintaselostus

L2012-08

Liikennelentokoneen ajautuminen ulos kiitotieltä laskukiidossa Helsinki-Vantaan lentoasemalla 19.8.2012

OH-ATH

ATR 72-212A

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden ja 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, Finland**

Osoite / Address: Ratapihankatu 9
FI-00520 HELSINKI

Adress: Bangårdsvägen 9
00520 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: 029 51 6001
Telephone: +358 29 51 6001

Fax: 09 876 4375
+358 9 876 4375

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

Internet: www.turvallisuustutkinta.fi
www.sia.fi

TIIVISTELMÄ

Helsinki-Vantaan (EFHK) lentoasemalla tapahtui 19.8.2012 kello 3:42 UTC vakava vaaratilanne. Avions de Transport Régional:in (ATR) valmistama ja Flybe Finland Oy:n operoima ATR 72-212A tyyppinen kaksimoottorinen liikennelentokone rekisteritunnukseltaan OH-ATH ajautui ulos kiitotieltä 22L. Se oli aikataulunmukaisella reittilennolla FCM992T Tampere-Pirkkalan lentoasemalta Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Lentokoneessa oli 27 matkustajaa ja neljä miehistön jäsentä.

Lentokoneen lähestyessä Helsinki-Vantaan lentoasemaa sen sivuperäsimen poikkeutusta rajoittavan järjestelmän (TLU – Travel Limitation Unit) automaattinen toiminto vikaantui eikä miehistö kytenyt TLU:n varajärjestelmää käyttöön. Koneen kapteeni päätti jatkaa lähestymistä ja laskeutua kiitotielle 22L, koska välittömän toiminnan käsikirjan (QRH – Quick Reference Handbook) ohjeistamat normaalin laskeutumisen raja-arvot TLU:n vikatilanteessa täyttyivät. Laskuun tultaessa kapteeni totesi, että sivuperäsinpolkimet tuntuivat juuttuneen paikoilleen. Lentokone ajautui laskukiidossa ulos kiitotieltä reuna-alueelle, koska sivuperäsintä ei voitu käyttää suuntaohjaukseen. Kapteeni sai ohjattua lentokoneen takaisin kiitotielle käyttämällä nokkapyöräohjausta. Vakava vaaratilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja tai vaurioittanut kiitotien laitteita. Lentokoneeseen tuli vähäisiä vaurioita, jotka korjattiin Flybe Finland Oy:n huolto-organisaation (FAM – Finnish Aircraft Maintenance) koneelle tekemän tarkastuksen ja huollon yhteydessä.

Tutkinnassa selvitettiin yhteistyössä lentokoneen valmistajan ja operaattorin kanssa syitä TLU-järjestelmän automaattisen toiminnon vikaantumiseen, miehistön toimintaa vika- ja vaaratilanteessa, sekä inhimillisten tekijöiden vaikutusta vakavan vaaratilanteen syntymiseen. Tutkinnassa selvitettiin lisäksi, miten olemassa oleva ohjeistus ja määräykset soveltuvat tämän tyyppiseen vikatilanteeseen ja millainen on käsikirjojen luettavuus henkisesti kuormittavassa tilanteessa. Lentoarvotallenteesta selvitettiin lentokoneen toimintaa ja syitä sen epänormaaliin liikerataan vakavan vaaratilanteen yhteydessä, sekä koneen kiitotieltä ulos ajautumista laskukiidossa.

Vakavan vaaratilanteen välitön syy oli se, että mekaanisesti keskiasentoon rajoitetun sivuperäsimen teho ei riittänyt lentokoneen suuntaohjaukseen, jonka välittömänä seurauksena kone ajautui ulos kiitotieltä. Vakavan vaaratilanteen syntymiseen myötävaikutti se, että sivuperäsimen liikealueen rajoittimen (TLU) automaattisesti toimivan käyttölaitteen (aktuaattori) sähkömoottori rikkoutui ja TLU jäi HI SPD asentoon lähestymisen ja laskeutumisen ajaksi estäen sivuperäsimen liikkumisen. Myötävaikuttavana tekijänä oli myös, että miehistö ei kytenyt TLU:n varajärjestelmää käyttöön johtuen puutteellisesta järjestelmätuntemuksesta ja siitä, että välittömän toiminnan käsikirja (QRH) ei ohjeistanut TLU:n varajärjestelmän käyttöä riittävän selkeästi. Lisäksi myötävaikuttavana tekijänä oli laskeutumisen yhteydessä tehtyä tehonvähennystä seurannut potkureiden lapakulmien eriaikainen kääntyminen β -alueelle, joka johti lentokoneen voimakkaaseen suuntaheilahdukseen.

Onnettomuustutkintakeskus antoi ATR lentokoneen valmistajalle neljä turvallisuussuositusta, jotka koskivat ATR lentokoneen sivuperäsimen liikealuetta rajoittavan järjestelmän (TLU) ohjeistukseen liittyviä tarkennuksia.

SAMMANDRAG

TRAFIKFLYGPLAN SOM DREV AV BANAN VID LANDNINGEN PÅ HELSINGFORS-VANDA FLYGPLATS 19.8.2012

Vid Helsingfors-Vanda (EFHK) flygplats inträffade 2012-08-19, kl 3:42 UTC en allvarlig risksituation. Ett tvåmotorigt trafikflygplan tillverkat av Avions de Transport Régional (ATR) hos operatören Flybe Finland Oy, av typen ATR 72-212A med beteckningen OH-ATH körde av bana 22L. Flygplanet var på reguljärflygning FCM992T från Tammerfors-Birkala flygplats till Helsingfors-Vanda flygplats. Det fanns 27 passagerare i flygplanet och fyra besättningsmedlemmar.

När flygplanet närmade sig Helsingfors-Vanda flygplats uppkom ett fel i automatiken i systemet för begränsning av sidroderrörelsen (TLU – Travel Limitation Unit) och besättningen kopplade inte in reservsystemet för TLU. Kaptenen beslöt att fortsätta inflygningen och landa på bana 22L, eftersom gränsvärdena för normal landning vid fel i TLU var uppfyllda enligt handboken för omedelbara åtgärder (QRH - Quick Reference Handbook). Vid inflygningen konstaterade kaptenen att sidroderpedalerna verkade ha fastnat. Vid landningen drev flygplanet av från banan till kantområdet, eftersom sidrodret inte kunde användas för styrning. Kaptenen kunde styra flygplanet tillbaka till banan med noshjulsstyrningen. Den allvarliga risksituationen ledde inte till personskada och det uppkom inte heller skador på landningsbanans utrustning. Flygplanet fick mindre skador, som reparerades genom Flybe Finland Oy:s serviceorganisation (FAM – Finnish Aircraft Maintenance) i samband med inspektion och service av flygplanet.

Utredningen undersökte i samarbete med flygplanstillverkaren och operatören orsakerna till felet i TLU-systemets automatik, besättningens handlande i fel- och risksituationer, samt de mänskliga faktorernas inverkan på den allvarliga risksituationen. Utredningen undersökte dessutom, hur de befintliga instruktionerna och bestämmelserna fungerar för den här typen av felsituationer och hur handböckernas läsbarhet är i psykiskt stressande situationer. Genom avläsning av lagrade flygvärden klarades flygplanets manövrer och orsakerna till den onormala rörelsen i samband med den allvarliga risksituationen, samt varför flygplanet drev av från banan vid landningen.

Den direkta orsaken till den allvarliga risksituationen var, att sidrodret mekaniskt begränsats till mittområdet vilket medförde att rodereffekten inte var tillräcklig för att styra flygplanet på rätt kurs, vilket ledde till att flygplanet drev av från banan. Till den allvarliga risksituationen bidrog att elmotorn till det automatiska manöverdonet i systemet för begränsning av sidroderrörelsen (TLU) (ställdonet) havererade och TLU blev kvar i läget HI SPD under inflygning och landning vilket begränsade roderrörelsen. En bidragande faktor var att besättningen inte kopplade in reservsystemet för TLU beroende på bristande kunskap om systemet och på att nödchecklistan (QRH) inte tillräckligt tydligt föreskrev inkoppling av reservsystemet för TLU. Ytterligare en bidragande faktor effektminskningen i samband med landningen, varvid propellerbladen inte samtidigt övergick till β -området, vilket ledde till att flygplanet fick en kraftig riktningssvängning.

Olycksutredningscentralen gav ATR flygplanstillverkaren fyra säkerhetsrekommendationer, varav berörde precisering av instruktioner för systemet för begränsning av sidroderrörelsen (TLU) på flygplan av typen ATR.

SUMMARY

AIRLINER VEERING OFF THE RUNWAY DURING THE LANDING ROLL AT HELSINKI-VANTAA AIRPORT ON 19 AUGUST 2012

A serious incident occurred at Helsinki-Vantaa airport (EFHK) on 19 August 2012 at 3:42 UTC. An ATR 72-212A type twin-engine airliner, registration OH-ATH, manufactured by Avions de Transport Régional (ATR) and operated by Flybe Finland Oy, veered off runway 22L. It was on scheduled flight FCM992T from Tampere-Pirkkala airport to Helsinki-Vantaa. There were 27 passengers and four members of the aircrew on board.

As the aircraft was approaching Helsinki-Vantaa airport the automatic functioning of the Travel Limitation Unit (TLU), which limits rudder deflection, malfunctioned and the flight crew did not switch on the TLU's standby system. Since the normal landing criteria provided by the Quick Reference Handbook (QRH) for a TLU FAIL situation were met the captain decided to continue the approach and land on RWY 22L. Upon touchdown the captain noticed that the rudder pedals felt as if they were stuck. Since rudder authority was unavailable, the aircraft veered off the runway onto the shoulder strip during the landing roll. The captain, using nose wheel steering, managed to steer the aircraft back onto the runway. The serious incident did not result in any injuries to persons or damage to runway equipment. The aircraft sustained minor damage which was repaired by Flybe Finland Oy's maintenance organisation, Finnish Aircraft Maintenance (FAM), during the subsequent inspection and maintenance.

Working together with the aircraft manufacturer and the operator, the investigation established why the TLU's automatic functioning failed, the flight crew's action during the malfunctioning and the incident, and how Human Factors contributed to the onset of the serious incident.

The serious incident was caused by the mechanically centred rudder's insufficient authority for directional control which resulted in the aircraft veering off the runway. A contributing factor to the serious incident was that the electric motor of the TLU's actuator broke and the TLU remained in the high speed (HI SPD) mode for the approach and landing, thereby jamming the rudder. Another contributing factor was that the flight crew did not switch on the TLU's standby system. This was due to their inadequate system awareness and lack of clarity in Quick Reference Handbook (QRH) instructions with regard to using the standby system during a TLU failure. Yet another contributing factor was the asymmetrical propeller blade angle transition into the BETA zone following the reduction of engine power at landing, which resulted in a strong sideways oscillation.

Safety Investigation Authority, Finland issued four safety recommendations to ATR, the aircraft manufacturer. They pertain to the more detailed instructions concerning the operation of the ATR's Travel Limitation Unit (TLU).

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY	VII
KÄYTETYT LYHENTEET	XI
ALKUSANAT	XIII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Tapahtumien kulku.....	1
1.2 Henkilövahingot.....	4
1.3 Ilma-aluksen vahingot	4
1.4 Henkilöstö	5
1.5 Ilma-alus.....	6
1.6 Sää.....	7
1.7 Suunnistuslaitteet ja tutkat	7
1.8 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	7
1.9 Lentopaikat ja lennonjohdon toiminta.....	7
1.9.1 Lentopaikat.....	7
1.9.2 Lennonjohdon toiminta	7
1.10 Lennonrekisteröintilaitteet	8
1.11 Vaaratilannepaikan ja ilma-aluksen tarkastus	8
1.12 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat	8
1.13 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	8
1.13.1 Lentoarvotallentimesta saatu tieto.....	8
1.13.2 Sivuperäsimen liikealueen rajoitin (TLU – Travel Limitation Unit) ATR 72-212A tyyppisessä liikennelentokoneessa.....	10
1.14 Organisaatiot ja johtaminen.....	13
1.14.1 Käsikirjat ja toimintaohjeet.....	13
1.14.2 Koulutus	15
1.14.3 Tiedonkulku	16
1.15 Käytetyt tutkintamenetelmät.....	16
2 ANALYYSI	19
2.1 Miehistön toiminta	19
2.2 Lentoarvotallentimesta saadun tiedon analysointi.....	19
2.3 Ohjeet ja määräykset	20
2.4 Olosuhteet.....	21
2.4.1 Välittömän toiminnan käsikirjan (QRH) antamat ohjeet TLU häiriön yhteydessä	21
2.4.2 Jarrujärjestelmä.....	21
2.5 Lentokokeet ATR 72 simulaattorissa.....	21



2.6	Inhimilliset tekijät (HF – Human Factors)	22
2.6.1	Bow Tie -menetelmä	22
2.6.2	Vaara, avaintapahtuma, uhkat ja seuraukset	23
2.6.3	Ennaltaehkäisevät suojaimekanismit	23
2.6.4	Seurauksien hallinnan suojaimekanismit	25
2.7	Koulutus	27
3	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
3.1	Toteamukset	29
3.2	Vakavan vaaratilanteen välitön syy ja myötävaikuttaneet tekijät	31
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	33
4.1	Toteutetut toimenpiteet	33
4.2	Turvallisuussuosituksset	33
4.3	Muita huomioita ja ehdotuksia	35
LIITTEET		
Liite 1. Lennonjohdon ohje lento-onnettomuusvaaran julistamisesta		
Liite 2. CBT:ssä esitetyn geneerisen QRH:n ja lennolla käytettävän QRH:n väliset erot		
Liite 3. Flybe Finlandin OM-A:n kuvaus stabiloidusta lähestymisestä		
Liite 4. Yhteenveto tutkintaselostuksen lopullisesta luonnoksesta saaduista lausunnoista		
Liite 5. Ote Ranskan lento-onnettomuustutkintaviranomaisen (BEA) toimittamasta englannin- kielisestä lausunnosta		

KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
ADC	Air Data Computer	Lentoarvotietokone
AFM	Aircraft Flight Manual	Lentokoneen lentokäsikirja
AIP	Aeronautical Information Publication	Ilmailukäsikirja
ATPL	Airline Transport Pilot Licence	Liikennelentäjän lupakirja
ATR	Avions de Transport Régional	Lentokoneen valmistajatehdas
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile	Ranskan lento-onnettomuus-tutkintavirasto
β-alue	Beta zone	Potkureiden lapakulmien nolla-alue
CAVOK	Ceiling and Visibility OK	Pilvikorkeus > 1500m, näkyvyys > 10km, ei merkittäviä sääilmiöitä
CA	Cabin Attendant	Matkustamomiehistön jäsen
CAME	Continuous Air Worthiness Management Exposition	Operaattorin huoltotoimintakäsikirja
CBT	Computer Based Training	Tietokonepohjainen koulutus
CC	Chief of Cabin	Matkustamomiehistön vastaava
CEV	Centre d'Essais en Vol	Ranskan koelentokeskus
CPL	Commercial Pilot Licence	Ansiolentäjän lupakirja
CRM	Crew Resource Management	Miehistöyhteistyö
CS25	Certification Specifications Large Airplanes	Tyyppihyväksyntävaatimukset suuret lentokoneet
CVR	Cockpit Voice Recorder	Ohjaamoäänitin
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
EC	European Commission	Euroopan komissio
EEC	Electronic Engine Control	Sähköinen moottorinvalvontayksikkö
EFHK	Helsinki-Vantaa airport	Helsinki-Vantaa lentoasema
EFTP	Tampere-Pirkkala airport	Tampere-Pirkkala lentoasema
FAM	Finnish Aircraft Maintenance	Finnish Aircraft Maintenance Oy
FCOM	Flight Crew Operations Manual	Ohjaamomiehistön toimintakäsikirja
FDAU	Flight Data Acquisition Unit	Lento- ja moottoriarvojen keräysyksikkö
FDR	Flight Data Recorder	Lentoarvotallennin



FOCS	Flight Operations Control System	Operaattorin tiedotusjärjestelmä
EU	European Union	Euroopan Unioni
FL	Flight Level	Lentopinta
FLT CTL	Flight Controls	Aerodynaamiset ohjaimet
ft	Foot (feet)	Jalka, jalkaa
HI SPD	High Speed	Suuri nopeus
HF	Human Factors	Inhimillinen tekijä
HMU	Hydro Mechanical Unit	Hydro-mekaaninen polttoaineensäädin
hPa	Hectopascal	Hehtopascal
ICAO	International Civil Aviation Organization	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
JAR	Joint Aviation Requirement	Yleiseurooppalaiset ilmailumääräykset
KT	Knots	Solmu (nopeuden yksikkö)
LO SPD	Low Speed	Hidas nopeus
MHz	Megahertz	Megahertsi (radiotaajuus)
NM	Nautical Mile	Meripeninkulma, merimaili (1852 m)
OM A-D	Operations Manual – A-D	Yhtiön lentotoimintakäsikirja
PLA	Power Lever Angle	Tehovivun asentotieto
QAR	Quick Access Recorder	Huoltotallennin
QNH	Altitude Above Mean Sea Level	Korkeus Keskimääräisestä Merenpinnasta
QRH	Quick Reference Handbook	Välittömän toiminnan käsikirja
RUD	Rudder	Sivuperäsin
TLU	Travel Limitation Unit	Sivuperäsimen liikealueen rajoitin
TRTO	Type Rating Training Organisation	Tyypikoulutusorganisaatio
TWR	Control Tower	Lähilennonjohto
UTC	Co-ordinated Universal Time	Koordinoitu maailmanaika
V _C	Calibrated air speed	Kalibroitu ilmanopeus
V _{MCA}	Minimum control speed – air	Minimi hallintanopeus yhdellä moottorilla ilmassa

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus luokitteli Helsinki-Vantaan lentoasemalla 19.8.2012 tapahtuneen liikennelentokoneen kiitotieltä ulosajautumisen vakavaksi vaaratilanteeksi. Turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla Onnettomuustutkintakeskus käynnisti turvallisuustutkinnan L2012-08. Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntija Timo Heikkilä ja jäseneksi Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntija Jukka Harajärvi. Tutkinnan johtajana toimi Onnettomuustutkintakeskuksen ilmailuonnettomuuksien johtava tutkija Ismo Aaltonen.

Onnettomuustutkintakeskus lähetti tapahtumasta ilmoituksen (notification) kansainväliselle siviili-ilmailujärjestölle (ICAO – International Civil Aviation Organization), Euroopan komissiolle (EC – European Commission), Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (EASA – European Aviation Safety Agency) ja Ranskan lentoturvallisuustutkintaviranomaiselle (BEA – Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile). BEA nimesi tutkintaan ICAO:n Annex 13 mukaisen valtuutetun edustajansa.

Onnettomuustutkintakeskus lähetti EASA:lle kommentteja varten tutkinnan aikana viisi turvallisuussuositusta. Neljä suosituksesta koski ATR-lentokoneen TLU-ohjeistukseen liittyviä tarkennuksia. Yksi suosituksesta koski ohjaamomiehistöille annettavan TLU-järjestelmän teoria- ja simulaattorikoulutuksen parantamista. Vastaukset kaikkiin turvallisuussuosituksiin saatiin 6. marraskuuta 2012.

Tutkittaessa inhimillisten tekijöiden osuutta tapahtumien kulkuun, tutkintaryhmän erityisasiantuntijana toimi Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntija Jaakko Kulomäki. Matkustamohenkilöstön toimintaan liittyvissä osioissa erityisasiantuntijana toimi Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntija Sanna Winberg.

Tutkintaselostuksessa kaikki kellonajat ovat koordinoitua maailman aikaa (UTC – Co-ordinated Universal Time). Tapahtumien kulku selvitettiin lentoarvotallentimen (FDR – Flight Data Recorder), ohjaamoäänittimen (CVR – Cockpit Voice Recorder), lennonjohdon radiopuhelin- ja puhelinliikenne- sekä tutkatalienteiden ja asianosaisten kuulemisten avulla.

EU-asetuksen mukaiset lausunnot pyydettiin asianosaisilta henkilöiltä, operaattorina toimineelta Flybe Finland Oy:ltä, Liikenteen turvallisuusvirastolta, Finavia Oy:ltä, EASA:lta, BEA:lta ja lentokoneen valmistajalta ATR:lta.

Lausunnot saatiin 19.08.2013 mennessä. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostuksessa. Tiivistelmä saaduista lausunnoista on liitteessä 4.

Tutkinta valmistui 13.10.2013. Tutkintaselostus käännettiin englanniksi. Suomenkielinen tutkintaselostus on alkuperäinen asiakirja. Tutkintaselostus ja lähdeaineisto ovat taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.

1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Tapahtumien kulku

Flybe Finland Oy:n aikataulun mukainen reittilento reittitunnuksella Finncomm 992T lennettiin 19.8.2012 Tampere-Pirkkalan lentoasemalta Helsinki-Vantaan lentoasemalle jonne laskeuduttiin kello 3.42 UTC.

Miehistö yöpyi ennen lentoa Tampereella ja vaaratilanteessa mukana ollut ATR 72-212A lentokone rekisteritunnukseltaan OH-ATH oli yön Tampere-Pirkkalan lentoaseman asematasolla.

Yöpyminen ja lennon valmistelut sujuivat normaalisti. Koneen tarkastuksen ennen lentoa teki koneen kapteeni. Hän ei tarkastuksessa havainnut mitään tavallisesta poikkeavaa.

Lento alkoi ja eteni normaalisti siihen asti, kunnes matkaa Helsinki-Vantaan kiitotien 22L kynnykselle oli noin 6 NM (11 km). Ohjaajien hidastaessa koneen nopeutta alle 185 solmun (342 km/h) lentoasun muutosta ja lähestymisen aloittamista varten, sivuperäsimen liikealueen rajoittimen (TLU – Travel Limitation Unit) automaattitoiminnossa ilmeni häiriö.

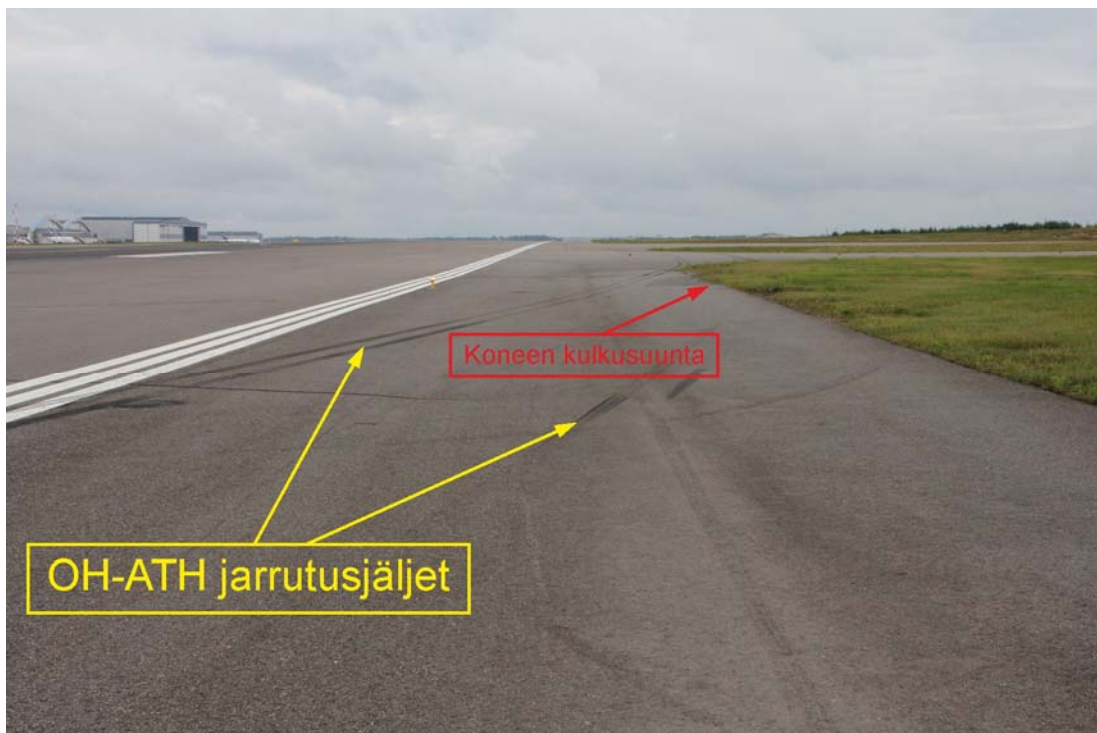
Sääolosuhteet olivat hyvät ja koneen kapteeni päätti tehdä tarvittavat tarkastukset ja toimenpiteet keskeyttämättä aloittamaansa lähestymistä. Vian ilmenemisen ja jatkuvan lähestymisen aikana kone oli automaattiohjauksella. Ohjaamomiehistö uskoi, että heillä on aikaa keskittyä ilmenneen häiriön selvittämiseen ja tarvittavien toimenpiteiden tekemiseen lähestymisen aikana.

Normaalin lähestymismenetelmän mukaan lennettäessä nopeus hidastetaan lähestymisen aikana noin 110 solmuun (204 km/h). Ilmenneen häiriön selvittämiseen oli aikaa ennen laskeutumista n. 2 min ja 30 sekuntia. Lähestymisen edetessä ja perämiehen etsiessä vikaan liittyviä toimenpiteitä QRH:sta, koneen kapteeni huomasi, että ohjeistuksen mukaiseen ohjaamomiehistön väliseen yhteistyöhön ei ollut riittävästi aikaa. Kapteeni teki lähestymiseen liittyvät lopputarkastukset (final check) itsenäisesti ja kehotti perämiestä jatkamaan vikatilanteen selvittämistä QRH:sta.

Miehistöllä ei ollut riittävästi aikaa tulkita QRH:ssa annettuja toimintaohjeita TLU:n vikatilanteessa, joten TLU:n varajärjestelmä jäi kytkemättä käyttöön. QRH:n lukeminen oli kesken vielä 1000 jalan (300 m) ja 500 jalan (150 m) korkeuksilla, mutta lähestymistä jatkettiin siitä huolimatta, että lentoyhtiön sisäisen ohjeistuksen mukaan ylös veto olisi pitänyt tässä tilanteessa aloittaa viimeistään 500 jalan korkeudelta. 250 jalan (75 m) korkeudella miehistö totesi QRH:n määrittelemien normaalien laskuedellytysten täyttyvän ja jatkoivat lähestymistä laskeutumiseen asti. TLU:n viasta johtuen lentokoneen sivuperäsimen liike oli rajoittunut ± 4 asteeseen.

Kapteenin vähentäessä moottoreiden tehon alle lentotyhjäkäynnin välittömästi ensimmäisen maakosketuksen yhteydessä, lentokoneen suunta kääntyi nopeasti oikealle $14,5^\circ$ koneen ilmanopeuden ollessa vielä 103 KT (190 km/h). Tapahtuman yhteydessä koneen lentopainon perusteella lasketut lähestymisnopeudet olivat V_{GA} 112 KT ja V_{APP} 108 KT. Vikatilanteesta johtuen miehistö käytti QRH:n mukaista 10 KT laskennallista nopeutta suurempaa nopeutta laskeutumisessa. Käytetty V_{APP} oli 108 KT.

Laskuun tultaessa konetta ohjannut kapteeni ei pystynyt korjaamaan lentokoneen äkillistä suunnanmuutosta sivuperäsimellä, koska sen liikealue oli rajoitettuna lähelle keskiasentoa. Lentokone ajautui ulos kiitotieltä siten, että molemmat koneen päälaskutelineistä olivat kiitotietä reunustavalla heinikkoisella reuna-alueella (kuvat 1 ja 2. Koneen jarrutusjäljet ja kulkusuunta) n. 550 metrin päässä siitä kohdasta, jossa renkaat olivat ensimmäisen kerran koskettaneet kiitotietä.



Kuva 1. Koneen jarrutusjäljet ja kulkusuunta.



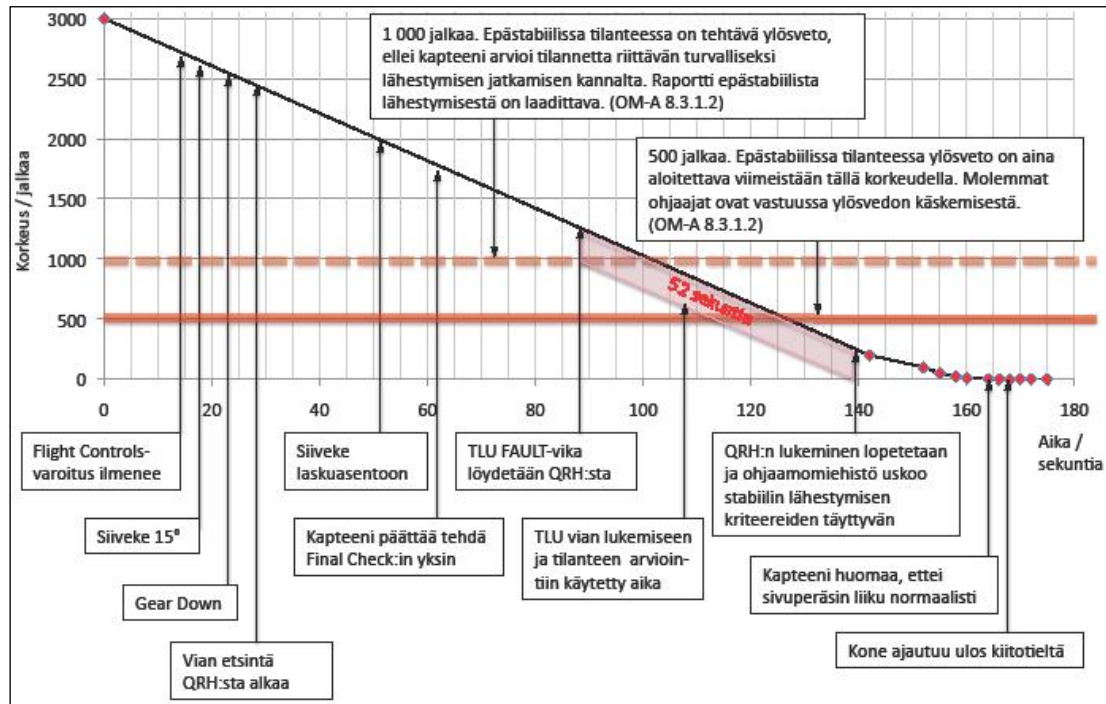
Kuva 2. Koneen jarrutusjäljet ja kulkusuunta.

Päästyään takaisin kiitotielle ohjaamomiehistö vähensi moottoreiden tehon maatyhjäkäynnille ja jatkoi rullausta normaalisti lennonjohdon antaman selvityksen mukaisesti. Rullauksen aikana ohjaamomiehistö tarkasti uudelleen TLU:n vikaantumiseen liittyvät ohjeet. Tämän tarkastuksen aikana koneen kapteeni havaitsi päänsä yläpuolella olevassa TLU:n käyttökytkimen paneelissa FAULT valon ja TLU-käyttökytkimen olevan AUTO-asennossa. Kapteeni käänsi kytkimen hitaan nopeuden (LO SPD) asentoon, mutta tote- si noin kymmenen sekunnin kuluttua, ettei järjestelmä toiminut ja käänsi kytkimen takaisin AUTO-asentoon. Ohjaamomiehistö ei tiennyt TLU:n varajärjestelmän viiveen olevan 33 ± 5 sekuntia.

Lennolla matkustamossa työskenteli kaksi matkustamomiehistön jäsentä, matkustamomiehistön vastaava (CC – Chief of Cabin) ja matkustamomiehistön jäsen (CA – Cabin Attendant). CC istui lentoonlähdön ja laskeutumisen aikana matkustamon takaosassa ja CA matkustamon etuosassa.

Matkustamossa laskeutumisvalmistelut tehtiin normaalisti. Koneen heittelehtimisestä, tärinästä ja matkustajien reaktioista matkustamomiehistö havaitsi laskukiidon olevan tavallisuudesta poikkeava. Koneen kapteeni ei antanut matkustamomiehistölle toimintaohjeita koneen ohjausjärjestelmän vikaan liittyen. Ennen laskukiidon loppumista CC avasi turvavyönsä, nousi istuimeltaan ja lähti matkustamoon selvittääkseen, mitä on tapahtumassa. Tilanteen havaittuaan hän palasi takaisin omalle paikalleen istumaan. CA istui koko tapahtuman ajan omalla paikallaan turvavyöt kiinnitettyinä.

Lennon jälkeen koneen miehistö piti tapahtumasta defusing-tilaisuuden, jossa oli mukana sekä ohjaamo- että matkustamomiehistö. Tilaisuuden jälkeen kapteeni ja matkustamomiehistön vastaava laativat tilanteesta omat poikkeamailmoituksensa.



Kuva 3. Tallenteiden perusteella laadittu graafinen esitys vakavaan vaaratilanteeseen johtaneiden tapahtumien kulusta. Kuvan korkeustieto on viitteellinen ja korkeuden nollakohtana on käytetty kosketuskohdan korkeutta.

1.2 Henkilövahingot

Lentokoneessa oli 27 matkustajaa ja neljä miehistön jäsentä. Vakava vaaratilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja.

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Sivuperäsimen liikealueen rajoittimen automaattisesti toimivan käyttölaitteen vikaantuminen johtui siitä että sen sähkömoottori (aktuaattori) rikkoontui. Kiitotieltä ulos ajautumisen seurauksena vaurioituivat lentokoneen rungon alla sijaitseva ohjaamon avioniikkalaitteiston jäähdytyspuhallin, oikeanpuoleisen päälaskutelineen muotosuoja, sekä nokkatelineen oikeanpuoleinen rengas. Lisäksi koneen alapuolisen punaisen vilkkuvalon lasi ja lamppu rikkoutuivat. Lentokoneen vauriot jäivät vähäisiksi, koska kiitotieltä ulos ajautuminen tapahtui sellaisessa kiito- ja rullausteiden risteyskohdassa, että maa-alueen kantavuus ja tasaisuus olivat riittäviä tämän kokoluokan lentokoneelle.

1.4 Henkilöstö

OH-ATH:n kapteeni

Ikä 38 vuotta.

Lupakirjat

JAR-liikennelentäjä (ATPL – Airline Transport Pilot License) lentolupakirjat olivat voimassa.

Lääketieteellinen kelpoisuustodistus JAR luokka 1 oli voimassa.

Kelpuutukset

Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla ilma-alustyypeillä	4 h 44 min 3 laskua	20 h 33 min 12 laskua	138 h 54 min 79 laskua	6580 h 3602 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	4 h 44 min 3 laskua	20 h 33 min 12 laskua	138 h 54 min 79 laskua	2101 h 1204 laskua

OH-ATH:n perämies

Ikä 28 vuotta.

Lupakirjat

JAR-ansiolentäjä (CPL – Commercial Pilot License), lentolupakirjat olivat voimassa.

Lääketieteellinen kelpoisuustodistus JAR luokka 1 oli voimassa.

Kelpuutukset

Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla ilma-alustyypeillä	4 h 14 min 4 laskua	53 h 59 min 58 laskua	151 h 00 min 155 laskua	673 h 37 min 872 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	4 h 14 min 4 laskua	53 h 59 min 58 laskua	151 h 00 min 155 laskua	448 h 21 min 462 laskua

1.5 Ilma-alus



Kuva 4. ATR 72-212A OH-ATH. (Copyright Mika Virolainen – FAP)

Tyyppi	Kaksimootorinen potkuriturbiinikone ATR 72-212A
Moottorit	2 kpl Pratt & Whitney 127F
Valmistaja	Avions de Transport Régional (ATR)
Rekisteritunnus ja -numero	OH-ATH, 2017
Lentokelpoisuustodistus	Voimassa 14.11.2012 asti
Valmistusnumero ja -vuosi	n:o 769, valmistumisvuosi 2007
Suurin lentoonlähtömassa	22.500 kg
Laskeutumismassa	Lennon lopussa Helsinki-Vantaalla 18.000 kg
Omistaja	Finncomm Finance Four Oy
Käyttäjä	Flybe Finland Oy

1.6 Sää

METAR EFHK 190320Z 23004KT CAVOK 16/15 Q1013 NOSIG=

Määräaikainen lentosääsanoma Helsinki-Vantaan lentoasemalla 19.8.2012 kello 3.20 UTC. Tuuli 230 astetta 4 solmua. Näkyvyys yli kymmenen kilometriä eikä pilviä 5000 jalan (1500 m) alapuolella. Lämpötila 16 °C ja kastepiste 15 °C. Ilmanpaine (QNH) 1013 hPa. Ei merkittäviä muutoksia odotettavissa kahden tunnin aikana.

1.7 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteet ja tutkat toimivat normaalisti, eikä niillä ollut vaikutusta vaaratilanteen syntyyn.

1.8 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet toimivat normaalisti samoin kuin niihin liittyvät taltiointilaitteetkin, eikä niillä ollut vaikutusta vaaratilanteen syntyyn. Radiopuhelin- ja puhelinliikennetallenteiden avulla selvitettiin tapahtumien kulkua.

1.9 Lentopaikat ja lennonjohdon toiminta

1.9.1 Lentopaikat

Vakava vaaratilanne tapahtui Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitotiellä 22L. Kiitotie on 60 metriä leveä ja 3440 metriä pitkä. Helsinki-Vantaan lentoaseman yksityiskohtaisemmat tiedot ovat Suomen ilmailukäsikirjassa (AIP).

1.9.2 Lennonjohdon toiminta

Lennonjohdon toiminnalla ei ollut vaikutusta tutkittavan tapahtuman syntyyn. Yhteydet eri lennonjohtoihin sujuivat koko lennon ajan normaalisti. Ohjaamomiehistö ei missään lennon vaiheessa ilmoittanut Helsinki-Vantaan lähestymis- tai lähilennonjohdolle viasta TLU:n automaattitoiminnossa ja lentokoneen rajoittuneesta ohjattavuudesta. Lennonjohdon ohjeistuksen mukaan lennonjohtajan on tehtävä lento-onnettomuusvaarahälytys silloin, kun lentokoneen toimintakyky on huonontunut, eli tässä tapauksessa ohjattavuus (Liite 1).

Helsinki-Vantaan lähilennonjohtaja ei tiennyt mahdollisesta vaaratilanteesta ennen kuin hän näki koneen ajautuvan laskukiidon aikana ulos kiitotieltä. Nähdessään tapahtuman lähilennonjohtaja kysyi välittömästi tapahtuiko mitään, johon koneen kapteeni vastasi kaiken olevan kunnossa.

Lennonjohto ei hälyttänyt pelastuspalvelua paikalle, sillä kone pääsi omin avuin takaisin kiitotielle ja jatkoi rullausta normaalisti. Lennonjohto tarkastutti kiitotien välittömästi vaaratilanteen jälkeen ja laati tapahtumasta vaaditut poikkeamailmoitukset.

1.10 Lennonrekisteröintilaitteet

Lentoarvotallennin (FDR – Flight Data Recorder)

FDAU (Flight Data Acquisition Unit) kerää kaikki parametritiedot yhteen ja välittää ne eteenpäin MPC:lle (Multi Purpose Computer). MPC ohjaa tiedon edelleen FDR:lle (Flight Data Recorder) ja QAR-tallentimelle. Onnettomuustutkimuskeskuksen tutkija valvoi lentoarvotietojen siirron ja purkutoimenpiteet. Lentoarvotiedot saatiin numeerisessa ja graafisessa muodossa. Tietoja hyödynnettiin tapahtumien kulun selvittämisessä.

Ohjaamoäänitin (CVR – Cockpit Voice Recorder)

Ohjaamoäänittimen valmistaja oli L3 Communications, tyyppi oli CVR model FA2100 ja sarjanumero oli 000532507. Ohjaamoäänitin irrotettiin koneesta ja otettiin Onnettomuustutkimuskeskuksen haltuun. Tallenne purettiin Finnairin avioniikkakorjaamolla OTKESin edustajan valvonnassa ja analysoitiin Onnettomuustutkimuskeskuksessa. Purkamisen jälkeen CVR tyhjennettiin ja palautettiin Flybe Finland Oy:lle.

1.11 Vaaratilannepaikan ja ilma-aluksen tarkastus

Helsinki-Vantaan lentoaseman kunnossapito tarkasti ja kuvasi vaaratilannepaikan. OTKES sai kuvat käyttöönsä digitaalisessa muodossa. Kiitotien reunavalot ja muut kiitotiehen liittyvät rakenteet sijaitsivat siten, että kone ei missään vaiheessa kiitotieltä ulos ajautuessaan ja takaisin kiitotielle rullatessaan osunut niihin. Tutkintaryhmä ei tarkastanut ilma-alusta, mutta Flybe Finland Oy:n CAME:n (CAME – Continuous Airworthiness Management Exposition) mukainen huolto-organisaatio FAM (Finnish Aircraft Maintenance) teki sille tilanteen vaatimat tarkastukset ja huoltotyöt. Huollon yhteydessä koneen LH jarrujen luistonestojärjestelmästä löytyi paineen vaihtelua, mistä johtuen järjestelmän paineanturi vaihdettiin.

1.12 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Pelastusyksiköitä ei hälytetty, koska lennonjohtajalla ei ollut ennakolta tietoa lentokoneen ohjausjärjestelmän viasta ja mahdollisesta vaaratilanteesta. Nähtyään koneen ajautumisen ulos kiitotieltä lennonjohtaja varmisti radiopuhelimella ohjaamomiehiltä, että tilanne oli hallinnassa.

1.13 Yksityiskohtaiset tutkimukset

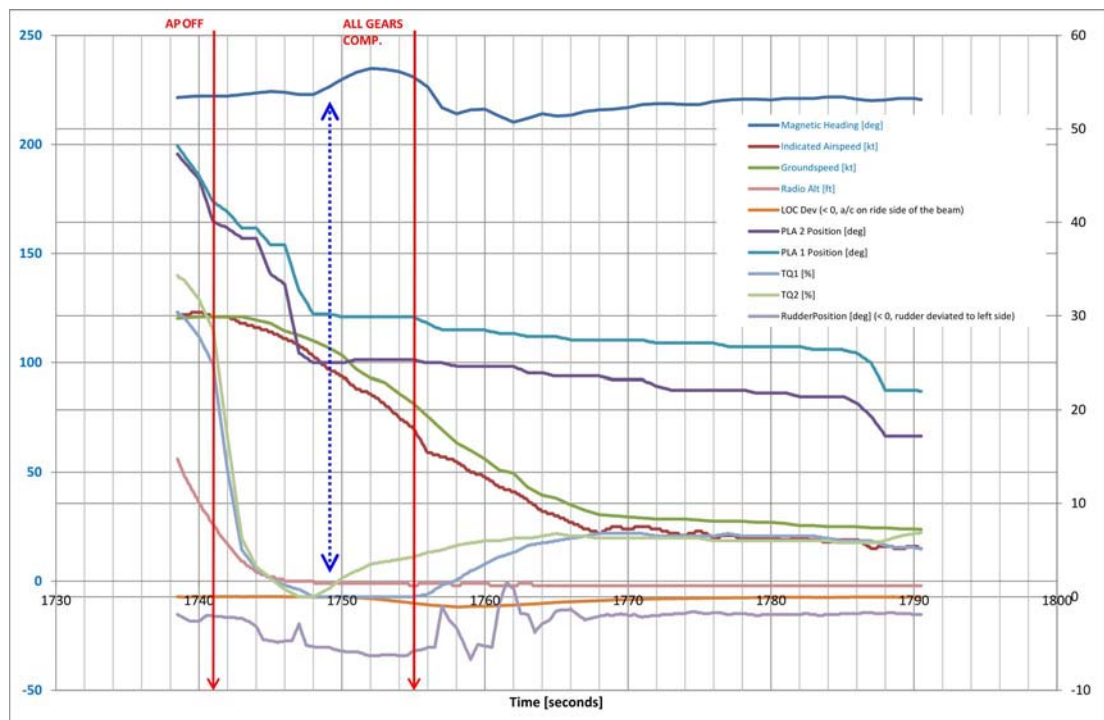
1.13.1 Lentoarvotallentimesta saatu tieto

Lentoarvotallentimen (FDR – Flight Data Recorder) tietojen perusteella laaditusta kuvaajasta (kuva 5, FDR-kuvaajat) näkyy, että lentokoneen suunnan äkillinen muuttuminen oikealle tapahtui kun moottoreiden tehoasetus oli vähennetty alle lentotyhjäkäynti asetuksen ensimmäisen maakosketuksen jälkeen. Moottoreiden teho jäi lento- ja maatyhjäkäyntiasetuksen puoliväliin koko kiitotieltä ulos ajautumisen ja takaisin kiitotielle rullauksen ajaksi. Tallenteesta nähdään, että miehistö vähensi moottoreiden

tehon maatyhjäkäynnille 40 sekuntia siitä, kun tehonvähennys lentotyhjäkäynniltä maa-tyhjäkäynnille oli aloitettu. Tutkintaan liittyvän ja aiempien FDR-tallenteiden perusteella OH-ATH:n ominaisuutena näyttää olevan oikean moottorin nopeampi reagointi tehonsäädön yhteydessä, jolloin oikeanpuoleisen potkurin aiheuttama ilmanvastus kasvaa selvästi ennen vasenta potkuria niiden kääntyessä β -alueelle (beta-alue – potkurin lapakulmien nolla-alue).

Kuvasta 5 näkyy myös, että sivuperäsin (Rudder Position) on laskeutumisen aikana ollut TLU:lla rajoitetussa ääriasennossaan 4° vasemmalla jo ennen kuin moottoreiden eriaikainen vaste tehovipujen käyttöön aiheutti lentokoneen äkillisen suunnanmuutoksen oikealle. Tallenteesta näkyy nominaalisen neljän asteen raja-arvon ylittäviä astelukemia, mutta ne johtuvat mahdollisesti mittausjärjestelmän epätarkkuudesta, mekaanisesta kulumisesta ja aerodynaamisten voimien aiheuttamasta sivuperäsimen tärinästä.

Kuvassa 5 näkyvä tehovipujen (PLA1 ja PLA2 – Power Lever Angle) asentotieto tulee sähköisiltä moottorinvalvontayksiköiltä (EEC – Electronic Engine Control), jotka saavat sen hydro-mekaanisilta polttoainesäätimiltä (HMU – Hydro Mechanical Unit). HMU:ihin kaasuvipujen asentotieto välittyy mekaanisesti. Kuvassa näkyvä n. 4° – 5° vakiosuuruinen ero tehovipujen asennossa on tämän koneyksilön FDR:n mittausjärjestelmässä oleva systemaattinen virhe, joka on todennettu useiden tallenteiden avulla. Eroja tehovipujen asentotietoihin tulee mahdollisesti moottorinvaihtojen tai merkittävien osien vaihtojen yhteydessä.



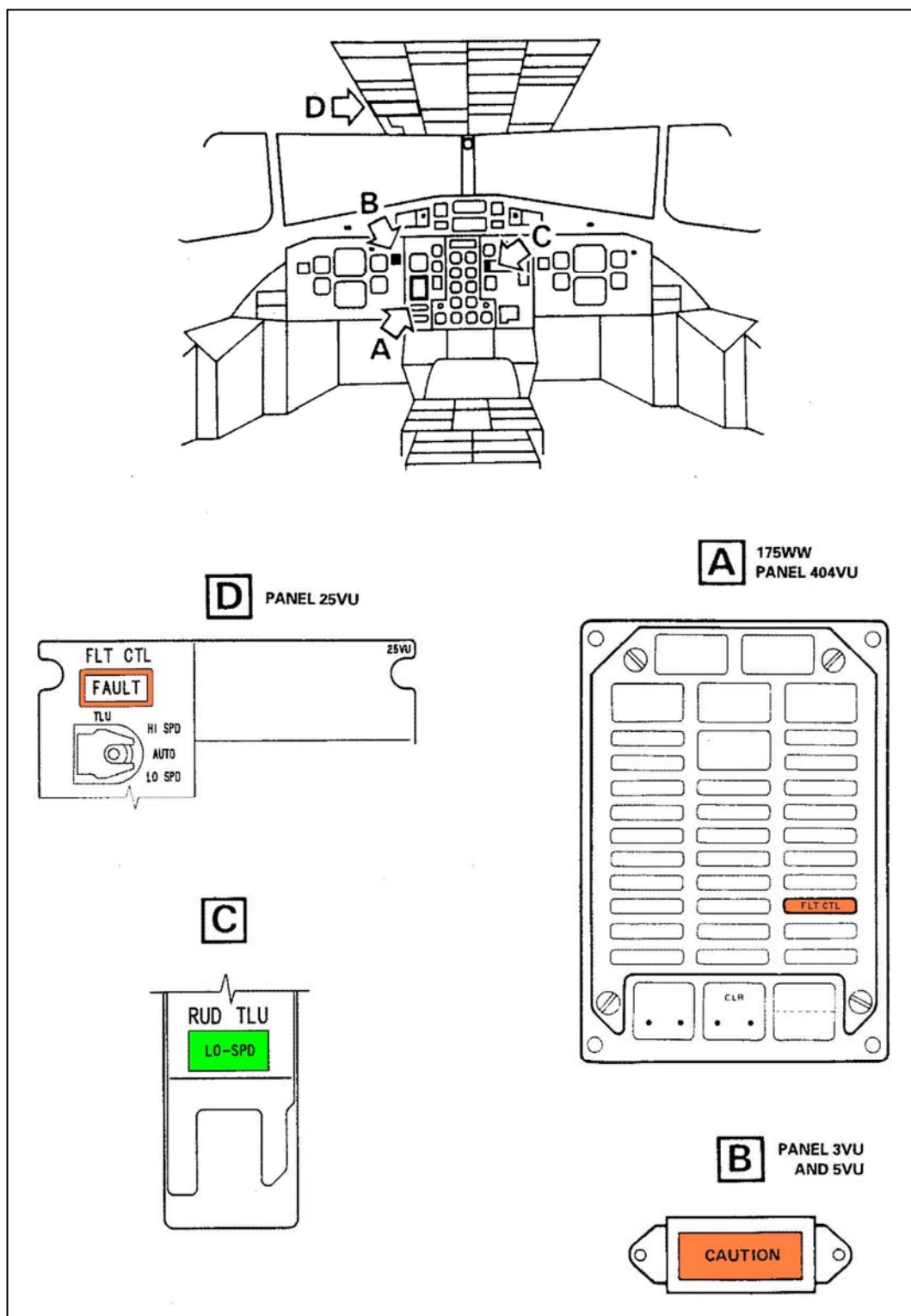
Kuva 5. FDR-kuvaajat.

1.13.2 Sivuperäsimen liikealueen rajoitin (TLU – Travel Limitation Unit) ATR 72-212A tyypisessä liikennelentokoneessa

ATR 72-212A tyypisessä liikennelentokoneessa sivuperäsimen liikealueen rajoitin suojaa lentokoneen rakennetta liian suurilta sivuperäsinpoikkeutuksilta suurilla ilmanopeuksilla. Liian suuri sivuperäsimen poikkeutus suurella nopeudella voi johtaa lentokoneen rakenteiden vaurioitumiseen.

TLU:n toiminta on suunniteltu siten, että rajoitin aktivoituu automaattisesti nopeuden ylittäessä 185 solmua (342 km/h) rajoittaen sivuperäsimen liikealueen ± 4 asteeseen. Nopeuden hidastuessa alle 180 solmun (333 km/h) liikerajoitus poistuu automaattisesti sallien sivuperäsimelle täyden liikealueen laskeutumista ja lentoonlähtöä varten.

Ohjaamossa TLU:n toiminta näkyy yli 185 solmun (342 km/h) nopeuksilla sivuperäsinpolkimien liikkeen rajoittumisena n. ± 10 millimetriin. Alle 180 solmun (333 km/h) nopeuksilla TLU:n toiminnasta ja sivuperäsimen täydestä liikealueesta kertoo vihreä RUD TLU LO SPD merkkivalo (kuva 6), joka on sijoitettu telineilmaisimien viereen.



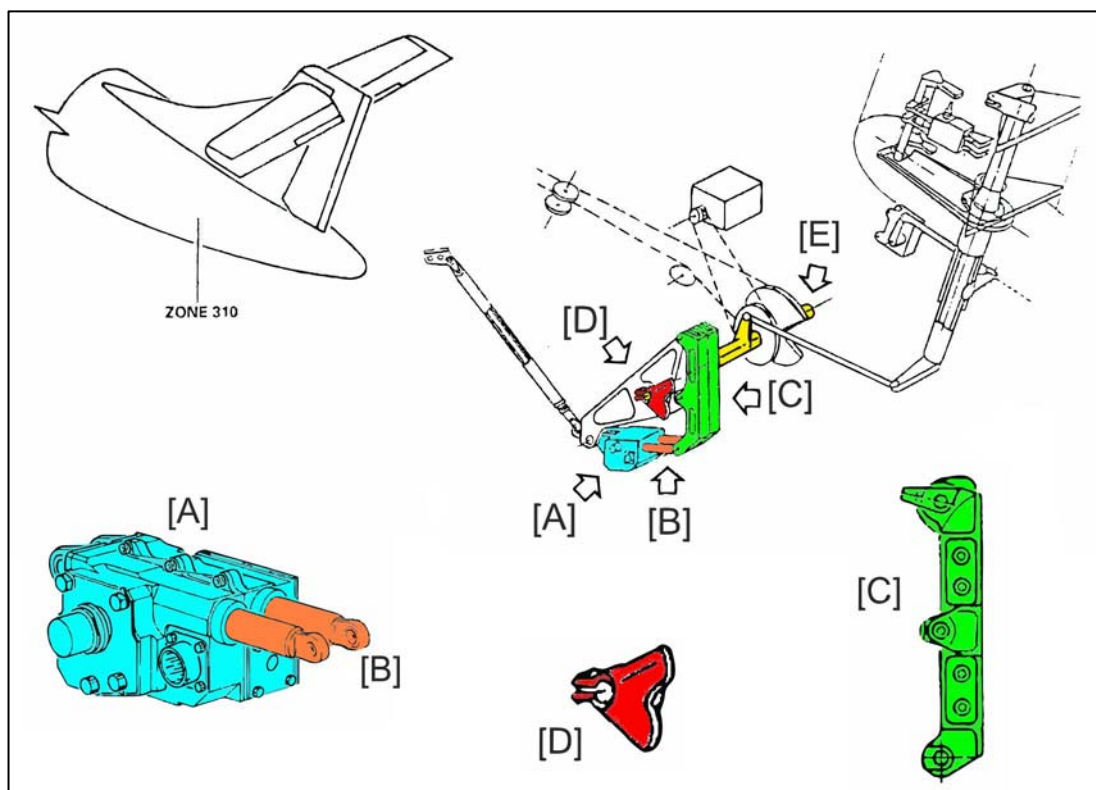
Kuva 6. TLU:n varoitus-, käyttö- ja näyttölaitteet ohjaamossa. (Lähde ATR)

Automaattisen toiminnan vikaantumisen varalta ohjaamossa on varoitus-, näyttö- ja käyttölaitteet tilanteen selvittämiseksi ja TLU:n varajärjestelmän käyttämiseksi (kuva 6 TLU:n varoitus-, käyttö- ja näyttölaitteet ohjaamossa). TLU:n automaattitoiminnon vikaantuessa ohjaamossa syttyy viasta kertovat CAUTION valot [B] ja kuullaan äänimerkki. Lisäksi vian yhteydessä syttyy varoitusvalotauluun FLT CTL (Flight Controls) varoitusvalo [A] ja yläpaneeliin TLU:n käyttökytkimen viereen FAULT ilmaisin [D].

TLU:n automaattisen toiminnon vikaantuessa sivuperäsimen liikealuetta rajoittava mekaaninen este on valittavissa kytkimellä [D] käsin joko hitaan nopeuden (LO SPD) asentoon, jolloin sivuperäsimellä on täysi liikealue tai suuren nopeuden (HI SPD) asentoon, jolloin sivuperäsimen liike on rajoitettu ± 4 asteeseen.

TLU yksikön toiminta perustuu neljään pääosaan (kuva 7. TLU yksikön pääosat):

1. Sähköinen käyttömoottori [A] joka liikuttaa kahta erillistä työntötankoa [B]. Sähkömoottori toimii määrättyjen kriteerien mukaan joko automaattisesti tai manuaalisesti.
2. Kaksi sähköisesti käytettyjen työntötankojen liikuttamaa vipua, joiden rakenteeseen on yhdistettynä rullat [C]. Vivut joko avautuvat päästäten sivuperäsimen käyttöakselin liikkumaan vapaasti tai sulkeutuvat, jolloin rakenteeseen integroidut rullat asettuvat sivuperäsimen käyttöakseliin [E] kiinnitettyihin v:n muotoisiin hahloihin [D] rajoittaen mekaanisesti sivuperäsimen liikkeen ± 4 asteeseen.
3. Erikseen automaattisessa ja manuaalisessa moodissa toimivat sähköisessä käyttömoottorissa [A] sijaitsevat käämit.
4. Kaksi sivuperäsimen käyttöakseliin kiinnitettyä v:n muotoista hahloa [D], jotka kääntyvät sivuperäsimen käyttöakselin [E] mukana.



Kuva 7. TLU-yksikön pääosat. (Lähde ATR)

Matkalentonopeudelle kiihdytettäessä TLU toimii normaalisti, kun kaksi lentoarvotietokoneetta (ADC – Air Data Computer) antavat yhtenevän tiedon siitä, että kalibroitu ilmanopeus V_c on suurempi kuin 185 solmua (342 km/h). Tällöin sähkömoottori [A] vetää automaattisesti kaksi työntötankoa [B] kiinni asentoon, jolloin sulkeutuu kaksi vipua [C], joiden rakenteeseen on integroituna rullat. Rullat asettuvat sivuperäsimen käyttöakseliin [E] kiinnitettyihin hahloihin [D] rajoittaen sivuperäsimen liikkeen ± 4 asteeseen.

Nopeuden hidastuessa TLU toimii normaalisti, kun vähintään toinen ADC kertoo nopeuden hidastuneen alle 180 solmun (333 km/h). Tällöin sähkömoottori [A] työntää kaksi työntötankoa [B] auki asentoon, jolloin ne avaavat kaksi vipua [C] vapauttaen sivuperäsimen käyttöakseliin [E] kiinnitetty hahlot [D] päästämään sivuperäsimen liikkumaan vapaasti koko liikealueellaan $\pm 28,5$ asteeseen asti.

1.14 Organisaatiot ja johtaminen

1.14.1 Käsikirjat ja toimintaohjeet

Lentokäsikirja (AFM – Airplane Flight Manual)

Lentokoneen valmistajan julkaisema lentokäsikirja (AFM) on olennainen osa ilma-aluksen tyyppihyväksyntää. Euroopassa operoivien lentokoneiden tyyppihyväksyntä kuuluu Euroopan lentoturvallisuusviraston (EASA – European Aviation Safety Agency) toimivaltaan. EASA hyväksyy ilma-alusten uudet lentokäsikirjat konetyypeittäin. Kaikki

lentokoneen käyttöön liittyvät asiakirjat perustuvat lentokoneen valmistajan julkaiseman lentokäsikirjan sisältöön. Siihen perustuvissa ohjeissa sisältö voi olla lyhennettynä versiona kuitenkin niin, että sekaannuksen tai väärinkäsityksen vaaraa ei lyhentämisestä johtuen ole. Liikenteen turvallisuusvirasto käsittelee suomalaisten operaattoreiden käytössä olevia lentokoneen valmistajien julkaisemia lentokäsikirjaan perustuvia ohjeita.

Ohjaamomiehistön toimintakäsikirja (FCOM – Flight Crew Operator Manual)

Lentokoneen valmistajan julkaisema ohjaamomiehistön toimintakäsikirja (FCOM) sisältää yksityiskohtaista tietoa lentokoneen järjestelmistä ja niiden käyttöön liittyvistä toimenpiteistä. Lentokoneen valmistaja ATR on julkaissut FCOM lentokäsikirjan niin, että se täydentää virallista AFM käsikirjaa ja sen tarkoituksena on auttaa operaattoreita näiden oman toimintakäsikirjan (Operating Manual) laadinnassa.

Välittömän toiminnan käsikirja (QRH – Quick Reference Handbook)

Ilma-aluksessa on suositeltavaa olla QRH, jonka sisältö vastaa hyväksytyn lentokäsikirjan toimintaohjeita, ilma-aluksen varustusta ja ilma-alukselle hyväksyttyä lentotoimintaa. QRH:ssa on yleensä esitetty toimenpiteet, joita tarvitaan toistuvasti tai jotka vaativat välitöntä huomiota. QRH:ssa esitetyt asiat saavat olla lyhennettynä versiona lentokäsikirjassa ja toimintakäsikirjassa esitetyistä toimenpiteistä kuitenkin niin, että sekaannuksen tai väärinkäsityksen vaaraa ei lyhentämisestä johtuen ole.

QRH voi olla suomen kielellä tai samalla kielellä kuin lentokäsikirja. Tutkittavassa tapauksessa käytetty lentokäsikirja ja QRH olivat englanninkielisiä. QRH:ssa on esitettävä tarpeelliset menettelyt, jotka liittyvät normaalitoimintaan, epänormaaleihin tilanteisiin ja hätätilanteisiin, jos QRH:n sisältöä ole määritetty lentokäsikirjassa.

ATR 72-212A koneen QRH:ssa ja lentokäsikirjassa kerrotaan, että laskeutuminen normaalisti on mahdollista TLU HI SPD asennossa ja se on todennettu 15 solmun sivutuuleen asti. QRH:n ja lentokäsikirjan mukaan laskeuduttaessa TLU HI SPD asennossa lentopainon perusteella laskettuun lähestymisnopeuteen on lisättävä 10 solmua ($V_{APP} + 10 \text{ KT}$) ja tästä johtuen laskukiitoon tarvittava kiitotien pituus on kerrottava 1,13:lla (RWYx1,13).

Toimintakäsikirja (OM – Operations Manual) osat A, B, C ja D

Lentotoiminnan ohjeistusta valvovan Liikenteen turvallisuusviraston mukaan toimintakäsikirjan tulee sovellettavien vaatimusten perusteella olla seuraavan jaottelun mukainen:

Osa OM-A, operaattorin julkaisema yhtiön toimintakäsikirja sisältää ilma-alustyyppistä riippumattomat toimintaperiaatteet, ohjeet ja menetelmät, joita turvallinen lentotoiminta edellyttää. Se sisältää tietoa käsikirjan ylläpidosta, lentotoiminnan harjoittajan organisaatiosta ja vastuista, laatu järjestelmästä, miehistöä koskevista vaatimuksista, turvamenetelmistä sekä erityisesti toimintamenetelmistä ja lentosäännöistä. Liite 3 on stabiilia lähestymistä koskeva ote Flybe Finland Oy:n OM-A:sta.

Osa OM-B, operaattorin julkaisema lentokäsikirja sisältää ilma-alusyksilökohtaiset ohjeet ja menetelmät, joita turvallinen lentotoiminta edellyttää. Siinä esitetään käytettävää ilma-alustyyppiä koskevat ohjeet. Ohjeet sisältävät muun muassa ilma-aluksen yleiset tiedot, rajoitukset, normaalit menetelmät, tarkistuslistat, poikkeus- ja hätätilannemenetelmät, ohjeet lennon suunnitteluun, massa- ja painopisteasiakirjojen täyttämiseen sekä kuvauksen ilma-aluksen järjestelmistä. Lisäksi osassa B esitetään, miten lentotoiminnassa täytetään suoritusarvoja koskevat vaatimukset.

Osa OM-C, reittikäsikirja sisältää reittejä ja lentopaikkoja koskevat ohjeet, joita tarvitaan operaattorin toiminta-alueella.

Osa OM-D, operaattorin julkaisema koulutuskäsikirja sisältää turvalliseen lentotoimintaan tarvittavan henkilöstön koulutusohjeet. Siinä esitetään lennon valmisteluun ja/tai suorittamiseen osallistuvan operatiivisen henkilöstön koulutusohjelmat ja koevaatimukset. Mitä laajempaa lentotoiminta on, sitä laajempi tulee myös koulutusorganisaation olla ja siten myös toimintakäsikirjan osa D on kattavampi.

1.14.2 Koulutus

Ohjaajien koulutus Flybe Finland Oy:n tyyppikoulutus organisaation (TRTO – Type Rating Training Organization) training manual:in mukaan

Lentokoneen rakenne koulutetaan ohjaajille tyyppikurssilla, joka järjestetään TRTO:n käsikirjassa annettujen ohjeiden mukaisesti. Tällä lennolla ohjaamomiehistöä olleet ohjaajat olivat saaneet ATR 72 tyyppikoulutuksensa Finnairin koulutuskeskuksessa Vantaalla. Finncomm / Flybe Finland Oy on järjestänyt tyyppikoulutukseen liittyvän luokkaopetuksen omissa tiloissaan oman OM ohjeistuksensa mukaisesti.

TRTO:n mukaan tyyppikurssi koostuu luokkaopetuksesta, itsenäisestä tietokonepohjaisesta (CBT – Computer Based Training) opiskelusta ja lentokonesimulaattorilla lennetyistä koululennoista. Luokkaopetus on TRTO käsikirjan mukaan tärkein lentokoneen rakenteen ja teoreettisen tiedon oppimisaikana, jota CBT-koulutus tukee. Tutinnan aikana on kuitenkin käynyt ilmi, että CBT koulutus on käytännössä ensisijainen koulutusmenetelmä, jota luokkaopetus tukee.

TLU:n koulutus CBT:n avulla

CBT opiskelu on itsenäistä, interaktiivista tietokoneen avulla toteutettua opiskelua, jossa lentokoneen rakenne käydään yksityiskohtaisesti läpi sähköisten luentojen ja animaatioiden avulla.

CBT koulutuksessa TLU:n rakenteesta ja toiminnasta on yksinkertaistetun havainnekuvan lisäksi mainittu, että koneen takaneljännekseen asennettu TLU vähentää sivuperäsimen poikkeutusta suurella nopeudella. TLU:n vikaantumista on CBT koulutuksessa käsitelty hiukan laajemmin esittelemällä mm. ohjaamossa sijaitsevat TLU:hun liittyvät käyttö- ja näyttölaitteet. CBT:ssä TLU:n vikaantumisen kohdalla esitetyn geneerisen QRH:n toimenpiteissä ja kirjoitusasussa on paljon eroja ohjaajien

käytössä olevaan QRH:hon ja julkaistuun Flybe Finland Oy:n OM-B:hen verrattuna (Liite 2).

TLU:n koulutus simulaattorin avulla

Simulaattorilennoilla opetellaan koneen järjestelmien käyttöä sekä konetyyppikohtaisia toimenpiteitä ja menetelmiä. TLU-järjestelmän toimintaan tutustutaan koulutusohjelman mukaan simulaattorilentojen aikana kerran, kun lentokonesimulaattorilla lennetään kaartoja TLU HI-SPD asennossa sivuperäsimen liikealue rajoitettuna.

Hyväksytysti suoritettujen teoriakokeiden ja simulaattorilentojen jälkeen ohjaajat siirtyvät lentämään oikealla lentokoneella ja käyttämään koneen käsittelyä ohjeistavia ja rajoittavia käsikirjoja. Tällaisia käsikirjoja ovat mm. FCOM, AFM, OM-B ja QRH. Näiden käsikirjojen TLU:n vikaantumista koskevat toimenpiteet on esitetty liitteessä 2. Näiden toimenpiteiden ja lyhyen järjestelmäkuvauksen lisäksi TLU:n vikaantumisen aiheuttamia rajoituksia ei ole esitetty käsikirjojen kohdassa rajoitukset.

Matkustamomiehistön koulutus (CAM – Cabin Attendant Manual)

Yhtiön CAM ohjeistuksessa ei ole mainintaa siitä, kuinka kauan matkustamomiehistön tulisi istua paikoillaan laskeutumisen jälkeen. Kuulemisten perusteella matkustamomiehistön hätätilannekoulutuksen painopiste on valmistettujen pakko-laskujen ja veteen laskeutumiseen liittyvien toimenpiteiden harjoittelussa. Odottamattomien ja normaalista poikkeavien tilanteiden harjoittelu jää vähemmälle. Poikkeavissa tilanteissa matkustamomiehistön on ensisijaisesti odotettava kapteenin ohjeita. Poikkeuksen tästä muodostavat tilanteet, jossa ohjaamomiehistön voidaan olettaa olevan toimintakyvyttömänä, matkustamossa syttyy tulipalo tai kone on tehnyt pakkolaskun veteen. OM-B:n mukaan turvavöitä ei saa avata eikä istumapaikaltaan nousta ennen kuin kone on kokonaan pysähtynyt.

1.14.3 Tiedonkulku

Uusista ja poikkeavista tilanteista Flybe Finland Oy tiedottaa lentävää henkilöstöään FOCS-järjestelmällä. Saadakse tietoa esimerkiksi työvuoroistaan henkilöstön on kirjauduttava FOCS-järjestelmään ja avattava julkaistut tiedotteet, eli Alert Bulletinit. Alert Bulletinin lisäksi ohjaamomiehistöjä on tiedotettu TLU:n ominaisuuksista laajennetussa simulaattorikoulutuksessa ja vuosittaisilla ryhmäkoulutuspäivillä.

1.15 Käytetyt tutkintamenetelmät

Tutkintaryhmä kävi ATR simulaattorissa todentamassa TLU:n vaikutuksen koneen ohjattavuuteen tekemällä staattisen ja dynaamisen suuntavakavuuden kokeet (CS 25.149) TLU HI SPD asennossa. Operatiivisena kokeena simulaattorissa todennettiin TLU HI SPD asennon vaikutus koneen ohjattavuuteen normaalissa sivutuulilaskussa sivutuulen ollessa 15 solmua. Toisena operatiivisena kokeena tehtiin moottorihäiriö ylösvedossa lähestymisasussa TLU HI SPD asennossa. Ei ole normaalia, että vikaantu-neella lentokoneella tehdään tämän tyyppisiä kokeita, mutta tutkintaryhmä päätti selvit-

tää koneen käytöstä sivuperäsin lukittuna, koska QRH antoi miehistölle sellaisen käsityksen, että tiettyjen reunaehtojen täytyessä kone toimii normaalisti. QRH:ssa ei ollut mitään varoitusta liittyen koneen rajoitettuun suuntaohjaukseen TLU HI-SPD asennossa. Moottorihäiriötä ylösvedon yhteydessä TLU HI-SPD asennossa ei ole koelentoilla tutkittu tilanteen vaarallisuuden vuoksi.

ATR 72 simulaattorilla tehtyjen lentokokeiden perusteella tutkintaryhmä totesi, että ATR 72 simulaattorin ohjattavuus ei täyttänyt EASA:n tyyppihyväksyntävaatimuksia CS25.143-25.149 TLU:n ollessa HI-SPD asennossa sivutuulilaskun ja ylösvedossa sattuneen moottorihäiriön yhteydessä. Simulaattorilla tehdyistä lentokokeista saatujen tulosten perusteella ATR lentokoneen valmistajalta tiedusteltiin, miten se on todentanut, että TLU HI SPD asennossa laskeutuminen sujuu normaalisti, kun raja-arvot $V_{APP} + 10$ KT, RWYx1,13 ja sivutuuli max 15 solmua täyttyvät ja mikä on VMCA TLU:n ollessa HI SPD asennossa. Lisäksi tutkintaryhmä pyysi lentokokeiden tuloksia käyttöönsä.

Tutkintaryhmä ei saanut pyytämiään lentokokeiden tuloksia käyttöönsä, mutta lentokoneen valmistaja tarjosi tutkintaryhmälle mahdollisuutta tutustua koneen koelentoilla saatuihin tuloksiin lentokonetehtaalla Toulousessa. Tutkintaryhmällä ei ollut tilaisuutta vierailulla lentokonetehtaalla. Lentokoneen valmistajan mukaan ATR 72 koneen mallit 101, 201, 102 ja 202 koelennettiin niiden ominaisuuksien todentamiseksi JAR 25.671c vaatimuksia vastaaviksi. Lentäminen TLU HI SPD asennossa oli osana näitä koelentoja. ATR:n mukaan Ranskan koelentokeskuksen [CEV – Centre d'Essais en Vol] kanssa lennettiin kaksi lähestymistä ja laskua TLU HI SPD asennossa sivutuulen ollessa 15 solmua. ATR:n mukaan näiden lähestymisten ja laskujen tulokset täyttivät JAR 25.671c vaatimuksen.

ATR lentokoneen valmistajan mukaan ATR 72 koneen mallien 210, 211 ja 212 spesifikaatiovastaavuus on todennettu vakautettujen sivuluisujen lentokokeella, jonka tuloksia on verrattu ATR 72-200 mallin koelentoilla saatuihin tuloksiin. Analyysin oikeellisuuden on vahvistanut Ranskan koelentokeskus.

ATR 72-212A mallin hyväksynnän yhteydessä Ranskan ilmailuviranomainen (DGAC) oli todennut aikaisemmin koelennettyjen mallien tulosten olevan riittävät koskien laskeutusta 15 solmun sivutuulella TLU:n ollessa HI SPD asennossa.

VMCA arvoja ei ATR 72-212A koneen hyväksynnän yhteydessä ole todennettu TLU HI SPD asennossa. Tätä konetyyppiä koskevassa EASA:n julkaisemassa tyyppihyväksyntävaatimuksessa CS25 VMCA:n todentaminen on kuvattu kohdassa CS25.149. Lentokoneen valmistajan mukaan moottorihäiriö ja TLU:n vikaantuminen samanaikaisesti on äärimmäisen epätodennäköistä. ATR:n antaman selvityksen mukaan todennäköisyys on pienempi kuin 10^{-9} lentotuntia kohden.

Analysoitaessa ohjaamomiehistön toimintaa vaaratilanteeseen johtaneen lähestymisen aikana ja arvioitaessa inhimillisten tekijöiden (HF – Human Factors) osuutta vaaratilanteen syntymiseen käytettiin apuna Bow Tie -menetelmää.

2 ANALYYSI

2.1 Miehistön toiminta

TLU vika, joka sytytti Flight Controls varoituksen varoitusvalotauluun, ilmeni mittarilähestymisen välilähestymisvaiheessa. Matkaa laskukiitotien kynnykselle oli noin 6NM (11km). Ohjaamomiehistö päätti jatkaa lähestymistä ja selvittää vikaa QRH:sta. Samalla ohjaajien oli suoriuduttava myös normaaleihin laskeutumisrutiineihin liittyvistä toimenpiteistä. Koneen läpäistessä 1000 jalkaa (300 m) vian etsintä oli edelleen kesken ja lähestyminen oli näin ollen epästabiili. OM-A:n (liite 3) mukaan ylösveto olisi pitänyt tällaisessa tilanteessa tehdä 1000 jalan (300 m) korkeudessa tilanteen selvittämiseksi. Koneen läpäistessä 500 jalan (150 m) korkeuden, lähestyminen oli edelleen epästabiili ja ylösveto olisi pitänyt tehdä viimeistään tältä korkeudelta.

Lähestymisen jatkamispäätöksestä aiheutunut kiire johti siihen, että ohjaamomiehistöllä ei ollut riittävästi aikaa paneutua vaikeaselkoiseksi laaditun QRH:n lukemiseen. Kiireen ollessa myötävaikuttavana tekijänä ja koska QRH:ssa ei ollut mainintaa TLU:n varajärjestelmän kytkemisestä käyttöön, jäi TLU:n MANUAL -kytkin ohjaamomiehistöltä AUTO-asentoon. Tämän seurauksena laskuun tultaessa TLU oli HI SPD asennossa rajoittaen sivuperäsimen liikkeen ± 4 asteeseen.

TLU:n varajärjestelmän kytkemisohteen sijasta miehistö löysi QRH:sta ohjeet normaalista laskeutumisesta TLU HI SPD asennossa. Konetta ohjannut kapteeni ei tiedostanut sivuperäsimen rajoittunutta liikealuetta ennen maakosketusta, koska kone oli automaattiohjauksella mittarilähestymisen minimikorkeuteen asti. Pelkästään QRH:ta lukemalla miehistö ei saanut käsitystä sivuperäsimen rajoittuneesta liikealueesta.

Ohjaamomiehistö ei tiedottanut matkustamomiehistöä TLU:n viasta ja mahdollisista ongelmista laskuun tultaessa. Havaittuaan laskeutumisen olevan epänormaali, CC avasi turvavyönsä, nousi matkustamon takana sijainneelta istuimeltaan ja lähti matkustamoon selvittääkseen, mitä on tapahtumassa. Koneen ajautuessa ulos kiitotieltä on todennäköistä, että laskukiito päättyy koneen äkilliseen pysähtymiseen tai suunnanmuutokseen, jolloin koneen käytävällä liikkuvat henkilöt ovat suuressa vaarassa loukkaantua.

2.2 Lentoarvotallentimesta saadun tiedon analysointi

Lentoarvotallentimesta saatujen tietojen ja tehtyjen tutkimusten perusteella tällä lennolla käytössä olleen koneyksilön potkureiden kääntymisessä β -alueelle moottorit tyhjäkäynnille vedettäessä, oli merkittävä epäsymmetria. On yleistä, että tehon vähentäminen tyhjäkäynnille laskeutumisen yhteydessä aiheuttaa lievän suuntaheilahduksen kaksimoottorisilla potkuriturbiinikoneilla koneyksilöstä ja tilanteesta riippuen oikealle tai vasempaan. Tämä suuntaheilahdus on normaalitilanteessa korjattavissa aerodynaamisella suuntaohjauksella eli sivuperäsimellä.

Lentoarvotallentimen tiedoista nähdään, että ensimmäisen maakosketuksen jälkeen koneen laskeutuminen pitkittyi, koska paino pyörillä kytkin aktivoitui vasta 10 sekuntia ensimmäisen maakosketuksen jälkeen. Koneen kapteeni pyrki korjaamaan tapahtunutta suuntaheilahdusta nokkapyöräohjauksella, mutta tällä ei ollut toivottua vaikutusta. Koneen "liittäminen maanpintavaikutuksessa" ja laskeutumisen pitkittyminen estivät nokkapyöräohjauksen käytön, koska ATR koneen nokkapyöräohjauksen aktivoituminen edellyttää, että kaikkien laskutelineiden paino pyörillä kytkimet ovat aktivoituneet.

2.3 Ohjeet ja määräykset

TLU vikaantuneena lentämiselle asetetuista rajoituksista ei ole mainintaa OM-B:n osassa rajoitukset. TLU:n vikaantuminen ja jääminen HI Speed asentoon vaikuttaa muun muassa laskeutumisen yhteydessä sallitun sivutuulen voimakkuuteen, käytettävään lähestymisnopeuteen (V_{APP}) ja sivuperäsimen rajoittuneesta liikealueesta johtuen myös minimihallintanopeuteen yksimoottoritilanteessa (V_{MCA}). TLU:n vikaantumisen aiheuttama sivutuulen rajoitus ja tavallisuudesta poikkeava lähestymisnopeus (V_{APP}) on esitetty muun muassa QRH:n kohdassa TLU:n vikaantuminen.

Lähelle keskiasentoa lukittu sivuperäsin vaikuttaa olennaisesti V_{MCA} nopeuteen, mutta operaattorilla käytössä olleessa ohjeistusmateriaalissa ei ole tästä mainintaa. Normaalin yksimoottoriylösvedon toimenpiteenä on noudattaa niin sanottua V_{GA} nopeutta, joka on parhaan nousukyvyn antava nopeus. Simulaattorissa tehtyjen kokeiden perusteella voidaan arvioida, että sivuperäsin ± 4 asteen kääntymiskulmalle TLU:lla lukittuna nopeutta ei voida yksimoottoriylösvedossa pienentää normaalille V_{GA} nopeudelle, koska koneen hallinta voidaan menettää jo tätä nopeutta suuremmalla nopeudella.

Johtuen TLU:n vikaantumiseen liittyvästä ohjeistuksesta laskeutumisessa oli käytetty kymmenen solmua tavanomaista suurempaa nopeutta. Normaalista suurempi kynnysnopeus ja kesken jäänyt tehon vähennys pitkittivät koneen liitämistä maanpintavaikutuksessa eikä nokkapyöräohjaus ollut kapteenin käytettävissä heti laskeutumisen jälkeen.

Kapteenilla on aina vastuu lennon kokonaissuorituksesta. Lentoyhtiön ohjeistuksessa ohjaamomiehistöille (OM-A ja OM-B) tuodaan esille, että poikkeavissa tilanteissa kapteenin tulee olla aktiivinen tilanteen johtamisessa. Tämä koskee myös ohjaamo- ja matkustamomiehistön välistä kommunikointia. Kapteenin vastuulla on ilmoittaa matkustamomiehistölle, jos laskeutumisessa on mahdollisesti odotettavissa jotain normaalista poikkeavaa. Tieto mahdollisista poikkeamista auttaa matkustamomiehistöä valmistautumaan mahdolliseen pakkotilanteeseen ja esimerkiksi käymään mielessään läpi ohjeistusta ja toimintatapoja mahdollisessa evakuointitilanteessa. Tällainen valmistautuminen edistää tilanteeseen sopeutumista ja lyhentää reagointiaikaa.

2.4 Olosuhteet

Helsinki-Vantaan lähestymislennonjohto antoi koneelle selvityksen näkölähestyä kiitotietä 22L. Ohjaamomiehistö sai kiitotien näkyviinsä jo ennen TLU:ssa ilmennyttä vikaa. Sää oli hyvä ja kone lensi automaattiohjauksella. Ohjaamomiehistön kuulemisten perusteella hyvät olosuhteet vaikuttivat lähestymisen jatkamispäätökseen TLU vian ilmenemisen jälkeen.

Huolimatta siitä, että Helsinki-Vantaan kiitotie 22L on 60 metriä leveä, kone ajautui ulos kiitotieltä n. 550 metrin päässä siitä kohdasta, jossa renkaat koskettivat ensimmäisen kerran kiitotietä. Kone päätyi ulos kiitotieltä siten, että molemmat koneen päälaskutelineistä olivat kiitotien heinikkoisella reuna-alueella. Kiitotien leveys ja se että ulos ajautuminen tapahtui kiitotien ja rullaustien risteyskohdassa myötävaikuttivat vaurioiden vähäisyyteen. Kiitotien reunavalot ja muut kiitotiehen liittyvät rakenteet sijaitsivat siten, että kone ei missään vaiheessa kiitotieltä ulos ajautuessaan ja takaisin kiitotielle rullatessaan osunut niihin.

2.4.1 Välittömän toiminnan käsikirjan (QRH) antamat ohjeet TLU häiriön yhteydessä

ATR 72-212A koneen välittömän toiminnan käsikirjan mukaan laskeutuminen normaalisti on mahdollista TLU HI SPD asennossa ja se on todennettu 15 solmun sivutuuleen asti. Vaaratilanteen tapahtuessa tuuli oli 230°/04 solmua, joten sillä ei ollut käytännössä vaikutusta tapahtumiin. Lentokoneen moottoreiden epäsymmetrisestä toiminnasta aiheutui 14,5° suuntaheilahdus. Tämän suuruinen ero lentoradan ja ohjaussuunnan välillä 103 solmun (225 km/h) ilmanopeudella sivutuulikomponentiksi muutettuna vastaisi n. 25 solmun sivutuulta ja sillä oli ratkaiseva vaikutus syntyneeseen vakavaan vaaratilanteeseen.

2.4.2 Jarrujärjestelmä

Tapahtuman jälkeisessä huollossa koneen LH jarrujen luistonestojärjestelmästä löytyi paineen vaihtelua. Jarrujärjestelmän häiriöllä ei ollut vaikutusta vaaratilanteen syntymiseen ja koneen kiitotieltä ulos ajautumiseen. Koneen suunnan muuttuessa äkillisesti 14,5°, paino pyörillä kytkin ei ollut aktivoituneessa tilassa johtuen koneen pitkittyneestä liidosta maanpintavaikutuksessa.

Koneen ollessa käytännössä ilmassa, jarrujärjestelmän toiminnalla tai toimimattomuudella ei ole vaikutusta koneen suunnanmuutoksiin. Lisäksi tapahtuman jälkeen kiitotieltä löydettiin vasemman ja oikeanpuoleisten renkaiden jättämät jarrutusjäljet, joiden perusteella voidaan sanoa, että tapahtuman jälkeen löydetty vika ei vaikuttanut tapahtumien kulkuun ainakaan lisäämällä koneen suunnanmuutosta oikealle [kuva 1 ja 2].

2.5 Lentokokeet ATR 72 simulaattorissa

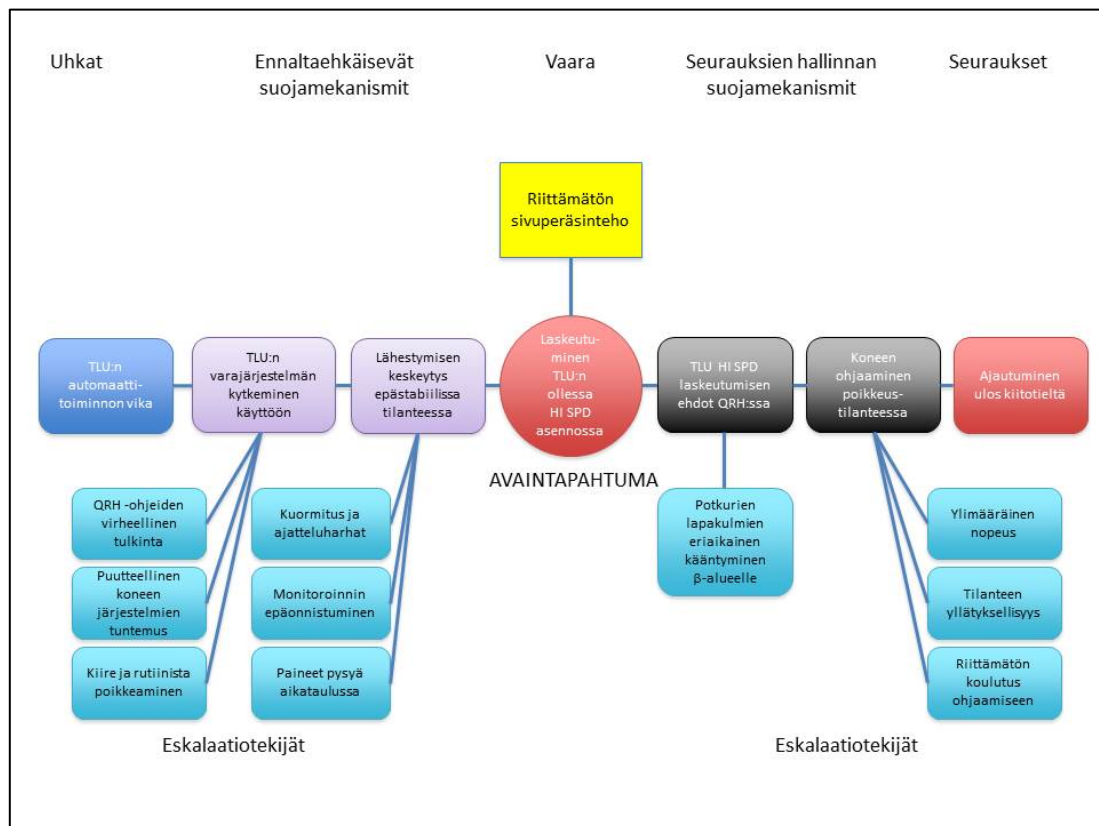
Tutkintaryhmän tekemien kokeiden perusteella voidaan sanoa, että ATR 72 simulaattorin ohjattavuus TLU:n ollessa HI-SPD asennossa sivutuulilaskun ja ylösvedossa sattuneen moottorihäiriön yhteydessä eivät täyttäneet EASA:n lentokoneille

asettamaa tyyppihyväksyntävaatimusta CS25.143-25.149. Lentokoneiden hallittavuutta ei yleensä koelennetä vikatilanteiden rajoittaessa ohjattavuutta. Tässä tapauksessa lento-ominaisuuksia päädyttiin mittaamaan vikatilanteesta huolimatta, koska koneen miehistöllä tai FlyBe:n ATR ryhmällä ei puuttellisesta ohjeistuksesta johtuen ollut riittävää käsitystä TLU-vian vaikutuksesta koneen ohjattavuuteen. Tilanteesta julkaistu ohjeistus antoi sellaisen käsityksen, että kone käyttäytyy normaalisti TLU:n ollessa HI-SPD asennossa QRH:ssa annettujen raja-arvojen täyttyessä. Tutkintaryhmällä ei ole tietoa, kuinka tarkasti ATR 72 simulaattorin lento-ominaisuudet vastaavat oikeaa lentokonetta TLU:n vikatilanteessa.

2.6 Inhimilliset tekijät (HF – Human Factors)

2.6.1 Bow Tie -menetelmä

Inhimillisten tekijöiden analyysia varten muodostettiin tapahtumasta Bow Tie -menetelmän mukainen malli (kuva 8). Bow Tie -menetelmää käytetään riskien arvioinnissa ja riskien hallinnan suunnittelussa sekä riskiviestinnässä. Bow Tie -malli havainnollistaa tapahtumaan sisältyviä riskejä vaarojen, avaintapahtuman, uhkien ja seurausten välisinä suhteina. Näiden lisäksi malliin sisältyvät tilanteessa vaikuttavat ennaltaehkäisevät, sekä seurausten hallintaan liittyvät suojamekanismit sekä eskalaatiotekijät, jotka voivat estää suojamekanismeja toimimasta.



Kuva 8. Tapahtumasta muodostettu Bow Tie -menetelmän mukainen malli.

2.6.2 Vaara, avaintapahtuma, uhkat ja seuraukset

Vaara on tilanteessa vaikuttava tekijä, joka hallitsemattomana aiheuttaa haittaa. Vaara voi olla esimerkiksi jokin materiaali, energian lähde, olosuhde tai esine. Tässä mallissa vaikuttava vaara on sivuperäsinohjauksen puuttuminen, joka pahimmillaan voi johtaa lentokoneen hallinnan menetykseen. Tämä vaara pyritään tavallisesti hallitsemaan käyttämällä ja huoltamalla lentokonetta asianmukaisesti.

Vaaran toteutumisen tekevät mahdolliseksi järjestelmään sisältyvät uhkat. Tässä mallissa uhka oli TLU:n automaattitoiminnon vika, jonka kautta vaara pääsi vaikuttamaan avaintapahtumassa. Avaintapahtuma on ajan hetki, joka kääntää tapahtumien kulun väistämättä vaaratilanteeseen tai onnettomuuteen johtavaksi. Avaintapahtuma vapauttaa siihen asti hallinnassa olleen vaaratekijän. Tämän mallin avaintapahtuma on laskeutuminen TLU:n ollessa HI SPD asennossa.

Avaintapahtumasta alkavan tapahtumaketjun päätepisteenä ovat seuraukset. Seuraukset kuvaavat onnettomuuden lopputulosta. Tässä mallissa avaintapahtuman käynnistämän tapahtumaketjun seurauksena lentokone ajautui ulos kiitotieltä.

2.6.3 Ennaltaehkäisevät suojaimekanismit

Uhkan toteutumista oli tapahtumassa ehkäisemässä kaksi suojaimekanismia: TLU:n varajärjestelmän kytkeminen käyttöön QRH:n toimintaohjeita noudattaen ja lähestymisen keskeyttäminen, kun toimintakäsikirjan määrittämät stabiilin lähestymisen kriteerit eivät täyttyneet. Kumpikin suojaimekanismeista olisi toimiessaan kyennyt estämään tilanteen etenemisen avaintapahtumaan. Seuraavassa tarkastellaan miksi suojaimekanismit eivät toimineet.

TLU:n varajärjestelmän kytkeminen käyttöön

QRH:n toimintaohjeet on kirjoitettu siten, että ohjeista ei käy yksiselitteisesti ilmi tarkoitetaanko niissä TLU:n varajärjestelmän kytkemistä LO SPD asentoon vai ainoastaan asetuksen tarkastamista merkkivalon perusteella. Kuormittavassa lennon loppuvaiheessa lentäjillä ei ole resursseja pohtia monitulkintaisten ohjeiden merkitystä, vaan he toimivat oletusten mukaan, jotka ovat muotoutuneet aiempien kokemusten pohjalta.

Normaalin lähestymisen aikana TLU:n toiminta-asetus tarkastetaan Final Check -tarkistuslistan mukaan etupaneelin TLU LO SPD -merkkivalon perusteella. Tämä tapahtuu jokaisen lennon yhteydessä eli useita kertoja lentäjän työvuoron aikana ja on siten erittäin hyvin opittu toiminto. TLU:n varajärjestelmän käyttö on sen sijaan käytännön lentotoiminnassa erittäin harvinaista, eikä sitä koulutuksessakaan harjoitella säännöllisesti.

Puutteellinen järjestelmätuntemus saattaa edelleen lisätä todennäköisyyttä tulkita toimintaohjeita väärin aikaisemman tottumuksen pohjalta. Mikäli ohjaamomiehistöllä ei ole hyvää käsitystä järjestelmän toimintaperiaatteista heillä on heikot edellytykset

havaita, tuleeko vika toimintaohjeiden avulla todella selvitettyä. Laskeutumisen vaatimien toimenpiteiden suorittaminen samanaikaisesti vikatilanteen selvittämisen kanssa aiheutti ohjaamomiehistölle ylimääräistä kiirettä. Lisäksi se aiheutti kuormitustason nousun ja johti ohjaamomiehistön rikkomaan normaalin tarkistuslistojen läpikäyntirutiinin. Kiire ja normaalista rutiinista poikkeaminen saattoi tehdä toimintaohjeiden läpikäynnistä pintapuolista. Tämän lisäksi se saattoi edesauttaa ohjaamomiehistön päätymistä käsitykseen, että vikatilanne oli selvitetty ja lähestymistä voitiin jatkaa normaalisti.

Lähestymisen keskeytys epästabiilissa tilanteessa

Loppulähestyminen ja laskeutuminen ovat ohjaamomiehistölle henkisesti lennon kuormittavimpia vaiheita. Lentokoneen järjestelmissä ilmenevän vian selvittäminen näissä lennon vaiheissa voi asettaa miehistön tiedonkäsittelykapasiteettinsa äärirajoille. Kokonaiskuvan muodostaminen tilanteen vaarallisuudesta ja tapahtumien seurauksista vaatii runsaasti ylimääräistä tiedonkäsittelykapasiteettia, jota lentäjillä on kuormittavissa lennonvaiheissa rajallisesti käytettävissä. Kuormituksen vaikutuksesta toiminta saattaa muuttua reaktiiviseksi eli reagoidaan vastaantuleviin tapahtumiin sitä mukaa, kun ne tapahtuvat. Tilannetta ei enää kyetä tarkastelemaan kokonaisvaltaisesti eikä tulevia tapahtumia pystytä ennakoimaan tai suunnittelemaan. Tällöin päätöksentekotilanteessa turvaudutaan helposti erilaisiin, aiempien kokemusten luomiin peukalosääntöihin ja altistutaan ajatteluharhoille. Kuormituksen alaisena miehistöllä ei ole resursseja haastaa aktiivisesti ajatteluharjojen luomia virheellisiä oletuksia.

On tavallista, että ihmiset ovat vastahakoisia luopumaan tehtävästä, jonka loppuunsaattamiseen he ovat sijoittaneet runsaasti voimavarojaan. Tätä ilmiötä kutsutaan suunnitelman jatkamisharhaksi (Plan continuation bias). Vastahakaisuus kasvaa sitä suuremmaksi, mitä lähempänä tehtävän päämäärää ollaan. Lennon loppulähestyminen ja laskeutuminen on hyvä esimerkki tällaisesta tilanteesta. Mitä lähempänä lennon loppua ollaan, sitä vaikeampaa on muuttaa alkuperäistä suunnitelmaa.

Jatkamisharha on ollut myötävaikuttavana tekijänä useissa lento-onnettomuuksissa joihin on liittynyt laskeutumisen jatkaminen vastoin stabiilin lähestymisen kriteerejä. Liikenneilmailussa aikataulussa pysymisen tärkeys ja myöhästymisistä aiheutuvat moninaiset kielteiset seuraukset selittävät osaltaan vaikeutta poiketa lennon suunnitellusta toteutuksesta. Suunnitelman jatkamisharhaa vahvistavat kuitenkin myös muutamat muut inhimilliseen päätöksentekoon vaikuttavat tekijät kuten vahvistusharha (Confirmation bias) ja saavutettavuusharha (Availability heuristic).

Vahvistusharhan vaikutuksesta vallitsevaa käsitystä tai suunnitelmaa pyritään vahvistamaan suosimalla sitä tukevaa ja hylkimällä sitä kyseenalaistavaa informaatiota. Lentäjä siis painottaa jatkamispäätöstä tukevien syiden kuten hyvän sään, koneen ilmeisen vakaan lentotilan sekä QRH:ssa määriteltyjen laskeutumisen ehtojen täyttymisen merkitystä.

Lähestymisen keskeyttämistä puoltavat tekijät kuten tilanteen yleinen sekavuus, kiire ja kesken oleva tarkastuslistojen lukeminen eivät sen sijaan saa päätöksenteossa niin paljon painoarvoa. Tilanteessa koettu kuormittuneisuus johtaa myös helposti siihen, että vallitsevaa käsitystä haastavaa informaatiota ei aktiivisesti etsitä.

Saavutettavuusharha viittaa aiemmista vastaavista tilanteista saatujen myönteisten kokemusten merkitykseen nykyisen tilanteen lopputulosta arvioitaessa. Mahdolliset aiemmin onnistuneet epästabiilit lähestymiset ovat saattaneet vahvistaa uskomusta, että nykyisestäkin tilanteesta tullaan selviytymään ilman ongelmia. Onnistuneen laskeutumisen jälkeen miehistö ei saa minkäänlaista palautetta siitä, miten paljon lennon turvallisuutta tilanteessa todella vaarannettiin.

Tilanteen toistuessa toimintakäsikirjan määrittelemät stabiilin lähestymisen kriteerit voivat alkaa tuntua tarpeettoman konservatiivisilta ja niitä vastoin toimiminen puolestaan yhä helpommalta. Stabiilin lähestymisen kriteerien merkitystä vähentää myös, mikäli niistä on mahdollisuus poiketa tarvittaessa esim. kapteenin päätöksellä. Tämä saattaa antaa viestin, että kriteereitä vastoin toimimalla voi saavuttaa jotain lennon turvallisuutta tärkeämpää.

Miehistöyhteistyön periaatteen mukaan toinen lentäjästä lentää konetta ja toinen monitoroi, eli seuraa hänen toimintaansa. Monitoroivan lentäjän tehtävänä on virheitä tai vaaratilanteita huomatessaan puuttua niihin toimintakäsikirjan ohjeistamalla tavalla, kuten käskä ylösvedon aloitus epästabiilissa tilanteessa lähestymisen jatkuessa 500 jalan korkeudelle. Samat ajatteluharhat, jotka vaikuttivat kapteenin tilannearvioon, vaikuttivat todennäköisesti siihen, että monitoroivana lentäjänä toiminut perämies ei puuttunut tilanteeseen kapteenin jatkaessa lähestymistä. Lisäksi monitoroinnin epäonnistumiseen saattoi vaikuttaa perämiehen kuormittuminen laskeutumisen sekä vikatilanteen selvittämisen vaatimista toimenpiteistä.

On myös mahdollista, että kapteenin määrätietoinen laskeutumisen jatkamiseen suuntautunut toiminta lisäsi perämiehen luottamusta siihen, että tilanne on kapteenin hallinnassa. Hierarkkisissa organisaatioissa on myös tavallista, että hierarkiassa alempana olevan on vaikea kyseenalaistaa hierarkiassa ylempänä olevan toimintaa. Tämä ns. hattukulma (auktoiteettigradienetti) saattaa vaikuttaa toimintaan, vaikka hierarkiassa olevat henkilöt eivät sen olemassaoloa tunnistaisikaan.

2.6.4 Seurauksien hallinnan suoja mekanismit

Sivuperäsinohjauksen puuttumisen seurauksia laskeutumisen yhteydessä oli lieventämässä kaksi suoja mekanismia: QRH:n määrittelemät laskeutumisolosuhteita koskevat erityisehdot laskeuduttaessa TLU HI SPD asennossa, sekä lentokoneen ohjaaminen huomioiden poikkeustilanteen vaikutukset ohjattavuuteen. Näiden suoja mekanismien tarkoitus on lieventää avaintapahtuman seurauksia, mutta nyt ne eivät kyenneet estämään lentokoneen ajautumista ulos kiitotieltä. Seuraavassa tarkastellaan suoja mekanismien toimintaa.

Välittömän toiminnan käsikirjan antamat ehdot laskeutumiselle TLU HI SPD asennossa

Välittömän toiminnan käsikirjassa määritellään, että laskeutuminen on sallittua TLU:n ollessa HI SPD asennossa, mikäli lähestymisnopeutta (V_{APP}) lisätään 10 solmua, varmistetaan, että laskukiitoon on käytettävissä normaaliin verrattuna 1,13 kertainen matka ja sivutuulikomponentti on enintään 15 solmua. Ehtojen täyttyessä kone on valmistajan mukaan hallittavissa laskeutumisen aikana ilman sivuperäsinohjausta. Lentäjät lisäsivät toimintaohjeiden mukaisesti vaaditun määrän lähestymisnopeutta ja päättelivät muidenkin ohjeissa määriteltyjen ehtojen täyttyvän. He eivät kuitenkaan tiedostaneet koneen rajoittunutta ohjailtavuutta, eivätkä osanneet ennakoida potkurien eriaikaista kääntymistä β -alueelle ja tästä johtunutta koneen kulkusuunnan äkillistä muutosta pienentäessään moottorien tehoa maatyhjäkäynnille. QRH:ssa ei ole tämän vian yhteydessä erikseen mainintaa sivuperäsimen mekaanisesta rajoituksesta ja rajoitetusta suuntaohjattavuudesta tilanteessa, jossa TLU:ta ei saada kytkettyä käsikäyttöisesti LO SPD asentoon. Lentokoneen kulkusuunnan muututtua yllättäen $14,5^\circ$ oikealle, lentokoneen pitäminen kiitotiellä ilman sivuperäsinohjausta ei onnistunut.

Koneen ohjaaminen poikkeustilanteessa

Konetyypin taipumus muuttaa kulkusuuntaansa tehojen tyhjäkäynnille vähentämisen yhteydessä oli konetta ohjanneelle kapteenille ilmiönä tuttu, mutta hän ei ollut tietoinen sen syystä. Kapteeni myös yllättyi siitä, että sivuperäsimen ohjaamiseen käytettävät polkimet eivät liikkuneetkaan hänen yrittäessään tavalliseen tapaan korjata koneen kulkusuuntaa heilahduksen jälkeen. Sivuperäsimen riittämätön ohjausteho tuli kapteenille täytenä yllätyksenä, eikä hän ollut valmistautunut ohjaamaan konetta poikkeustilanteen vaatimusten mukaan.

Mikäli sivuperäsimen riittämätön ohjausteho ja potkurien β -alueelle kääntymisestä johtuvan vastuksen kasvamisen eriaikaisuus vaikutuksineen olisivat olleet laskuun tultaessa kapteenin tiedossa, hän olisi ehkä voinut valmistautua suunnanmuutoksiin ja pienentää moottorien tehoa varovaisemmin. Kapteenin onnistui kuitenkin ohjata konetta nokkapyörää käyttäen, minkä voidaan katsoa lieventäneen kiitotieltä suistumisen seurauksia. QRH:n toimintaohjeiden mukainen ylimääräinen lähestymisnopeus tosin heikensi nokkapyöraohjauksen tehoa laskukiidon alkuvaiheessa.

QRH:ssa määritellyt ehdot laskeutumiselle TLU HI SPD asennossa on ilmeisesti tarkoitettu seurausten hallinnan suoja mekanismiksi eli lieventämään sivuperäsinohjauksen puuttumisen vaikutuksia koneen käyttäytymiseen. Tätä ei kuitenkaan tuoda toimintaohjeissa esille, vaan niistä välittyy helposti mielikuva, että laskeutuminen voidaan suorittaa lähes normaalisti määriteltyjen ehtojen täyttyessä. QRH:n TLU FAULT osiossa ei mainita, että koneen ohjattavuus on toimenpiteiden suorittamisesta huolimatta oleellisesti heikentynyt ja että mahdolliseen hallinnan menetykseen laskeutumisen yhteydessä tulisi varautua. Mikäli kyseistä vikatilannetta ei ole lentäjien koulutuksessa käsitelty riittävästi, on hyvin todennäköistä, että lentäjät ovat laskuun tullessaan tietämättömiä tilanteen vaarallisuudesta.

2.7 Koulutus

Luokkaopetus on ilmailuviranomaisen hyväksymän TRTO:n mukaan ohjaajien tärkein lentokoneen rakenteen ja teoreettisen tiedon oppimisaikana, jota CBT koulutus tukee. Tutkimuksen aikana kävi ilmi, että CBT koulutus on käytännössä Flybe Finland Oy:n ensisijainen koulutusmenetelmä, jota luokkaopetuksen on tarkoitus tukea. Mikäli CBT:tä käytetään ensisijaisena koulutuksena, tulisi sen oppituntien sisältö hyväksyttäväksi ensisijaiseksi koulutusmuodoksi. (*TRTO: "Main instructing method is classroom lessons. Group work shops, case studies, excursions and exercises are highly recommended. CBT is used to support classroom learning."*)

Kuulemisten ja haastattelujen perusteella vaikuttaa siltä, että ohjaamomiehistöjen järjestelmätuntemus ei ole riittävällä tasolla TLU-järjestelmän osalta. Flybe:n ohjaamomiehistöillä ei ole ollut riittävää tietoa eikä ymmärrystä TLU-järjestelmän vikaantumisen vaikutuksesta koneen ohjattavuuteen. Tämän lisäksi miehistöillä on ollut ilmeinen tiedon puute TLU-järjestelmän toiminnasta ja erityispiirteistä varajärjestelmää käytettäessä.

Tietokonepohjainen (CBT) koulutus

Tietokonepohjaisessa koulutuksessa TLU-järjestelmästä on yksinkertaistetun havainnekuvan lisäksi mainittu, että koneen takaosaan asennettu TLU vähentää sivuperäsimen poikkeutusta suurella nopeudella. Normaali toimintaa tai vikatilanteita koskien TLU:sta ei ole mainintaa, että rikkouduttuaan ja jäätyään HI SPD -asentoon se rajoittaa sivuperäsimen poikkeutusta ± 4 asteeseen normaalista $\pm 28,5$ asteesta. Missään koulutusmateriaalissa tai ohjeistuksessa ei tuoda esille HI SPD asentoon jääneen TLU:n vaikutusta koneen ohjattavuuteen.

TLU:n vikaantumista on CBT koulutuksessa käsitelty hiukan laajemmin esittelemällä mm. ohjaamossa sijaitsevat TLU:hun liittyvät käyttö- ja näyttölaitteet. CBT:ssä TLU:n vikaantumisen kohdalla esitetyn geneerisen QRH:n toimenpiteissä ja kirjoitusasussa on eroja mm. ohjaajien käytössä olevaan QRH:hon ja julkaistuun OM-B:hen verrattuna (Liite 2). TLU vian löytyminen QRH:sta kesti 60 sekuntia ja oikean kohdan löytymisen jälkeen viiden kyseiseen tilanteeseen liittyvän tarkastuskohdan lukemiseen kului 52 sekuntia (kuva 3). Minuutti 52 sekuntia oikean kohdan löytämiseen ja tarkastuksien tekemiseen on pitkä aika.

Oppimisen kannalta olisi hyödyllistä, että koulutusmateriaali olisi mahdollisimman yhdenmukaista operatiivisessa toiminnassa käytettävien ohjeiden kanssa. Yhdenmukaisuus helpottaisi ohjaajien tehtäviä ja parantaisi heidän suoritustaan paineen alaisessa tilanteessa.

Simulaattorilentoilla opetellaan koneen järjestelmien käyttöä, sekä konetyyppikohtaisia toimenpiteitä ja menetelmiä. TLU-järjestelmän toimintaan tutustutaan koulutusohjelman mukaan simulaattorilentojen aikana kerran, kun lentokonesimulaattorilla lennetään kaartoja TLU HI SPD asennossa sivuperäsimen liikealue rajoitettuna.



Hyväksytysti suoritettujen teoriakokeiden ja simulaattorilentojen jälkeen ohjaajat siirtyvät lentämään oikealla lentokoneella ja käyttämään julkaistuja koneen käsittelyä ohjeistavia ja rajoittavia käsikirjoja. Tällaisia käsikirjoja ovat mm. OM-B ja QRH. QRH:ssa esitetyt TLU:n vikaantumista koskevat toimenpiteet ovat liitteessä 2. Näiden toimenpiteiden ja lyhyen järjestelmäkuvauksen lisäksi TLU:n vikaantumisen aiheuttamia rajoituksia ei ole esitetty käsikirjojen kohdassa rajoitukset.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Lentokoneen lentokelpoisuus- ja rekisteröimistodistukset olivat voimassa.
2. Lentokoneen miehistön lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa.
3. Lento oli aikataulunmukainen reittilento Tampere-Pirkkalan lentoasemalta Helsinki-Vantaan lentoasemalle.
4. Lentoonlähtö ja matkalento sujuivat normaalisti.
5. Sää määräkentällä oli hyvä.
6. Lähestyttäessä Helsinki-Vantaan lentoasemaa, koneessa ilmeni Flight Controls varoitus.
7. Flight Controls varoitus johtui viasta sivuperäsimen liikealuetta rajoittavan järjestelmän (TLU) automaattitoiminnossa.
8. Ohjaamomiehistö jatkoi lähestymistä Flight Controls -varoituksesta huolimatta.
9. Kapteeni vastasi koneen lentämisestä perämiehen etsiessä toimenpiteitä TLU vian selvittämiseksi.
10. Lähestymistä jatkettiin edelleen, vaikka stabiloidun lähestymisen kriteerit eivät täyttyneet 1000 jalan (300 m) korkeuteen mennessä.
11. Ohjaamomiehistö ei kytkenyt TLU:n varajärjestelmää lähestymisnopeuden edellyttämään LO SPD asentoon.
12. TLU-vika olisi ollut ohitettavissa TLU:n MANUAL kytkintä käyttämällä, mutta tämä ei käynyt ohjaajille ilmi QRH:sta.
13. 500 jalan (150m) korkeudella ei tehty ylös vetoa, vaikka se ohjeistuksen mukaan olisi epästabiilissa tilanteessa pitänyt tehdä.
14. QRH:sta lukemalla miehistö sai käsityksen, että vikaantuneesta TLU:sta huolimatta laskeutuminen sujuu normaalisti, kunhan tietyt kriteerit täyttyvät.
15. Lentotilan ja olosuhteiden täyttäessä QRH:n kriteerit 250 jalan (75 m) korkeudella, miehistö päätti tehdä normaalin laskun.
16. Koneen kapteeni siirtyi käsiohjaukseen mittarilähestymisen minimikorkeudessa 200 jalan korkeudessa.

17. Kapteeni vähensi moottoreiden tehot alle lentotyhjäkäyntiasennon välittömästi ensimmäisen maakosketuksen jälkeen.
18. Moottoreiden teho jäi lento- ja maatyhjäkäyntiasetuksen puoliväliin koko kiitotieltä ulos ajautumisen ja takaisin kiitotielle rullauksen ajaksi.
19. Potkureiden eriaikainen lepuuntuminen tehon vähentämisen yhteydessä aiheutti koneen suunnan heilahtamisen nopeasti oikealle 14,5 astetta.
20. Sivuperäsimen liikealue oli laskuun tultaessa rajoittunut, koska TLU oli HI SPD asennossa.
21. Rajoitetusta liikealueesta johtuen sivuperäsimen teho ei riittänyt voimakkaan suuntaheilahduksen korjaamiseen.
22. Kone ajautui ulos kiitotieltä.
23. Kapteeni sai ohjattua koneen takaisin kiitotielle nokkapyöräohjausta käyttäen.
24. Moottoreiden tehoasetus vähennettiin maatyhjäkäynnille rullauksen aikana koneen palattua takaisin kiitotielle.
25. Rullaus sujui normaalisti seisonnapaikalle.
26. Vakava vaaratilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja ja lentokoneen vauriot jäivät vähäisiksi.
27. Miehistö piti ohjeistuksen mukaisen purkukeskustelun (defusing) tapahtuneesta.
28. Kyseessä oli kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) julkaiseman lisäyksen (Annex 13) luokituksen mukaan vakava vaaratilanne.

3.2 Vakavan vaaratilanteen välitön syy ja myötävaikuttaneet tekijät

Vakavan vaaratilanteen välitön syy ja seuraus:

Mekaanisesti keskiasentoon rajoitetun sivuperäsimen teho ei riittänyt lentokoneen suuntaohjaukseen, jonka seurauksena kone ajautui ulos kiitotieltä.

Vakavan vaaratilanteen syntymiseen myötävaikuttaneet tekijät:

Sivuperäsimen liikealueen rajoittimen (TLU) automaattisesti toimivan käyttölaitteen (aktuaattori) sähkömoottori rikkoutui ja TLU jäi HI SPD asentoon lähestymisen ja laskeutumisen ajaksi estäen sivuperäsimen liikkumisen.

Miehistö ei kytenyt TLU:n varajärjestelmää käyttöön johtuen puutteellisesta järjestelmätuntemuksesta ja siitä, että välittömän toiminnan käsikirja (QRH) ei ohjeistanut TLU:n varajärjestelmän käyttöä riittävän selkeästi.

Laskeutumisen yhteydessä tehtyä tehonvähennystä seurannut oikean puoleisen potkurin lapakulmien nopeampi kääntyminen β -alueelle, joka johti lentokoneen voimakkaaseen suuntaheilahdukseen.

4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

4.1 Toteutetut toimenpiteet

Teoriakoulutus

Flybe Finland Oy on tutkinnan aikana lisännyt ja tarkentanut luokkaopetusta koskien ATR kaluston TLU-järjestelmää.

Simulaattorikoulutus

Flybe Finland Oy on tutkinnan aikana lisännyt ja tarkentanut simulaattorikoulutusta koskien ATR kaluston TLU-järjestelmää.

Muut toimenpiteet

Flybe Finland Oy on tutkinnan aikana järjestänyt ATR kaluston TLU-järjestelmään liittyvää teemakoulutusta ryhmäpäivillä, sekä julkaissut 20.8.2012 Safety Alert Bulletinin SAB No. 2/2012 koskien TLU:n vikatilannetta tutkinnan kohteena olleella lennolla FCM992T.

4.2 Turvallisuuksuosituks

1. Sivuperäsimen liikealuetta rajoittavan järjestelmän (TLU) vian yhteydessä ei välittömän toiminnan käsikirjassa tai FCOM:issa lue toimenpidettä, jossa kehoitetaan kytkemään TLU:n varajärjestelmä käyttöön kääntämällä TLU kytkin käsin tilanteen edellyttämään asentoon. ADC vian ja DUAL GEN vian kohdalla tällainen toimenpide on kirjoitettuna: "TLU.....MAN MODE LO SPD".

Turvallisuuksuositus 1 (tarkastuslistat): Onnettomuustutkintakeskus suosittaa ATR lentokoneen valmistajaa sisällyttämään FCOM:iin ja muuhun soveltuvaan ohjeistukseen TLU:n varajärjestelmän käsivalintaa koskevan toimenpiteen.

2. FCOM:issa lukee TLU FAULT vikaa koskien "DISREGARD TLU FAULT ALERT". Näin voidaan tehdä vasta vihreän TLU merkkivalon syttymisen jälkeen, kun käyttökytkin on käännetty asentoon LO SPD. TLU:ta käsin varajärjestelmällä ohjattaessa toiminta-asetuksen vaihtuminen ja merkkivalon syttyminen kestää 33 ± 5 sekuntia.

Turvallisuuksuositus 2 (tarkastuslistat): Onnettomuustutkintakeskus suosittaa ATR lentokoneen valmistajaa sisällyttämään FCOM:iin ajan, jonka TLU:n varajärjestelmä vaatii siirtyäkseen HI SPD asennosta LO SPD asentoon.

3. OM-B ATR 42/72 käsikirjan (rev. 12/10.5.2011) osassa kaksi, sivulla 56 esitetään, mitä WARNING, CAUTION tai Note varoitukset ko. toimenpiteen, tekniikan, tai muuhun tilanteeseen liittyvän huomioitavan asian kannalta tarkoittavat. Caution-varoitusta on käytetty sellaisissa tilanteissa, jotka voivat johtaa lentokoneen vaurioitumiseen, ellei toimenpidettä tai ohjetta huolellisesti noudateta.

Turvallisuussuositus 3 (tarkastuslistat): Onnettomuustutkintakeskus suosittaa ATR lentokoneen valmistajaa sisällyttämään FCOM:in ja muuhun soveltuvaan ohjeistukseen TLU FAULT varoituksen [CAUTION] sivuperäsinpolkimien rajoittuneesta liikealueesta ja merkittävästi rajoittuneesta suuntaohjauksesta lähestymisen ja laskun aikana TLU-järjestelmän ollessa HI SPD asennossa.

4. Operaattorin käytössä olevat lentokoneen operointiin liittyvät asiakirjat perustuvat lentokoneen valmistajan julkaisemaan FCOM:iin. Flybe Finland Oy:n ATR kalustoa koskeva ohjeistus on pintapuolista TLU-järjestelmän osalta. Järjestelmän normaalin toiminnan ja varajärjestelmän kuvaus on riittämätön, eikä järjestelmän vikaantumisen aiheuttamista rajoituksista ole kerrottu tarpeeksi.

Turvallisuussuositus 4 (dokumentaatio/kirjallisuus): Onnettomuustutkintakeskus suosittaa ATR lentokoneen valmistajaa sisällyttämään FCOM:iin nykyistä enemmän tietoa TLU-järjestelmästä ja sen toimintahäiriön lentokoneen ohjattavuudelle aiheuttamista rajoituksista.

4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia

Ohjaamomiehistö ei kertonut missään vaiheessa lennonjohdolle lentokoneen rajoittuneesta ohjattavuudesta. Ilma-alusten käsikirjojen toimenpidelistoissa tulisi olla huomautus vaaratilanneilmoituksesta, kun kyseessä on vika, toimintahäiriö tai rajoittunut toiminta, joka edellyttää lennonjohtajalta lento-onnettomuusvaarahälytyksen tekemistä.

Lähestyminen lennettiin mittarilähestymisen minimikorkeudelle asti automaatti-ohjauksella, eikä konetta ohjanneelle kapteenille syntynyt käsitystä koneen rajoittuneesta ohjattavuudesta ennen loppuloivennusta. Koneen ohjattavuuden ollessa rajoittunut, lähestymistä ei tulisi lentää automaattiohjauksella minimilähestymiskorkeuteen asti.

Tyypikoulutuksen oppimateriaalissa olevat tarkastuslistat poikkeavat rakenteeltaan ja ulkoasultaan lennolla käytettävistä listoista. Opetustarkoituksessa käytettyjen ja operatiivisessa käytössä olevien tarkastuslistojen yhdenmukaisuus helpottaa listojen lukua ja ohjeiden ymmärtämistä paineenalaisissa tilanteissa. Opetustarkoituksessa käytettyjen tarkastuslistojen tulisi olla yhdenmukaiset operatiivisessa käytössä olevien listojen kanssa.

Yhtiön CAM ohjeistuksessa ei ole mainintaa siitä, kuinka kauan matkustamomiehistön tulisi istua paikoillaan laskeutumisen jälkeen. OM-B:n mukaan turvavöitä ei saa avata eikä istumapaikaltaan nousta ennen kuin kone on kokonaan pysähtynyt. Koulutuksessa ja ohjeistuksessa tulisi korostaa sitä, että matkustamossa on turvallista liikkua vasta, kun lentokone on pysäköity seisontapaikalleen.

Helsingissä 13.10.2013

Ismo Aaltonen

Timo Heikkilä

Jukka Harajärvi

Lennonjohdon ohje lento-onnettomuusvaaran julistamisesta



PELASTUSSUUNNITELMA

Päivämäärä:
16.01.2012

Lennonjohdon käyttöön

2.1 LENTO-ONNETTOMUUSVAARA (Full Emergency)
TWR/APP

- a) Laskuselvityksen saanut ilma-alus ei laskeudu 3 minuutin kuluttua arvioidusta laskeutumisajasta, eikä ilma-alukseen ole näkö-, tutka- tai radioyhteyttä
- b) Ilma-aluksen toimintakyky on huonontunut
- Moottorihäiriö, tulipalon vaara, laskutelinehäiriö, hydraulihäiriö, polttoainepula, paineistushäiriö
 - VFR – ilma-alus on ajautunut pilveen
 - Muu syy
- c) Sää on alle ohjaajan/miehistön minimin ja ilma-aluksen on laskeuduttava
- d) Kiitotieolosuhteet edellyttäisivät kiitotien sulkemista, mutta ilma-aluksen on laskeuduttava
- d) Hätälähettimen signaali on vastaanotettu, eikä sen alkuperää tiedetä
- e) Ilma-aluksen kulkuun on puututtu laittomasti (Koodi 7500)

Radiokutsu/rekisteritunnus/runkonumero		Tyyppi
Henkilöluku	Ohjaaja/omistaja	
Asejärjestelmä/heittoistuin/vaarallinen lasti		
Lähtöpaikka	Aika	
Laskupaikka	Aika	
Lentoreitti		
Viimeinen tunnettu paikka		Aika
Lentokorkeus	Nopeus	Toiminta-aika
Tiedusteltava alue / vaara-alue		
Sää		

Ilma-aluksen tuntomerkit:

- | | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| ☐ Potkurikone | ☐ Yksimoottorinen | ☐ Ylätasoinen |
| ☐ Suihkukone | ☐ Kaksimoottorinen | ☐ Nokkapyörä |
| ☐ Purjekone | ☐ Kolmimoottorinen | ☐ Kannuspyörä |
| ☐ Amfibioikone | ☐ Nelimoottorinen | ☐ Kellukkeet |
| ☐ Helikopteri | ☐ Alatasoinen | ☐ Sukset |

Rungon väri	Siipien väri
ELBA/merkinanto-/pelastautumisvälineet	

Ilmoittaja _____ Puh _____ Pvm ____ / ____ 20 ____ Klo ____ UTC

CBT:ssä esitetyn geneerisen QRH:n ja lennolla käytettävän QRH:n väliset erot

Geneerinen QRH CBT

TLU FAULT	
☞ If both ADC are lost	
• IAS above 185 kt	HIGH SPEED
TLU	
• IAS below 185 kt	LOW SPEED
TLU	
DISREGARD TLU FAULT ALERT	
☞ If at least one ADC operates	
• IAS above 185 kt	HIGH SPEED
TLU	
☞ If TLU FAULT alarm persists	
MAX SPEED	180 kt
• IAS below 185 kt	
MAX SPEED	180 kt
TLU	LOW SPEED

TLU FAULT	
☞ If TLU green light is not lit	
VAPP	INC by 10 kt
Landing distance flaps 30	Multiply by 1.13
LAND AT AIRPORT WITH MINIMUM CROSSWIND	
NOTE: Maximum demonstrated cross wind on dry runway with TLU in high speed position 15 kt.	

Operatiivisessa käytössä oleva QRH

TLU FAULT	
■ If ADC 1 + 2 are lost	
■ If IAS above 185 kt	
TLU	HI SPD
■ If IAS below 185 kt	
TLU	LO SPD
DISREGARD TLU FAULT ALERT	
■ If at least one ADC operates	
■ If IAS above 185 kt	
TLU	HI SPD
■ If TLU FAULT alarm persists	
SPEED	180 KT MAX
TLU	LO SPD
■ If IAS below 185 kt	
SPEED	180 KT MAX
TLU	LO SPD
DISREGARD TLU FAULT ALERT	
■ If TLU green light is not lit	
VAPP	INCREASE BY 10 KT
LDG DIST	MULTIPLY BY 1.13
LAND AT AIRPORT WITH MINIMUM CROSSWIND	
Note: Maximum demonstrated crosswind (dry runway) with TLU HI SPD mode : 15 kt.	

Flybe Finlandin OM-A:n kuvaus stabiloidusta lähestymisestä

8.3.1.2 Aeroplane stabilization on approach

Both pilots must monitor approaches. Because of the high workload of PF, a very important duty of PNF is to automatically call out any deviation from the approach procedure, altitude, rate of descent, speed or timing.

A non-stable approach often occurs after delayed TOD or shorter than expected track miles during descent. Need for excessive rate of descend is a clear signal for requiring more miles for achieving stable approach. Therefore maximum rates of descend have been defined for flight phases below 5000 ft.

Approach shall be stabilized no later than when passing 1000 ft above threshold elevation. Approach may be continued only if the Commander judges that it is safe to continue approach. An occurrence report shall be submitted for each flight that is not stabilized 1000 ft above threshold elevation using Company's reporting system.

During approach, a go-around must be performed if any active crew member calls out "go-around", regardless of who is PF/PNF. If the aircraft is not stabilized at 500 ft above threshold elevation, a go-around must be performed.

In every event, the landing runway threshold or displaced threshold should be passed at height of 50 feet AGL, and the aircraft shall be maneuvered to touchdown within touchdown zone. Prolonged flares are prohibited.

The approach is considered stabilised when:

1. The aircraft is on the correct flight path;
2. Only small changes in heading/pitch are necessary to maintain the correct flight path;
3. The airspeed is not more than VREF + 20 kts indicated speed and not less than VREF;
4. The aircraft is in the correct landing configuration;
5. Sink rate is no greater than 1000 feet/minute; if an approach requires a sink rate greater than 1000 feet/minute a special briefing should be conducted;
6. Power setting is appropriate for the aircraft configuration and is not below the minimum power for the approach as defined by the OM-B;
7. All briefings and checklists have been completed;
8. Specific types of approaches are stabilized if they also fulfill the following;
 - i. ILS approaches must be flown within one dot of the glide-slope and localizer;
 - ii. ILS category II and category III approaches must be flown within the 1/3 dot localizer band;
 - iii. during a circling approach wings should be level on final when the aircraft reaches 300 feet above airport elevation;

YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUKSEN LOPULLISESTA LUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Epästabiili lähestyminen (1.1)

Lausunnoissa kiinnitettiin huomiota siihen, että miehistö jatkoi lähestymistä laskuun asti huolimatta siitä, että stabiilin lähestymisen kriteerit eivät täyttyneet 500 jalan korkeudessa.

Kiitotieltä ulos ajautumisen syy (2.2, 2.4.1, 2.4.2, 3.2)

Lentokoneen valmistaja oli lausunnossaan sitä mieltä, että koneen kiitotieltä ulos ajautumiseen vaikutti myös vasemman päätelineen sisemmän ja ulomman pyörän luistonestojärjestelmän häiriö, joka havaittiin tapahtuman jälkeen tehdyssä tarkastuksessa. Edelleen lentokoneen valmistajan mukaan ulos ajautumiseen vaikuttanut moottoreiden eriaikainen toiminta johtui vasemman moottorin viasta ja että normaalisti toimiessaan koneessa ei ilmene minkäänlaista suunnankorjaustarvetta laskeuduttaessa tehtävän tehon vähennyksen yhteydessä.

FDR tallenteesta laaditun kuvaajan tulkinta (1.13.1)

Lentokoneen valmistaja otti lausunnossaan esille, että FDR tallenteesta laaditussa kuvaajassa näkyy, että tehovivut jäivät lento- ja maatyhjälähtöjen väliseen asentoon koko laskukiidon ajaksi.

Lentokokeet simulaattorissa (1.15, 2.5)

Lausunnoissa korostettiin, että simulaattori ei ole hyväksyttävä väline lentokoneen sertifiointiseksi. Lisäksi todettiin, että lentokoneen ei ole tarkoitukseen täyttää JAR:in tai CS:n vaatimusta ohjattavuudesta, kun ohjattavuus on vian vuoksi olennaisesti rajoittunut.

Ohjekirjallisuus ja ohjeistus (1.14.1, 2.5)

Tutkintaselostuksessa tuodaan esille, että kriittisen TLU-järjestelmän vikaantumisen aiheuttamista rajoituksista koneen ohjattavuudelle ei ole tietoa AFM, FCOM tai QRH käsikirjoissa. Lentokoneen valmistaja totesi lausunnossaan, että ohjekirjallisuus ja ohjeistus täyttävät viranomaisen vaatimukset.

TLU:n varajärjestelmä (1.1, 2.1)

Lentokoneen valmistaja otti lausunnossaan esille, että tutkintaselostuksessa mainittu sivuperäsimen liikealuetta rajoittava TLU:n varajärjestelmä on normaalisti käytössä oleva rinnakkaisjärjestelmä.

Järjestelmäkuvaukset (1.11, 1.13.1, 1.13.2)

Lentokoneen valmistaja halusi lausunnossaan tutkintaselostukseen nykyistä tarkemman kuvauksen potkurinsäätö-, TLU- ja jarrujärjestelmästä.

Sanamuotojen tarkennukset

Edellisten lausuntojen lisäksi asianosaiset ovat esittäneet havaintoja terminologiaan ja sanamuotoihin liittyen ja ne on otettu huomioon soveltuvin osin tutkintaselostuksessa.

Liikenteen turvallisuusvirasto ja Finavia totesivat lausunnoissaan, että niillä ei ole lausuttavaa tutkintaraportin sisällöstä.

Ote Ranskan lento-onnettomuustutkintaviranomaisen (BEA) toimittamasta englanninkielisestä lausunnosta on liitteessä 5

Ote Ranskan lento-onnettomuustutkintaviranomaisen (BEA) toimittamasta englanninkielisestä lausunnosta:

Comment: Flight data analysis

Thanks to the partial CVR transcript that you had provided us with, we synchronised FDR and CVR. We determine the following radio (and pressure) altitude sequence that is not in line with the draft final report information.

- Flight controls alarm appears ► 1760 ft (1809 ft)
- Flaps 15 ► 1640 ft (1747 ft)
- Flaps to landing configuration ► 1186 ft (1283 ft)
- TLU FAULT section found in QRH ► 716 ft (878 ft)

It results from this analysis that the crew started to apply the TLU FAULT procedure below 1000 ft.

Comment: Operational documentation

Operating manuals are approved (some parts) by the National civil aviation authority of the operator. OM-B is based on AFM and, for some manufacturers which are provided it, FCOM (or FOM). Limitation of the OM-B should be considered as limitations provided in AFM.

The paragraph 1.14.1 "Manuals and instructions" should also include a paragraph related to the Flight Crew Operator Manual (FCOM) provided by ATR to the operators. This manual (not formally approved by the EASA) supplements the Aircraft Flight Manual (AFM) and helps the operators to build their Operating Manual.

The limitation section of the OM-B should be regarded as the limitation section of the AFM which establishes the approved bounds of operation of the airplane in accordance with JAR/CS 25.1581 requirements. Limitations indicated in this AFM or OM-B section are related to Airspeed (VMO, VFE, ...), powerplant, weight and loading, etc....

A TLU failure in high speed position reduces rudder deflection but this is not a condition that is required to appear in the AFM Limitation section.

Comment: Technical information

TLU (Travel limitation unit)

Additional information regarding the TLU should be provided in the report:

There are two control modes for the TLU system: the automatic mode and the manual mode. A guarded switch enables to switch from one to the other. The medium position corresponds to the automatic mode; the upper position to the High speed manual command and the lower position to the Low speed manual command. This switch is installed on Flight control overhead panel (25VU) which also includes the TLU "Fault" light that enables the crew to identify the TLU failure condition. When the switch is on the Auto position, the TLU actuator is commanded by the MFC. It should be noted that the flaps setting or flaps position is not a parameter considered in the TLU logic within MFC.

The monitoring of the TLU system is ensured by the MFC which, in case of disagreement between the actual TLU actuator position and the expected one (based on aircraft airspeed), triggers the following light and sound:

- "FAULT" light on flight control overhead panel (25VU)
- Both master "CAUTION" light on LH and RH instrument panels
- "FLT CTL" amber light on the crew alerting panel (CAP)
- Single chime audio warning

Based on these indications, the philosophy for failure identification is the following:

- The "CAUTION" lights and the single chime alert the crew.
- The "FLT CTL" on the CAP enables the crew to identify the related system.
- The local alert TLU "FAULT" on 25VU notifies the crew on relevant checklist to be performed.



When the TLU is failed in High Speed position, the rudder is not jammed. The rudder deflection is limited to $\pm 4^\circ$ instead of $\pm 27^\circ$. As a single failure the limitation of rudder deflection has no consequence on landing capability (only the maximum crosswind is impacted) and doesn't lead to a loss of control of the aircraft. Lateral control on ground, during the landing roll can be managed through the use of asymmetric braking and nose wheel steering. This capability was demonstrated during ATR 72 certification through flight tests.

The nose wheel steering

The nose wheel steering system comprises a solenoid valve which inhibits pressurization of the differential control valve until the three landing gears are compressed on ground. The AIR/GROUND signal is provided by MFC1B or MFC2B. The "WOW" (Weight on wheel) information recorded in the FDR is coming from the activation of relays 29GB and 35GB that are commanded by the MFC1B, based on the information received from the proximity switches of WOW system 1.

The FDR data shows that after the touchdown, when the PL's are moved below FI, the WOW parameters (main landing gear and all landing gear) are still at 0 (aircraft in flight). They switch to 1 (aircraft on ground) approximately 7 s after the touchdown. This could be explained by different facts: the touchdown was very smooth, the control column is not pushed forward after touchdown, the pitch attitude of the aircraft remains above the theoretical pitch attitude with nose landing gear compressed, the ailerons are deflected up to 11° (maximum deflection is 13°) and the aircraft roll up to 4° to the left, which prevent the right main landing gear to be properly compressed. Standard practice is to apply nose down input on control column in order to "stuck" the aircraft on the runway after touchdown. This ensures a good contact of the aircraft landing gears and increases the lateral control efficiency. If the Captain tried to use the nose wheel steering just after touchdown, the lack of efficiency was not due to the additional 10kt to the Vapp but to the absence of pressure in the system as all the three landing gears were not compressed.

Comment: Engine functioning analysis

When the aircraft is in flight, the idle gate protection is active and the power levers (PL's) cannot be set below flight idle (FI) due by means of a mechanical stop. The idle gate protection de-activates as soon as one landing gear is compressed allowing the PL's to be set below FI.

After the touchdown, the PL's are moved below FI but not down to GI, contrary to what is written in the report. PL's are kept in this intermediary position until the aircraft turns to enter a taxiway. The FDR data enable to check the dynamic of the engines and propellers when the PL's are moved below FI position.

- One second after the PL's start moving below FI, the low pitch indication is recorded active on engine 2, which means the propeller pitch for engine 2 is at or below 8°. One second later the low pitch indication is recorded for engine 1. Considering that the sampling rate for recording these parameters is 1 pps, the Low pitch threshold of 8° could have been reached within the second before the parameter is recorded active. This difference of 1 second in the recording of low pitch status cannot be considered as significant with regards to the lateral deviation.
- Standard engine behavior, when going to the beta zone, is to have an increase of NP from 82 to 85 or 86%, and then a progressive decrease. The FDR data evidenced this behavior on the engine 1, the NP curve is coherent with standard dynamic. However, it can also be observed that NH 1 is dropping to 66% five seconds after PL's moving below FI. Such value is not standard during this phase of flight. It could be due to a temporary PEC Fault with an NP cancel signal sent by the PEC to the EEC. The incorrect PLA rigging could have participated in the scenario leading to this PEC Fault. On engine 2 it can be observed that the NP only increases up to 83% and then decreases very quickly. The behaviour of engine 2 is not nominal. It would have been interesting to look at the FDR data of previous flights and determine if same anomaly on engine 2 was already present.

Regarding the overall engine asymmetry, based on the fact that both propellers pitch angles are below 8° but none is in reverse, the asymmetry in traction is not significant. It is not clear, in the report, if a precise thrust asymmetry was computed or which parameters were analyzed by the investigation group to conclude that the engine power asymmetry was "remarkable".

The report states that a gradual reduction of engine power would have avoid exiting the runway. The manufacturer considers that it is preferable to go from FI to GI at reasonable speed (within 2 or 3s) and not to stay too long in intermediary position.

Comment: certification process

The showing of compliance of the ATR 72-212A regarding applicable regulation JAR 25.143 and 149 was performed according to a flight test program that was validated by the certification authority (French DGAC at that time) and the certification flight tests results were also validated by this same authority. Those regulations do not require a demonstration of handling capability for the association of an engine failure and a flight control system failure. The association of an engine failure and a TLU failure in high speed position during a go around has been considered as a potentially catastrophic event in regards to regulation JAR 25.1309 and then not tested in flight. Consequently, it has been demonstrated, as part of the certification, that the probability of occurrence of such failures combination was extremely improbable (below 10^{-9} per flight hour).

The investigation group should consider that the TLU fault has been triggered by the failure of the automatic mode. The manual mode was still available and would allow the crew to recover the total rudder deflection. Moreover both engines were working at the time of the incident. There is no reason to consider such failure.

The ATR certification is based on JAR 25 requirements not on CS25. Such information is available on the Type Certificate Data Sheet of ATR72-212A.

A flight simulator is not an approved means to demonstrate the aircraft compliance to JAR 25.143 and 149 requirements. The simulator characteristics could be different from the actual aircraft behaviour in the failure conditions simulated. The paragraphs dealing with the simulations performed should be removed.

Comment: braking system

ATR informed BEA that the Flybe Finland maintenance operator found out some defects on brakes. Further to the event, the maintenance organization performed several checks on the aircraft systems. One of the tests run on braking system, the functional test of the antiskid system failed and revealed fluctuation of braking pressure on brakes 1 and 2 (left outer and left inner). Such failure would have led to a lack of efficiency on left brakes. As a corrective action, the metering valve was removed and while the part was being tested in a repair shop, the failure identified on aircraft was confirmed. We consider that this element is significant with regards to the veering off event and should be included in the report.

Comment: Aircraft lateral deviation during this event

The runway veering off event could not only be due to the limited rudder authority. A combination of multiple causes and contributing factors are at the origin of this event: the TLU failure in high speed, limiting rudder authority associated to a lateral deviation of the aircraft after the touchdown. The lateral deviation was probably due to the association of an engine power asymmetry and a deficiency in left braking system.

The TLU failure, taken as single failure, does not result in an “unavoidable accident”. The demonstration of the aircraft capability to land with a TLU in high speed has been performed during certification flight tests. The failure of the braking system, the anomalies of power levers rigging and engine dynamics are failures that were most probably already present on the aircraft before this event.

It would have been interesting to look at FDR data for previous flight to check engines behaviour and any possible lateral deviation under braking action.

Comment: Deviation

The report states that an ATR aircraft “tends to swing to the right or to the left when engine power is reduced to ground idle”. This statement seems to rely on “available information”.

The manufacturer is not aware of any deviation during landing touchdown or landing roll.

The SIA should provide us with further information on which this statement is based.

The ATR aircraft does not show any tendency to lateral deviation when PL's are moved from FI to GI when engines and systems are operating in their nominal conditions. Any lateral deviation tendency of the aircraft is not a normal behaviour and should be systematically reported by the crews experiencing it to the maintenance organization for troubleshooting and correction of the anomaly.