



Tutkintaselostus

C11/2010L

A330-liikennelentokoneiden moottoreiden vuodatusilma- järjestelmän toimintahäiriöistä johtuneet vakavat vaarati- lanteet lennoilla 11.12.2010 ja 22.12.2010

OH-LTO
OH-LTS

AIRBUS A330-302

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

**Onnettomuustutkintakeskus
Olycksutredningscentralen
Safety Investigation Authority, Finland**

Osoite / Address: Sörnäisten rantatie 33 C
FIN-00500 HELSINKI

Adress: Sörnäs strandväg 33 C
00500 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: (09) 1606 7643
Telephone: +358 9 1606 7643

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

Sähköposti: turvallisuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: turvallisuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: turvallisuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

Internet: www.turvallisuustutkinta.fi

ISBN 978-951-836-337-1 (PDF)
ISSN 1797-8122

Multiprint Oy, Vantaa 2012

TIIVISTELMÄ

Venäjän ilmatilassa tapahtui joulukuussa 2010 kahdelle Airbus S.A.S:n valmistamalle ja Finnair Oyj:n operoimalle A330-302-lentokoneelle samankaltainen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintahäiriöistä johtunut vakava vaaratilanne.

Ensimmäinen vakava vaaratilanne tapahtui 11.12.2010 noin 300 kilometriä koilliseen Arkangelin kaupungista. Lentokone oli rekisteritunnukseltaan OH-LTO ja se oli aikataulunmukaisella reittilennolla Japanin Osakasta Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Lentokoneessa ei ollut matkustajia, ainoastaan kolme ohjaamomiehistön jäsentä.

Toinen vakava vaaratilanne tapahtui 22.12.2010 Moskovan eteläpuolella. Lentokone oli rekisteritunnukseltaan OH-LTS ja se oli aikataulunmukaisella tilauslennolla Thaimaan Krabista Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Lentokoneessa oli 286 matkustajaa ja 15 miehistön jäsentä.

Lentokoneiden sisäinen ilmanpaine laski molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän häiriöiden vuoksi. Ohjaamomiehistöt käyttivät ohjaamon varahappijärjestelmää matkustamon ilmanpaineen laskun takia. OH-LTO:ssa myös matkustamon varahappinaamarit tulivat automaattisesti esiin.

OH-LTO:n ohjaamomiehistö aloitti hätälaskeutumisen matkalentokorkeudelta noin viisi minuuttia lentokoneen sisäisen ilmanpaineen laskun jälkeen ja noin kaksi minuuttia matkustamon ilmanpaineen laskusta varoittavan Master-varoituksen (Excessive Cabin Altitude) jälkeen. Ennakoitua suuremman polttoaineen kulutuksen vuoksi OH-LTO lensi reittivarakentälle Kuopion lentoasemalle.

OH-LTS:n ohjaamomiehistö aloitti nopean laskeutumisen matkalentokorkeudelta noin kaksi minuuttia lentokoneen sisäisen ilmanpaineen laskun jälkeen. Master-varoitus matkustamon ilmanpaineen laskusta (Excessive Cabin Altitude) tuli liu'un aikana, minkä jälkeen ohjaamomiehistö jatkoi laskeutumista hätälaskeutumisena. OH-LTS jatkoi alkuperäiseen määrälaskupaikkaan Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Kumpikaan vakava vaaratilanne ei aiheuttanut henkilövahinkoja eikä kalustovaurioita.

Tutkinnassa selvitettiin yhteistyössä lentokoneen valmistajan, paineantureiden valmistajan ja operaattorin kanssa syitä moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöihin ja niistä johtuneeseen lentokoneiden matkustamon sisäisen ilmanpaineen laskuun. Vuodatusilmajärjestelmän ylipaineesta matkalennolla tai liu'un aikana A330-lentokoneelle aiheutuneesta moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöstä raportoitiin Airbusille ensimmäisen kerran vuonna 2008. Talvikauden 2009/2010 aikana vastaavien tapauksien raportointimäärä kasvoi. Yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa tutkittiin myös erittäin kylmän ilmassa vaikuttavista moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän häiriöihin. Tämän lisäksi selvitettiin ohjaamomiehistöjen toimintaa vaaratilanteiden aikana sekä lentokoneiden ohjaamoäänittimen tallenneajan riittävyttä onnettomuus- ja vaaratilannetutkinnan kannalta.



Vakavien vaaratilanteiden syy oli lentokoneiden molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden vikaantuminen. Vikaantumisen aiheutti paineantureiden erittäin pieniksi suunniteltuihin paineen mittaustiloihin kertyneen veden jäätyminen. Vikaantumisesta johtuen paineanturit antoivat väärän painearvotiedon vuodatusilman valvontalaskimille. Väärän painearvotiedon seurauksena laskimet sulkiivat molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän, mikä aiheutti matkustamon sisäisen ilmanpaineen laskun eli painekorkeuden nousun. Veden jäätymiseen paineen mittaustilassa myötävaikutti lentoreiteillä pitkän aikaa vallinnut erittäin kylmä sää. Lisäksi ulkoilman lämpötilan suhteellisen nopea nousu lentoreiteillä saattoi myötävaikuttaa moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisiin.

Tutkimuskeskus antaa neljä turvallisuussuositusta. Ensimmäiseksi suositetaan, että Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA) velvoittaa Airbus S.A.S:ta korvaamaan A330-lentokoneiden molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineanturit antureilla, jotka toimivat A330-lentokoneille hyväksytyissä olosuhteissa. Toiseksi suositetaan, että EASA velvoittaa Airbus S.A.S:ta ottamaan käyttöön A330-lentokoneen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriötä koskevan häiriötoimintaohjeen lentokoneen keskitetyssä elektronisessa valvontajärjestelmässä. Kolmanneksi suositetaan EASA:lle ja kansainväliselle siviili-ilmailujärjestölle (ICAO), että ohjaamoäänittimen tallenneaikaa pidennetään riittävän pitkäksi, jotta se kattaa koko lennon reitityksen ajan. Neljänneksi suositetaan, että Airbus S.A.S. kohdentaa julkaisemansa operatiiviset tiedotteet nykyistä paremmin operaattoreiden operatiivisille osastoille tarkoitettuja tiedotuskanavia myöten.



SAMMANDRAG

ALLVARLIGA RISKSITUATIONER VID FLYGNINGAR 2010-12-11 OCH 2010-12-22 BEROENDE PÅ FUNKTIONSSTÖRNINGAR I AVTAPPNINGSLUFTSYSTEMEN I A330-TRAFIKFLYGPLANENS MOTORER

I Rysslands luftrum inträffade i december 2010 två allvarliga risksituationer i flygplan av typ A330-302 tillverkade av Airbus S.A.S som opererades av Finnair Oyj, orsakade av likartade funktionsstörningar i motorernas avtappningsluftsystem.

Den första allvarliga risksituationen inträffade 2010-12-11 ungefär 300 kilometer nordost om staden Arkhangelsk. Flygplanets registreringsbeteckning är OH-LTO och den var på en reguljärflygning från Osaka i Japan till Helsingfors-Vanda flygplats. Det fanns inga passagerare i flygplanet, endast tre besättningsmedlemmar.

En annan allvarlig risksituation inträffade 2010-12-22 söder om Moskva. Flygplanets registreringsbeteckning var OH-LTS och den var på en charterflygning från Krabi i Thailand till Helsingfors-Vanda flygplats. Det fanns 286 passagerare i flygplanet och 15 besättningsmedlemmar.

Luftrycket inne i flygplanen sjönk beroende på störningar i båda motorernas avtappningsluftsystem. Besättningen använde cockpitens nödsystem för syrgas beroende på det fallande trycket i passagerarkabinen. I OH-LTO utlöstes även passagerarkabinens reservsyrgasmasker automatiskt.

Besättningen i OH-LTO påbörjade nödlandning från marschhöjd ungefär fem minuter efter tryckfallet inne i flygplanet och ungefär två minuter efter att Mastervarning för fallande tryck i passagerarkabinen (Excessive Cabin Altitude) getts. Beroende på att bränsleförbrukningen var större än förväntat flög OH-LTO till alternativflygplatsen Kuopio flygplats.

Besättningen i OH-LTS påbörjade en snabb nedstigning från marschflyghöjden ungefär två minuter efter att trycket inuti flygplanet hade sjunkit. Mastervarningen för sjunkande luftryck i passagerarkabinen (Excessive Cabin Altitude) inträffade under planén, varefter kabinpersonalen fortsatte landningsproceduren som nödlandning. OH-LTS fortsatte till sin ursprungliga destination, Helsingfors-Vanda flygplats. Ingen av de allvarliga risksituationerna orsakade personskador eller materiella skador.

Vid utredningen undersökte man tillsammans med flygplanets tillverkare, tryckgivarnas tillverkare och operatören orsaken till dubbelstörningarna i motorernas avtappningsluftsystem och det tryckfall i flygplanets kabin som detta orsakade. Rapport om dubbelstörning i motorernas avtappningsluftsystem som orsakats av övertryck i avtappningsluftsystemet under planflygning eller plané i flygplanstypen A330 lämnades till Airbus första gången år 2008. Under vintersäsongen 2009/2010 ökade antalet rapporter om motsvarande fall. I samarbete med Meteorologiska institutet undersökte man även den kalla luftens inverkan på störningar i motorernas avtappningsluftsystem. Dessutom undersökte man besättningens verksamhet under risksituationerna samt tillräckligheten av den utrustning som registrerar ljuden i cockpiten i samband med olycks- och risksituationer.



Orsaken till de allvarliga risksituationerna var fel i tryckgivarna till båda motorernas avtappningsluftsystem. Felet orsakades av att ansamlat vatten frös i de mycket små tryckmätningstrymmena. Felet medförde att tryckgivarna gav felaktiga tryckuppgifter till övervakningskalkylatorn för avtappningsluften. Beroende på de felaktiga tryckuppgifterna stängde räknarna av avtappningsluftsystemen i båda motorerna, vilket orsakade tryckfall i kabinen, det vill säga en ökning av tryckhöjden. Den långvariga kraftiga kylan under flygrutten bidrog också till att vattnet kunde frysa i tryckmätningstrymmena. Dessutom är det möjligt att den relativt snabba ökningen av yttertemperaturen under flygrutten påverkade felet i motorernas avtappningsluftsystem.

Haveriutredningen utfärdar fyra säkerhetsrekommendationer. För det första rekommenderas, att den europeiska byrån för luftfartssäkerhet (EASA) ålägger Airbus S.A.S att byta ut tryckgivarna i A330-flygplanens avtappningsluftsystem i båda motorerna mot tryckgivare som fungerar under de förhållanden som A330-flygplanen är godkända för. För det andra rekommenderas, att EASA ålägger Airbus att S.A.S införa en instruktion för åtgärder vid dubbelstörningar i motorernas avtappningsluftsystem i flygplanets centrala elektroniska övervakningssystem. För det tredje rekommenderas att EASA och den internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO) utökar lagringstiden för utrustningen som spelar in cockpitljudet så att den räcker under hela flygrutten. För det fjärde rekommenderas att Airbus S.A.S ännu bättre än tidigare informerar om de publicerade operativa meddelandena via de informationskanaler som är avsedda för operatörernas operativa avdelningar.



SUMMARY

A330 JETLINERS' ENGINE BLEED AIR SYSTEM FAILURES: SERIOUS INCIDENTS ON 11 DECEMBER 2010 AND 22 DECEMBER 2010

In December 2010 two similar serious incidents occurred to Finnair Plc -operated Airbus A330-302 aircraft in Russian airspace as results of engine bleed air system malfunctions.

The first serious incident occurred on 11 December 2010, approximately 300 km northeast of the city of Arkhangelsk. The aircraft, registration OH-LTO, was on a scheduled flight from Osaka, Japan to Helsinki-Vantaa airport. Apart from the three crew members in the cockpit, the aircraft was empty.

The second serious incident occurred south of Moscow on 22 December 2010. The aircraft, registration OH-LTS, was on a scheduled chartered flight from Krabi, Thailand to Helsinki-Vantaa airport. There were 286 passengers and 15 crew members onboard.

Both aircraft experienced a loss of pressurisation due to dual engine bleed air system failures. The flight crews donned their emergency oxygen masks because of the decrease of cabin pressure. On OH-LTO the cabin emergency oxygen masks also deployed automatically.

OH-LTO flight crew initiated an emergency descent from cruise level about five minutes after the loss of pressurisation and about two minutes after the excessive cabin altitude warning which is a master warning. OH-LTO diverted to Kuopio, its alternate aerodrome.

OH-LTS flight crew initiated a rapid descent from cruise level about two minutes after the loss of pressurisation. Excessive cabin altitude warning came on during the descent after which the flight crew continued by an emergency descent. OH-LTS continued to Helsinki-Vantaa airport, its planned destination. Neither serious incident resulted in injuries to persons or damage to equipment.

In cooperation with the aircraft manufacturer and the manufacturer of the pressure transducer as well as the operator, the investigation searched for the causes of the engine bleed air system's dual bleed faults and the resultant reduced cabin air pressures. A dual bleed loss on A330, due to overpressure during cruise/descent, was first reported to Airbus in 2008 with a number of occurrences increasing during the 2009/2010 winter season period. The Finnish Meteorological Institute also assisted the investigation to analyse the role of an extremely cold air mass with regard to engine bleed air system malfunctions. In addition, analysis also focused on aircrew action during said malfunctions as well as the recording time capacity of a cockpit voice recorder from the standpoint of safety investigation.

Both serious incidents were caused by malfunctioning of the engines' bleed regulated pressure transducers' (Pr). The malfunctioning was caused by freezing of water that had accumulated in the bleed regulated pressure transducers' pressure cell rooms, extremely confined by design. This being the case, the transducers provided faulty pressure information to bleed monitoring computers. Due to the erroneous information the computers closed both engines' bleed air systems which resulted loss of pressurisation in cabin, i.e. an increase in cabin air pressure altitude.



The extremely cold air mass enroute during a long time period contributed to the fact that the water froze in the pressure cell rooms. Furthermore, the relatively rapidly increasing ambient temperatures enroute may have contributed to the engine's bleed air system faults.

The investigation commission issued four safety recommendations. The European Aviation Safety Agency (EASA) was recommended to: 1) require that Airbus S.A.S. replace the pressure transducers on both engines of A330 aircraft with such transducers that function in conditions approved for the A330 fleet and 2) require that Airbus S.A.S. also include Dual Bleed Loss abnormal procedures in the A330 electronic centralized aircraft monitor action. EASA and International Civil Aviation Organization (ICAO) were recommended to: 3) sufficiently lengthen the time recording capacity of cockpit voice recorders so as to cover the entire routing of the flight. Finally, Airbus S.A.S. was recommended to: 4) improve the procedures of promulgating its operational bulletins by distributing them via communications channels intended for operational divisions.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY	VII
KÄYTETYT LYHENTEET	XIII
ALKUSANAT	XVII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Tapahtumien kulku.....	1
1.1.1 OH-LTO.....	1
1.1.2 OH-LTS	3
1.2 Henkilövahingot.....	5
1.3 Ilma-alusten vahingot	5
1.4 Muut vahingot.....	5
1.5 Henkilöstö	6
1.5.1 OH-LTO	6
1.5.2 OH-LTS	7
1.6 Ilma-alukset.....	8
1.6.1 OH-LTO	8
1.6.2 OH-LTS	9
1.6.3 Täydentäviä tietoja	9
1.7 Sää	10
1.7.1 Ohjaamomiehistöjen käyttämät säämateriaalit lennonsuunnittelussa.....	10
1.7.2 Sää lähtö-, määrä- ja varakentillä	13
1.7.3 Erittäin kylmän säätyypin esiintyminen tapahtumalennolla	13
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat	18
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	18
1.9.1 OH-LTO	18
1.9.2 OH-LTS	19
1.10 Lentopaikat.....	19
1.10.1 OH-LTO	19
1.10.2 OH-LTS	19
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	19
1.11.1 OH-LTO	20
1.11.2 OH-LTS	20
1.12 Vaaratilannepaikkojen tarkastukset.....	20
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset	21
1.14 Tulipalo.....	21
1.15 Lennonjohdon ja pelastuspalvelun toiminta.....	21
1.15.1 OH-LTO	21



1.15.2 OH-LTS	22
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset	22
1.16.1 A330-302 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintakuvaus.....	22
1.16.2 Paineantureiden rakenne, ominaisuudet ja toiminta.....	24
1.16.3 Paineantureiden ja paineensäätöventtiilin tarkastukset.....	27
1.16.4 Paineantureiden muut tutkimukset	28
1.16.5 Airbusin tekemät tutkimukset	32
1.16.6 Paineantureiden tarkastusjaksot	33
1.16.7 Ohjaamoäänittimen (CVR) tallenneaika	33
1.17 Organisaatiot ja johtaminen	35
1.17.1 Tiedonkulku Airbusilta operaattoreille.....	35
1.17.2 Käsikirjat ja toimintaohjeet.....	36
1.18 Muut tiedot	36
1.18.1 Vertailuaineisto.....	36
2 ANALYYSI	39
2.1. A330-302 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän ja paineantureiden toiminta	39
2.2 Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden tarkastusjaksot	39
2.3 Ohjaamomiehistöjen toiminta.....	39
2.3.1 OH-LTO.....	39
2.3.2 OH-LTS	40
2.4 Säätila	41
2.4.1 Vallinneen säätilan yhteys vaaratilanteiden syntyyn.....	41
2.4.2 Informaatio lentäjille säätilasta	41
2.5 Tiedottaminen	41
2.5.1 Tiedonkulku.....	41
2.5.2 Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän häiriötoimintaohjeet	41
2.6 Ohjaamoäänittimen (CVR) tallenneaika.....	42
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
3.1 Toteamukset	45
3.1.1 OH-LTO.....	45
3.1.2 OH-LTS	46
3.2 Vakavien vaaratilanteiden syy ja myötävaikuttaneet tekijät	48
4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET	49
4.1 Tutkinnan aikana toteutetut toimenpiteet	49
4.2 Turvallisuussuosituksset.....	49
4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia	50
4.3.1 Ehdotukset	50
4.3.2 Huomiot.....	51



LIITTEET

- Liite 1. Yhteenveto tutkintaselostuksen lopullisesta luonnoksesta saaduista lausunnoista
- Liite 2. Tapahtumien kulku OH-LTO:n lennolla perustuen FDR-tietoihin
Tapahtumien kulku OH-LTS:n lennolla perustuen FDR-tietoihin
- Liite 3. QRH Procedure AIR DUAL BLEED FAULT
- Liite 4. ECAM procedures: AIR ENG 1 (2) BLEED FAULT, AIR ABNORM BLEED CONFIG, CAB PR EXCESS CAB ALT, ECAM-näyttö: CAB PR EXCESS CAB ALT
- Liite 5. OH-LTS:n ohjaamomiehistöllä käytössään ollut Finnair Oyj:n CIS-tiedote OH-LTO:n DBL-tapahtumasta
- Liite 6. A330-lentokoneen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän laitteet
- Liite 7. A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän toimintakaavio
- Liite 8. Paineantureiden p/n ZRA380-00 ja ZRA691-00 rakenteen erot
- Liite 9. Valokuvat Esterline-Auxitrolilla tutkituista paineantureista
Paineantureiden ulostulojännitteen vakavuustestit Esterline-Auxitrolilla
- Liite 10. Airbusin koelennon tuloksia graafisessa muodossa
- Liite 11. Operator Information Telex, REF: SE 999.0015/11 REV 01, 25.8.2011
- Liite 12. Retrofit Information Letter SB A330-36-3039 Pneumatic – Engine Bleed Air Supply System – Change the Bleed Regulated Pressure Transducer on Engine 1
- Liite 13. Airbusin tilasto A330-lentokoneiden Dual Bleed Loss -tapahtumista
- Liite 14. Airbus Technical Follow-Up TFU REF: 36.11.00.065 Lokakuu 2009



KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
A330-302	Airbus A330-302	Lentokonetyyppi
ACARS	ARINC Communication Addressing and Reporting System	Tiedon välitysjärjestelmä
ACMM	Abbreviated Component Maintenance Manual	Laitteen huoltokäsikirja
AIP	Aeronautical Information Publication	Ilmailukäsikirja
AIRMAN	AIRCRAFT Maintenance ANALYSIS	Lentokoneen huolto-ohjelmistotyökalu
AMM	Aircraft Maintenance Manual	Lentokoneen huoltokäsikirja
APU	Auxiliary Power Unit	Apuvoimalaite
ASR	Air Safety Report	Lentoturvallisuusilmoitus
ATSU	Air Traffic Service Unit	Tiedonvälitysjärjestelmä
BEA	French Civil Aviation Safety Investigation Authority (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile)	Ranskan lentoturvallisuustutkimusviraston oma
BMC	Bleed Monitoring Computer	Vuodatusilman valvontalaskin
°C	Degree Celsius	Celsius-aste, lämpötilan mittayksikkö
CIS	Crew Information System	Miehistön tiedotusjärjestelmä
CMS	Central Maintenance System	Keskitetty huoltojärjestelmä
CVR	Cockpit Voice Recorder	Ohjaamoäänitin
DBL	Dual Bleed Loss	Vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriö
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitor	Lentokoneen keskitetty elektroninen valvontajärjestelmä
EFHK	Helsinki-Vantaa Airport	Helsinki-Vantaan lentoasema
EFIN	Area Control Centre Finland	Suomen aluelennonjohto
EFKU	Kuopio Airport	Kuopion lentoasema
EFRO	Rovaniemi Airport	Rovaniemen lentoasema
EIS	Electronic Instrument System	Elektroninen mittarijärjestelmä
ENG	Engine	Moottori



ETOPS	Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards	ICAO:n määrittelemä kaksimoottoristen lentokoneiden standardi- ja suosituskäytäntö
FAV	Fan Air Valve	Lämmönsäätöventtiili
FAVT	Federal Air Transport Agency	Venäjän ilmailuviranomainen
FC	Flight Cycle	Lentojen lukumäärä
FCOM	Flight Crew Operating Manual	Ohjaamomiehistön toimintakäsikirja
FDR	Flight Data Recorder	Lentoarvotallennin
FH	Flight Hour	Lentotunti
FL	Flight Level	Lentopinta
FOT	Flight Operations Telex	Airbusin julkaisema tiedote
ft	Feet	Jalka, pituuden mittayksikkö
FTS	Finnair Technical Services Ltd	Tekninen palveluyhtiö
GE	General Electric	Moottorinvalmistajayhtiö
GFS	Global Forecast System	Maailmanlaajuinen sääennustejärjestelmä
GPU	Ground Power Unit	Maavirtalaite
h	Hour	Tunti, ajan mittayksikkö
HP	High Pressure	Vuodatusjärjestelmän korkeapaine
hPa	Hectopascal	Paineen mittayksikkö
HPV	High Pressure Valve	Korkeapaineventtiili
ICAO	International Civil Aviation Organization	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IP	Intermediate Pressure	Vuodatusjärjestelmän välipaine
JAA	Joint Aviation Authorities	Yleiseurooppalainen ilmailuviranomainen
JAR	Joint Aviation Requirement	Yleiseurooppalaiset ilmailumääräykset
kg	Kilogramme	Kilogramma, massan mittayksikkö
kt	Knots	Solmu, nopeuden mittayksikkö
m	Metre	Metri, pituuden mittayksikkö
LT	Local Time	Paikallinen aika
Ltd	Limited	Osakeyhtiö
MEL	Minimum Equipment List	Minimivarustelista
METAR	Aviation routine weather report	Määräaikainen lentosääsanoma



min	Minute	Minuutti
MSA	Minimum Safe Altitude	Alin turvallinen lentokorkeus
MSN	Manufactured Serial Number	Valmistesarjanumero
NCC	Network Control Center (Finnair Plc)	Operaatiokeskus (Finnair Oyj)
NOTAM	NOTices To AirMen	Tiedote ilmailijoille
OEB	Operations Engineering Bulletin	Airbusin julkaisema tiedote
OIT	Operator Information Telex	Airbusin julkaisema tiedote
OM-A	Operation Manual	Lentotoimintakäsikirja
OML	Open MEL Item Reference List	Avoimien siirtovikojen luettelo
OPV	Over Pressure Valve	Ylipaineventtiili
PCE	Precooler Exchanger	Lämmönvaihdin
p/n	Part Number	Varaosanumero
Pr	Bleed regulated pressure transducer	Paineanturi
PRV	Pressure Regulating Valve	Paineensäätöventtiili
PRVs	PRV Control solenoid	Paineensäätöventtiilin solenoidi
psi	pounds per square inch	Paineen yksikkö
Pt	Bleed transferred pressure transducer	Paineanturi
QRH	Quick Reference Handbook	Välittömän toiminnan käsikirja
RJBB	Osaka Kansai International Airport	Osakan kansainvälinen lentoasema
SAR	Search And Rescue	Etsintä ja pelastuspalvelu
s/n	Serial Number	Sarjanumero
SNOWTAM	SNOW notices To AirMen	Lumitiedote ilmailijoille
SWC	Significant Weather Chart	Merkitsevän sään kartta
TAF	Aerodrome forecast	Lentopaikkaennuste
TFU	Technical Follow Up	Airbusin julkaisema tiedote
THS	Thermostat solenoid	Lämpötilasolenoidi
ULPP	Petrozavodsk/Peski	Petroskoin alueennonjohto
UTC	Co-ordinated Universal Time	Koordinoitu maailman aika
V	Volt	Voltti, jännitteen mittayksikkö
vrk	Day	Vuorokausi
VTSG	Krabi Airport	Krabin lentoasema



ALKUSANAT

OH-LTO, lentokone A330-302

Vakava vaaratilanne tapahtui Venäjän ilmatilassa koilliseen Arkangelin kaupungista 11.12.2010 aikataulunmukaisella reittilennolla FIN78 Japanin Osakasta (RJBB) Helsinki-Vantaan lentoasemalle (EFHK). Lentokone oli Finnair Oyj:n operoima kaksimoottorinen liikennelentokone tyypiltään A330-302 ja rekisteritunnukseltaan OH-LTO. Koneessa ei ollut matkustajia, ainoastaan kolme ohjaamomiehistön jäsentä.

Matkalennon aikana lentokoneen molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmä vikaantui. Matkustamon ilmanpaine laski. Ohjaamomiehistön kertoman mukaan he ottivat käyttöön ohjaamon varahappijärjestelmän ja aloittivat hätälaskeutumisen sen jälkeen, kun Excessive Cabin Altitude -varoitusta oli tullut. Matkustamon painekorkeus ylitti raja-arvon 14000 jalkaa (noin 4600 m). Tämän seurauksena matkustamon varahappinaamarit tulivat automaattisesti esiin. Kone jatkoi lentoaan alemmalla lentopinnalla ja laskeutui reittivarakentälle Kuopion lentoasemalle (EFKU). Tapahtuma ei aiheuttanut henkilövahinkoja eikä kalustovaurioita. Lentokoneen päällikkö ja lennonjohdon vastuuhenkilöt tekivät vaaratilanteesta määräysten mukaiset ilmoitukset.

Onnettomuustutkintakeskus luokitteli tapahtuman vakavaksi vaaratilanteeksi ja asetti 17.12.2010 päätöksellään C11/2010L tutkintalautakunnan, jonka puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Timo Heikkilä sekä jäseniksi tutkijat Juha Salo ja Pertti Kalttonen.

OH-LTS, lentokone A330-302

Vastaavantyyppinen vakava vaaratilanne tapahtui Venäjän ilmatilassa Moskovan eteläpuolella 22.12.2010 aikataulunmukaisella tilauslennolla FIN1968 Thaimaan Krabista (VTSG) Helsinki-Vantaan lentoasemalle (EFHK). Lentokone oli Finnair Oyj:n operoima kaksimoottorinen liikennelentokone tyypiltään A330-302 ja rekisteritunnukseltaan OH-LTS. Lentokoneessa oli 286 matkustajaa ja 15 miehistön jäsentä.

Matkalennon aikana lentokoneen molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmä vikaantui. Matkustamon ilmanpaine laski. Ohjaamomiehistön kertoman mukaan he ottivat käyttöön ohjaamon varahappijärjestelmän ja aloittivat jyrkän liu'un alemmalle matkalentokorkeudelle. Master-varoitusta matkustamon ilmanpaineen laskusta (Excessive Cabin Altitude) tuli liu'un aikana, minkä jälkeen ohjaamomiehistö jatkoi laskeutumista hätälaskeutumisenä. Matkustamon painekorkeus nousi ylimmillään noin 10800 jalkaan (noin 3300 m). Ohjaamomiehistö käynnisti APU:n vuodatuksen liu'un aikana. Lentoa pystyttiin jatkamaan alemmalla matkalentokorkeudella alkuperäiseen määrälaskupaikkaan Helsinki-Vantaan lentoasemalle matkustamon ollessa paineistettu APU:n vuodatusilmalla. Noin puoli tuntia ennen laskeutumista ohjaamomiehistö sai käynnistettyä molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän. Tapahtuma ei aiheuttanut henkilövahinkoja eikä kalustovaurioita. Lentokoneen päällikkö teki vaaratilanteesta määräyksen mukaisen ilmoituksen.

Onnettomuustutkintakeskus luokitteli tapahtuman vakavaksi vaaratilanteeksi ja päätti 23.12.2010 aloittaa sen tutkinnan jo käynnissä olleen tutkinnan C11/2010L yhteydessä. Tutkintalautakuntaan nimettiin lisäjäseneksi tutkija Risto Timgren ja tekniseksi asiantuntijaksi Esko Kauppinen Finnair Oyj:stä.

Muut tiedot

Onnettomuustutkimakeskus lähetti tapahtumista ilmoitukset (notification) kansainväliselle siviili-ilmailujärjestölle (International Civil Aviation Organization, ICAO), Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (European Aviation Safety Agency, EASA), Ranskan lentoturvallisuustutkimaviranomaiselle (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile, BEA), Yhdysvaltain onnettomuustutkimaviranomaiselle (National Transportation Safety Board, NTSB) sekä Venäjän ilmailuviranomaiselle (FAVT) tapahtumien jälkeen. BEA nimesi tutkintaan ICAO:n Annex 13 mukaiset kaksi valtuutettua edustajaansa, Thierry Hespel ja Sylvain Mole. Tutkintalautakunta oli tutkinnan aikana kiinteässä yhteydessä Finnair Oyj:iin, BEA:an, Airbusiin ja EASA:an.

Onnettomuustutkimakeskus vapautti tutkija Juha Salon 10.6.2011 alkaen tutkintalautakunnan jäsenen tehtävästä. Tutkintalautakunnan uudeksi jäseneksi ja tekniseksi sihteeriksi nimitettiin tutkija Erja Savela.

Tutkintalautakunnan erityisasiantuntijana toimi tutkija Tero Järvinen. Tutkintalautakunnan muut asiantuntijat olivat paineanturiasiantuntija, diplomi-insinööri Hannu Manninen, lentotekniikan professori Olli Saarela Aalto Yliopistosta ja Ilmatieteen laitoksen asiantuntijat.

Molempien vakavien vaaratilanteiden tapahtumat selvitettiin lentoarvotallentimen (Flight Data Recorder, FDR), ohjaamoäänittimen (Cockpit Voice Recorder, CVR), lennonjohdon tallenteiden, asianosaisten kuulemisten ja lentokoneen tiedonvälitysjärjestelmän (Air Traffic Service Unit, AT-SU) lähettämien viestien avulla.

Tutkintaselostuksessa kaikki kellonajat ovat koordinoitua maailmanaikaa (Co-ordinated Universal Time, UTC).

Tutkintaselostuksen alaotsikoissa vaaratilanteet eritellään lentokoneiden rekisteritunnuksien (OH-LTO tai OH-LTS) mukaan. Tutkintaselostuksessa Airbus S.A.S:sta käytetään lyhennettyä muotoa Airbus ja Esterline-Auxitrol S.A:sta käytetään lyhennettyä muotoa Esterline-Auxitrol.

Lausunnot pyydettiin asianosaisilta, Finavia Oyj:ltä, Finnair Oyj:ltä, Ilmatieteen laitokselta ja Liikenteen turvallisuusvirastolta sekä BEA:lta, Airbusilta, Esterline-Auxitrolilta, EASA:lta ja ICAO:lta. Lausunnot saatiin 4.7.2012 mennessä. Tiivistelmä saaduista lausunnoista on liitteessä 1.

Tutkintaselostus käännettiin englanniksi.

Suomenkielinen tutkintaselostus on alkuperäinen asiakirja. Suomenkielinen tutkintaselostus ja lähdeaineisto ovat taltioituna Onnettomuustutkimakeskuksessa.



1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Tapahtumien kulku

1.1.1 OH-LTO

Vakava vaaratilanne tapahtui lauantaina 11.12.2010 Finnair Oyj:n aikataulunmukaisella reittilennolla FIN78 Japanin Osakasta (RJBB) Helsinki-Vantaan lentoasemalle (EFHK). Lentokone oli tyyppiltään A330-302 ja rekisteritunnukseltaan OH-LTO. Siinä oli kolme ohjaamomiehistön jäsentä, joista toinen perämiehistä oli vakavan vaaratilanteen tapahtuessa lepäämässä ohjaamon ulkopuolella olevassa lepotilassa. Lentokoneessa ei poikkeuksellisesti ollut matkustamomiehistöä eikä matkustajia.

Ohjaamomiehistön työvuoro alkoi Osakassa 11.12.2011 kello 01.50 (10.50 LT). Lennon valmistelu sujui normaalisti ja kapteenin kuulemisen perusteella ohjaamomiehistön viireystila oli normaali. Lentoonlähtö Osakasta tapahtui kello 02.17.

Lennon reitti kulki Osakasta lähdön jälkeen kohti pohjoista ja Habarovskia Venäjällä. Reitti jatkui edelleen Siperian yli Mirnyin ja Polarnyin pohjoispuolitse ja Norilskin yli kohti Arkangelin kaupunkia.

Lento lennettiin Venäjän ilmatilassa erittäin kylmässä ilmassa lentopinnalla 12100 metriä (39700 ft). Lennon aikana ohjaamomiehistö kiinnitti huomiota erittäin alhaiseen ulkoilman lämpötilaan. Noin kahden ja puolen tunnin ajan ulkoilman lämpötila oli alle -60 °C, minimissään -77 °C. A330-302-lentokoneen sallittu minimitoimintalämpötila on -78 °C. Lennon edetessä ulkoilma lämpeni noin puolen tunnin lennon aikana 17 °C.

Kello 10.34 Arkangelin kaupungista noin 300 km koilliseen, lentokoneen oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö (AIR ENG 2 BLEED FAULT). Ohjaamomiehistö teki ohjaamon mittaristossa olevan keskitetyn valvontajärjestelmän (Electronic Centralized Aircraft Monitor, ECAM) ilmoituksen mukaiset häiriötoimenpiteet.

Moottorin vuodatusilmajärjestelmä ei käynnistynyt uudelleen ja lentoa jatkettiin oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmä vikaantuneena suunnitellulla matkalentokorkeudella.

Kello 10.37 lentokoneen vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö (AIR ENG 1 BLEED FAULT). Huolimatta välittömän toiminnan käsikirjan (Quick Reference Handbook, QRH) ohjeistuksesta (AIR DUAL BLEED FAULT kohta 2.24-5) (Liite 3) ohjaamomiehistö säilytti matkalentokorkeuden seuraten matkustamon painekorkeuden nousua. Tässä vaiheessa lepovuorossa ollut kolmas ohjaamomiehistön jäsen kutsuttiin ohjaamoon.

Ohjaamomiehistö havaitsi ECAM:lta, että vikaantuneen järjestelmän vuodatusilmanpainet olivat korkeat. Lennon kapteenin kertoman mukaan ohjaamomiehistö arveli tämän korkean painearvon olleen syynä vuodatusilmajärjestelmän vikaantumiseen.

Kello 10.39 ECAM:lle tuli ilmoitus matkustamon painekorkeuden noususta (Cabin Pressure page).

Kello 10.40 matkustamon painekorkeuden ylittäessä raja-arvon (9550 ft) lentokoneen mittaristoon ilmestyi ECAM-varoitus (Excess Cabin Altitude warning, kts. Liite 4). Ohjaamomiehistö asetti ohjaamon varahappijärjestelmän naamarit kasvoilleen.

Kello 10.43 ohjaamomiehistö aloitti hätälaskeutumisen. Lentokoneen matkustamon sisäinen ilmanpaine laski ja painekorkeus nousi edelleen. Ohjaamomiehistö aloitti Venäjän ilmailumääräysten mukaisesti suunnan muutoksen oikealle ja ilmoitti Arkangelin aluelennonjohdolle hätälaskeutumisesta jättäessään lentopinnan 12100 metriä (39700 ft). Kun painekorkeus ylitti noin 14000 jalkaa, matkustamon varahappinaamarit tulivat esiin.

Tultuaan ohjaamoon lepovuorossa ollut perämies laittoi ohjaamon varahappinaamarin kasvoilleen ja varmisti kysymällä ohjaamossa olleilta miehistön jäseniltä heidän toimintakykynsä. Tämän jälkeen hän alkoi avustaa ohjaamomiehistöä muun muassa tarkastamalla reittikartasta hätälähestymisessä mahdollisesti tarvittavia tietoja ja hankkimalla sää tietoa.

Liu'un aikana Arkangelin aluelennonjohto antoi selvityksen alaspäin lentopinnalle 3300 metriä (10800 ft) ja tiedusteli häiriön laatua sekä tarvetta hätätilan julistamiseen. Lentokoneen kapteenin päätöksellä hätätilaa ei julistettu.

Noin viiden minuutin kuluttua hätälaskeutumisen aloittamisesta lentokone saavutti lentopinnan 3300 metriä. Ohjaamomiehistö keskusteli keskenään moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän uudelleen käynnistämisestä, mutta koneen kapteenin päätöksellä järjestelmää ei käynnistetty uudelleen paineputkien mahdollisen rikkoutumisen vuoksi.

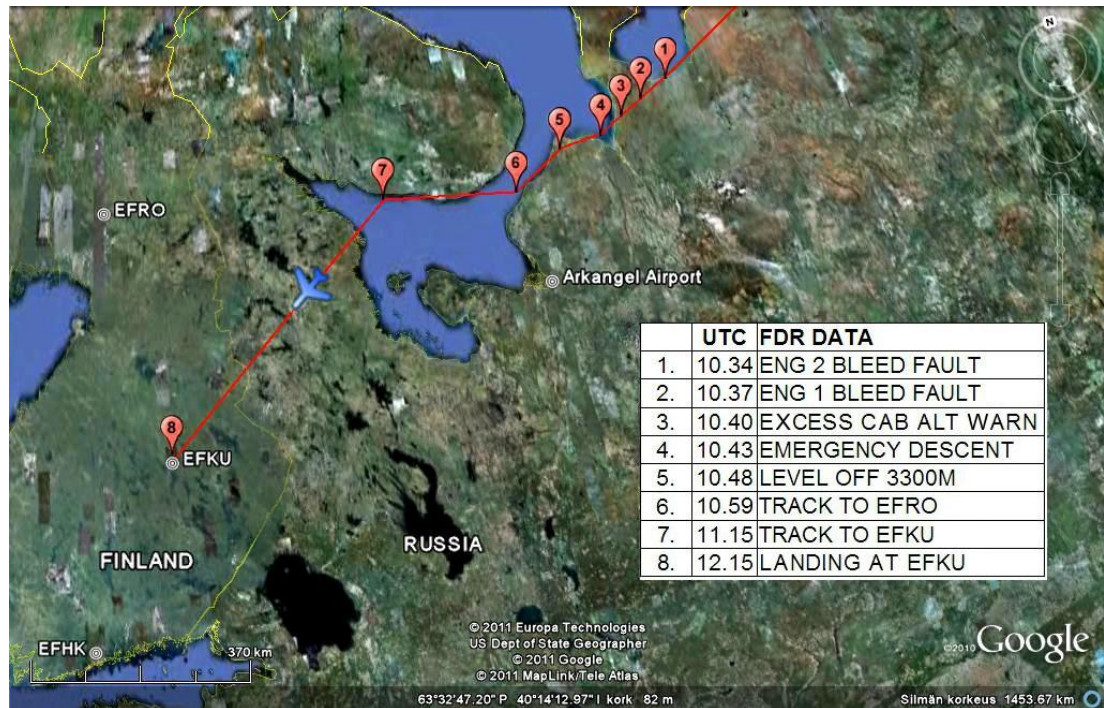
FDR:sta saadun tiedon mukaan noin 15 minuuttia molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisen jälkeen vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän antama virheellinen painearvotieto oli suurimmillaan 240 psi ja oikean moottorin antama virheellinen painearvotieto oli suurimmillaan 233 psi.

Lentoarvotallentimen tiedoista on selvinnyt, että vuodatusilmajärjestelmän paine oli normaali ja lentokoneen mittaristossa näkyvä paineantureiden antama painearvonäyttö oli väärä.

Ohjaamomiehistö suunnitteli lennon loppuosan uudestaan ja pyysi kello 10.59 lennonjohtoselvitystä Rovaniemen lentoasemalle (EFRO), sillä miehistön tekemien laskelmien mukaan tälle reittivarakentälle oli polttoainetta riittävästi. Neuvoteltuaan operaattorin operaatiokeskuksen (Network Control Center, NCC) kanssa ohjaamomiehistö valitsi uudeksi reittivarakentäksi samalla etäisyydellä olleen Kuopion lentoaseman (EFKU) ja lentoa jatkettiin sinne kello 11.15.

Lähestyminen ja laskeutuminen kello 12.15 Kuopion lentoasemalle sujuivat normaalisti. Lennon jälkeen ohjaamomiehistö yritti varmistaa lentokoneen ohjaamoäänittimen (Cockpit Voice Recorder, CVR) tallenteen tutkintaa varten avioniikkatilasta operaattorin tekniseltä henkilökunnalta saamiensa ohjeiden mukaisesti siinä kuitenkin onnistumatta.

A330-liikennelentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintahäiriöistä johtuneet vakavat vaaratilanteet lennoilla 11.12.2010 ja 22.12.2010



Kuva 1. OH-LTO:n vaaratilanteeseen liittyviä keskeisiä tapahtumia.

Ohjaamomiehistö keskusteli tapahtumasta keskenään lennon jälkeen. Ohjaamomiehistön yhteisellä päätöksellä varsinaista tapahtuman purkutilaisuutta (defusing) ei pidetty.

Ohjaamomiehistö teki viranomaisille lentoturvallisuusilmoituksen (Air Safety Report, ASR) lentoturvallisuutta vaarantaneesta tilanteesta. Kuopion lennonjohto ja Suomen alueenlennonjohto (EFIN) tekivät asianmukaiset ilmoitukset lentoturvallisuutta vaarantaneesta tilanteesta. Mahdollista Arkangelin tai Petroskoin alueenlennonjohdon tekemää ilmoitusta vaaratilanteesta ei tutkintalautakunnalla ollut käytössään.

1.1.2 OH-LTS

Vakava vaaratilanne tapahtui keskiviikkona 22.12.2010 Finnair Oyj:n aikataulunmukaisella tilauslennolla FIN1968 Thaimaan Krabista (VTSG) Helsinki-Vantaan lentoasemalle (EFHK). Lentokone oli tyypiltään A330-302 ja rekisteritunnukseltaan OH-LTS. Koneessa oli 286 matkustajaa sekä kolme ohjaamo- ja 12 matkustamomiehistön jäsentä. Vakavan vaaratilanteen tapahtuessa toinen perämiehistä oli lepäämässä ohjaamon ulkopuolella olevassa lepotilassa.

Miehistön työvuoro alkoi Krabissa kello 07.30 (14.30 LT), noin kuusi tuntia suunnitellusta aikataulusta myöhässä lentokoneen myöhäisen saapumisen vuoksi. Lennon valmistelu sujui normaalisti ja kuulemisen perusteella ohjaamomiehistön vireystila oli normaali. Lentoäly Krabista tapahtui kello 08.20.

Lennon reitti suuntautui aluksi Bengalin lahden poikki kohti Intiaa. Lento jatkui edelleen Kalkutan eteläpuolitse ja Delhin yli Pakistaniin, jonka jälkeen reitti kulki Afganistanin ja Kaspiameren poikki kohti Moskovaa.

Lento lennettiin Venäjän ilmatilassa erittäin kylmässä ilmassa lentopinnalla 11600 metriä (38100 ft). Lennon aikana ohjaamomiehistö kiinnitti huomiota erittäin alhaiseen ulkoilman lämpötilaan. Noin kolmen ja puolen tunnin ajan ulkoilman lämpötila oli alle -60 °C, minimissään -71 °C. Lennon edetessä ulkoilma lämpeni noin 40 minuutissa 8 °C.

Moskovasta noin 240 km etelään, kello 18.26 lentokoneen vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö (AIR ENG 1 BLEED FAULT). Miehistö teki ohjaamon mittaristossa olevan ECAM-ilmoituksen mukaiset häiriötoimenpiteet. Tämän jälkeen lentoa jatkettiin suunnitellulla matkalentokorkeudella vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmä vikaantuneena.

Ohjaamomiehistöllä oli Finnair Oyj:n Airbus-ryhmäpäällikön julkaisemasta tiedotteesta (Crew Information System, CIS) saatu tieto OH-LTO:lle 11.12.2010 tapahtuneesta vakavasta vaaratilanteesta (kts. Liite 5). Kello 18.38 ohjaamomiehistö ennakoivasti käynnisti apuvoimalaitteen (Auxiliary Power Unit, APU) varautuakseen toisenkin moottorin vuodatusilmajärjestelmän mahdollista häiriötä varten.

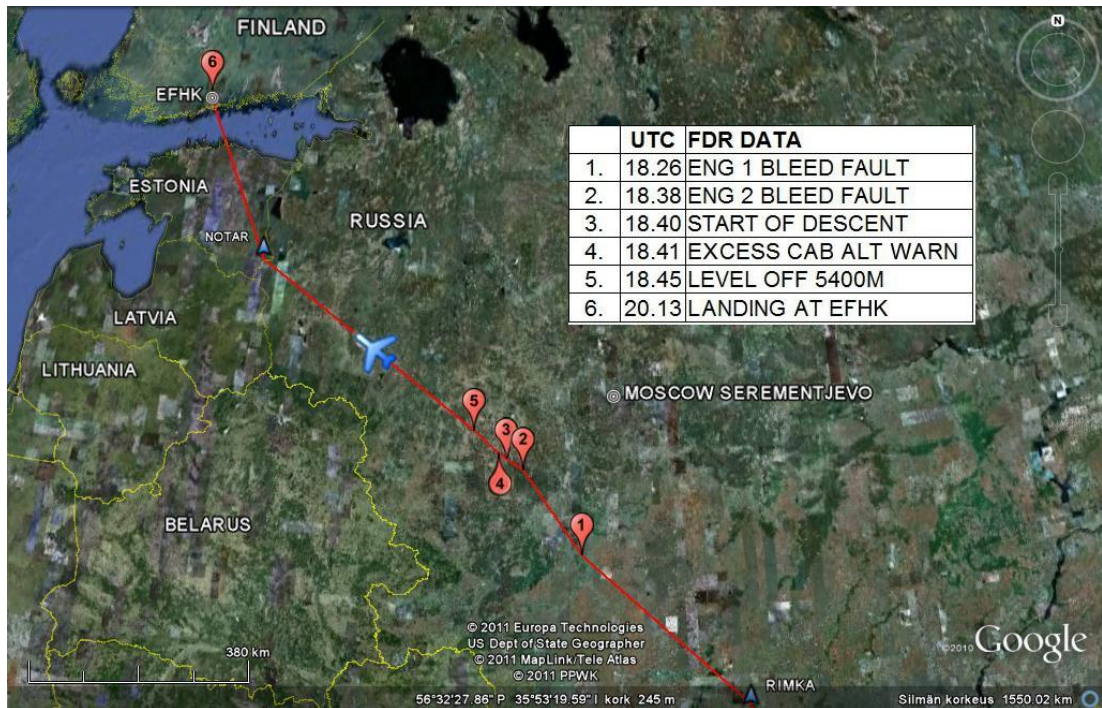
Kello 18.38 lentokoneen oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö (AIR ENG 2 BLEED FAULT). Ohjaamomiehistö pyysi Moskovan aluelennonjohdolta lennonjohtoselvitystä alaspäin, koska matkustamon painekorkeus alkoi nousta. Hetken kuluttua aluelennonjohto selvitti koneen alaspäin lentopinnalle 5400 metriä (17700 ft). Aiemmin vikaantuneen vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmä ei käynnistynyt uudelleen ohjaamomiehistön yrityksistä huolimatta ja lentoa jatkettiin molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmä vikaantuneena.

Kello 18.40 ohjaamomiehistö varautui lentokoneen sisäisen ilmanpaineen laskuun asettaen kasvoilleen ohjaamon varahappijärjestelmän naamarit ja aloitti QRH-ohjeen mukaisen laskeutumisen. Kello 18.41 matkustamon painekorkeuden ylittäessä raja-arvon (9550 ft) lentokoneen mittaristoon ilmestyi ECAM-varoitus (Excess Cabin Altitude warning), minkä jälkeen ohjaamomiehistö jatkoi laskeutumista hätälaskeutumisena. Lentokoneen läpäistessä 6900 metrin (22500 ft) korkeuden ohjaamomiehistö valitsi vuodatusilmajärjestelmän toimimaan APU:n avulla. Matkustamon varahappinaamarit eivät tulleet esiin, koska lentokoneen matkustamon painekorkeus ei ylittänyt 14000 jalkaa. Ohjaamomiehistö ei nähnyt tarvetta hätätilan julistamiseen. Kone saavutti lentopinnan 5400 metriä (17700 ft) kello 18.45.

Kello 18.52 lentokone aloitti nousun lentopinnalle 6600 metriä (21700 ft) saavuttaen sen kahden minuutin kuluttua. Tällä uudella matkalentokorkeudella lentoa jatkettiin alkupe räiseen määrälaskupaikkaan Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Loppulennon aikana ohjaamomiehistö sai molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimimaan.

Ohjaamomiehistön toista perämiestä ei kutsuttu vakavan vaaratilanteen aikana lepotilasta ohjaamoon, vaan hän tuli sinne noin tunnin kuluttua vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisesta.

A330-liikennelentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintahäiriöistä johtuneet vakavat vaaratilanteet lennoilla 11.12.2010 ja 22.12.2010



Kuva 2. OH-LTS:n vaaratilanteeseen liittyviä keskeisiä tapahtumia.

Kello 20.13 lentokone laskeutui Helsinki-Vantaan lentoasemalle normaalisti. Ohjaamomiehistö ei tehnyt lennonjohtoon lento-onnettomuusvaarailmoitusta. Ohjaamomiehistö teki viranomaisille ASR-ilmoituksen lentoturvallisuutta vaarantaneesta tapahtumasta.

Matkustamo- ja ohjaamomiehistöjen yhteisellä päätöksellä varsinaista purkutilaisuutta (defusing) miehistölle ei järjestetty.

1.2 Henkilövahingot

Ei henkilövahinkoja.

1.3 Ilma-alusten vahingot

Ei vaurioita.

1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

1.5 Henkilöstö

Taulukoissa esitetyt lentokokemustiedot sisältävät vain Finnair Oyj:n operoimilla lentokoneilla lennetyt lentotunnit.

1.5.1 OH-LTO

OH-LTO:n päällikkö: Ikä 52 vuotta.
Lupakirjat: JAR-liikennelentäjä, lentokoneet, voimassa 19.12.2010 saakka.
Lääketieteellinen kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 28.5.2011 saakka.
Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	66 h	181 h	14 298 h
Ko. ilma-alustyyppillä	0 h	47 h	142 h	809 h

OH-LTO:n perämies: Ikä 40 vuotta.
Lupakirjat: JAR -liikennelentäjä, lentokoneet, voimassa 16.6.2013 saakka.
Lääketieteellinen kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 16.6.2011 saakka.
Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	56 h	240 h	6 335 h
Ko. ilma-alustyyppillä	0 h	24 h	139 h	1020 h

OH-LTO:n kolmas ohjaaja: Ikä 32 vuotta.
Lupakirjat: JAR-ansiolentäjä, lentokoneet, voimassa 13.1.2016 saakka.

A330-liikennelentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintahäiriöistä johtuneet vakavat vaaratilanteet lennoilla 11.12.2010 ja 22.12.2010

Lääketieteellinen JAR luokka 1, voimassa 23.3.2011 saakka.
kelpoisuustodistus

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	44 h	121 h	2 671 h
Ko. ilma-alustyypillä	0 h	30 h	68 h	464 h

Tekninen henkilöstö

Kuopion lentoasemalla toimineen Finnair Technical Services Oy:n (FTS) teknisen vastuhenkilön kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

1.5.2 OH-LTS

OH-LTS:n päällikkö: Ikä 45 vuotta.

Lupakirjat: JAR-liikennelentäjä, lentokoneet, voimassa 22.2.2013 saakka.

Lääketieteellinen JAR luokka 1, voimassa 17.2.2011 saakka.
kelpoisuustodistus

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	71 h	199 h	13 975 h
Ko. ilma-alustyypillä	0 h	57 h	165 h	847 h

OH-LTS:n perämies: Ikä 30 vuotta.

Lupakirjat: JAR-liikennelentäjä, lentokoneet, voimassa 18.12.2015 saakka.

Lääketieteellinen JAR luokka 1, voimassa 6.3.2011 saakka.
kelpoisuustodistus

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	80 h	144 h	3 600 h
Ko. ilma-alustyypillä	0 h	50 h	78 h	579 h

OH-LTS:n kolmas ohjaaja: Ikä 46 vuotta.

Lupakirjat: JAR-liikennelentäjä, lentokoneet, voimassa 30.7.2013 saakka.

Lääketieteellinen kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 11.4.2011 saakka.

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	0 h	72 h	173 h	4 442 h
Ko. ilma-alustyypillä	0 h	64 h	114 h	884 h

1.6 Ilma-alukset

1.6.1 OH-LTO

Tyyppi:	A330-302
Kansallisuus- ja rekisteritunnus:	OH-LTO
Lentokelpoisuus:	Voimassa 15.5.2011 asti
Valmistaja	Airbus S.A.S.
Valmistusnumero ja -vuosi	1013, 2009
Kokonaislentoaika ja laskujen lukumäärä	8 251 FH, 976 FC
Suurin sallittu lentomassa:	233 000 kg
Lentoonlähtömassa tapahtumalennolla	181 200 kg
Omistaja	Finnair Aircraft Finance Ltd
Käyttäjä	Finnair Oyj
Moottoreiden lukumäärä ja tyyppi	2 x GE CF6-80E1

1.6.2 OH-LTS

Tyyppi:	A330-302
Kansallisuus- ja rekisteritunnus:	OH-LTS
Lentokelpoisuus:	Voimassa 11.2.2011 asti
Valmistaja	Airbus S.A.S.
Valmistusnumero ja -vuosi:	1078, 2010
Kokonaislentoaika ja laskujen lukumäärä	4 161 FH, 490 FC
Suurin sallittu lentomassa:	233 000 kg
Lentoonlähtömassa tapahtumalennolla:	226 871 kg
Omistaja:	Aino Aviation Ltd
Käyttäjä:	Finnair Oyj
Moottoreiden lukumäärä ja tyyppi	2 x GE CF6-80E1

1.6.3 Täydentäviä tietoja

Finnair Oyj:n operoimien A330-302-lentokoneiden huoltojaksot on määritelty Suomen Ilmailuviranomaisen 18.11.2009 hyväksymässä huolto-ohjelmassa (Maintenance Program). Huolto-ohjelman mukaan A-huoltojakso on 800 lentotuntia ja C-huoltojakso 18 kuukautta. Molempien lentokoneiden viimeisimmät A-huollot ennen tapahtumalentoja olivat tehty ajallaan huolto-ohjelman mukaisesti. OH-LTS:n viimeisin C-huolto ennen tapahtumalentoa oli tehty Hong Kongissa 18.10.2010 käyntiajoilla 7486 lentotuntia ja 882 laskua. OH-LTS:n ensimmäinen C-huoltojakso ei ollut vielä täyttynyt.

Molempien lentojen lokitietojen mukaan lentokoneiden massat ja massakeskiöt olivat sallituissa rajoissa.



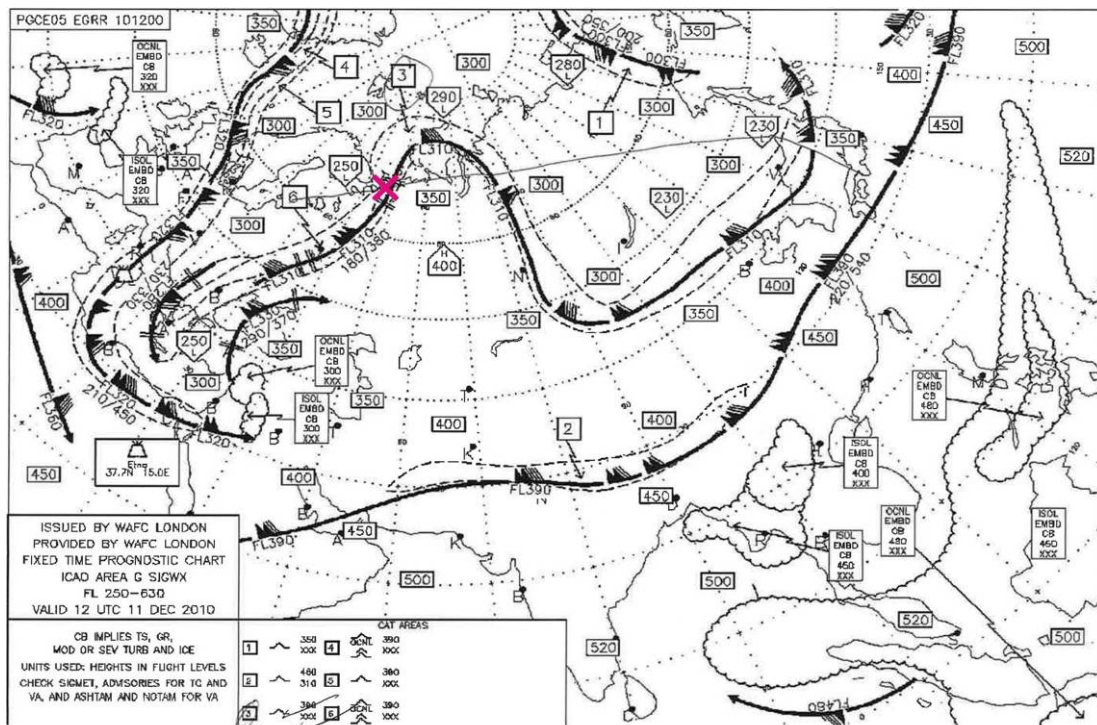
Kuva 3. Airbus A330-302-lentokone. Lähde: Mikko Maliniemi Copyright.

1.7 Sää

1.7.1 Ohjaamomiehistöjen käyttämät säämateriaalit lennonsuunnittelussa

OH-LTO

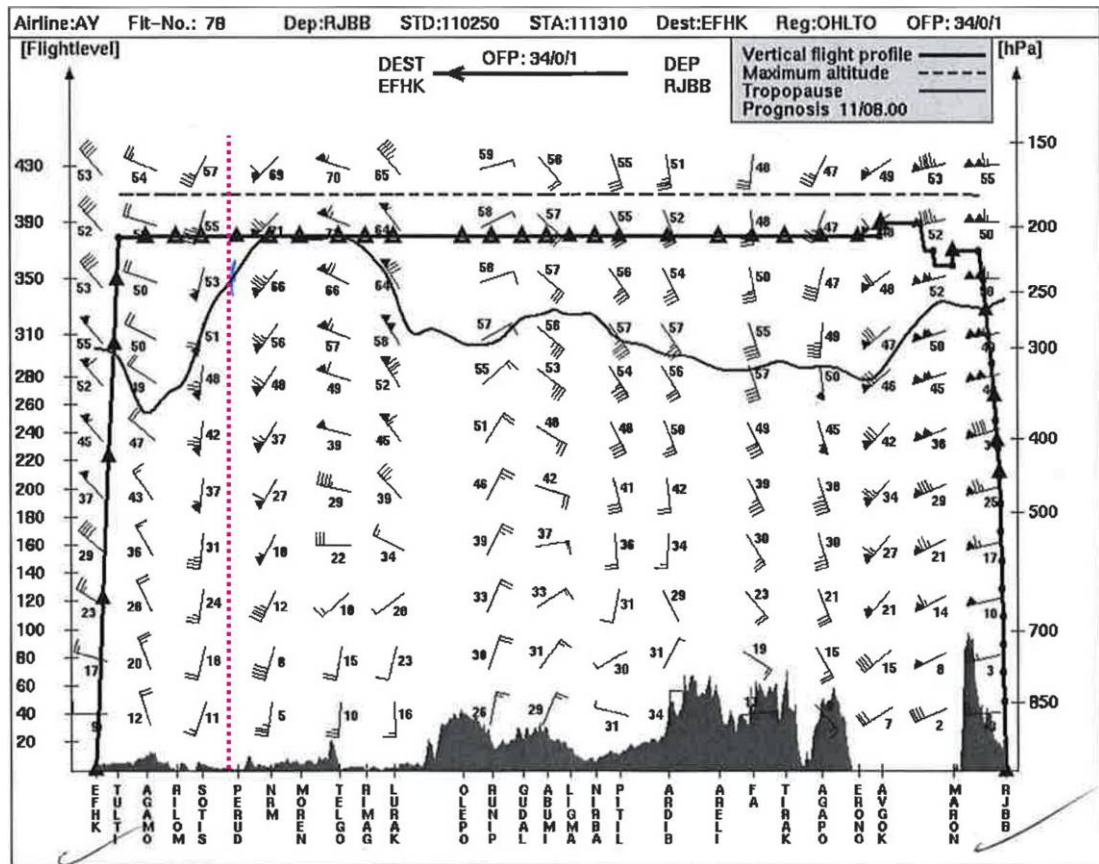
Lennonsuunnittelussa käytetyssä merkitsevän sään kartassa (Significant Weather Chart, SWC) (Kuva 4.), joka oli voimassa 11.12.2010 kello 12, näkyy tapahtumapaikan läheisyydessä Kuolan niemimaan itäpuolella korkeudella 9450 metriä (FL 310) yläilmakehän voimakas suihkuvirtaus. Tapahtumalennon lentoreitti leikkasi suihkuvirtauksen noin kaksi tuntia ennen vaaratilannetta ja uudelleen hieman ennen vaaratilannetta.



Kuva 4. Ohjaamomiehistön käytössä ollut SWC-kartta 11.12.2010 kello 12. Tapahtumapaikka on merkitty jälkikäteen punaisella merkillä.

Ohjaamomiehistöllä oli lennonsuunnittelussa käytössään lisäksi profiilikuva lentoreitistä (Kuva 5.) Profiilikuvassa ennustetaan tropopausin¹ olevan suunnitellun lentopinnan kanssa samalla korkeudella ja lähellä aluetta, jossa vaaratilanne tapahtui. Tälle samalle kohdalle on merkitty myös lentoreitin kylmimmät lämpötilat, jotka ovat alle -70 °C. Lentokoneen lentoarvotallentimesta saadun tiedon mukaan tällä alueella kylmin mitattu lämpötila oli -77 °C. Punaisella katkoviivalla kuvassa 5 on merkitty ensimmäinen vuodatusilmajärjestelmän vikaantuminen.

¹ Alailmakehän ylärajan muodostavaa inversiota kutsutaan tropopausiksi.

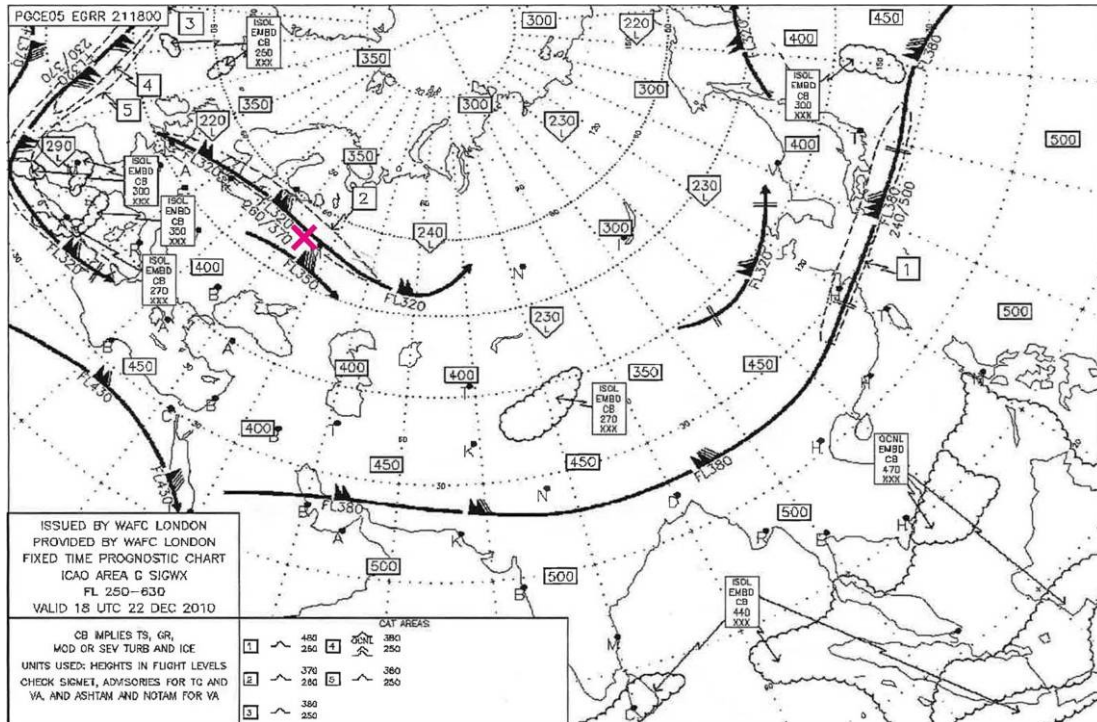


Kuva 5. Ohjaamomiehистön käytössä ollut profiilikuva lennosta 11.12.2010. Punainen katkoviiva on lisätty jälkikäteen.

Ohjaamomiehистöllä oli lisäksi käytössään kattavasti lentopaikkaennusteet (Aerodrome forecast, TAF) ja määräaikaisten lentosääsanomien (METAR) tarvittavilta lentoasemilta. Lumitiedote (SNOWTAM) oli ohjaamomiehистön käytössä vain Helsinki-Vantaan lentoasemalta. Kaikki ohjaamomiehистön käyttämä säämateriaali oli toimitettu mustavalkoisena.

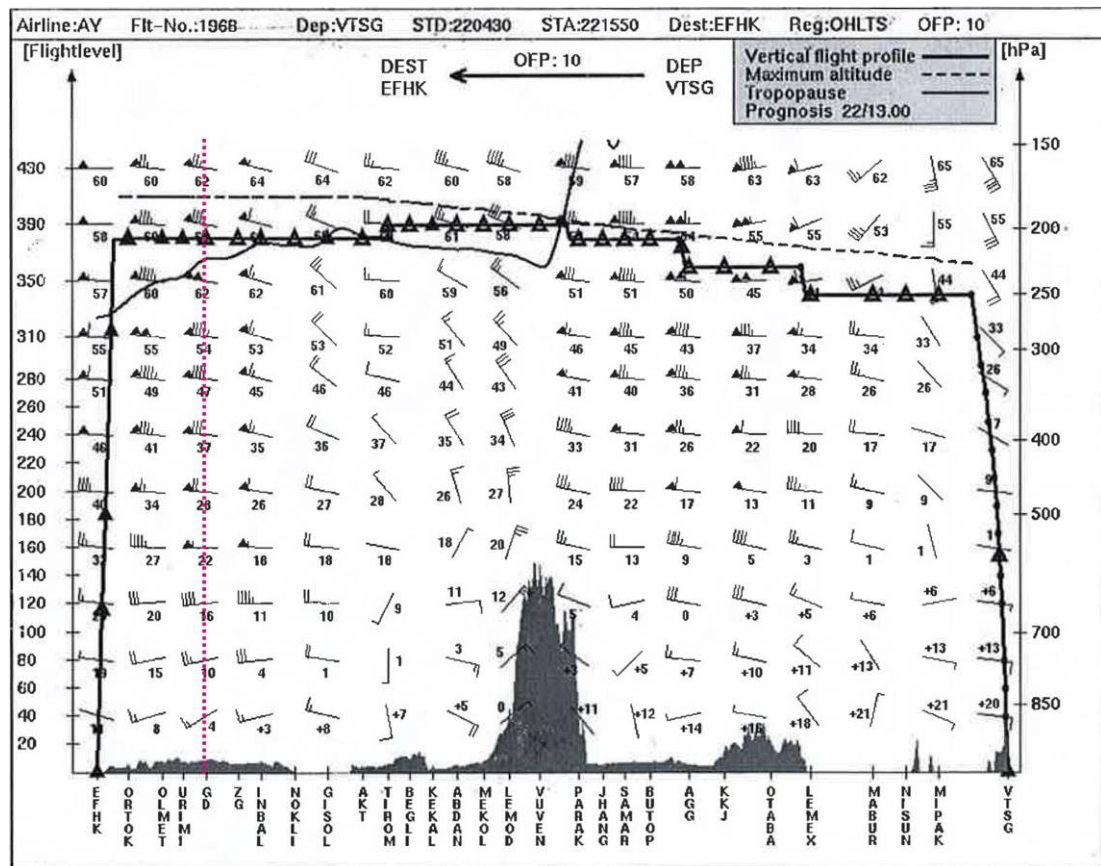
OH-LTS

Lennonsuunnittelussa käytetyssä SWC-kartassa (Kuva 6.), joka oli voimassa 22.12.2010 kello 18, näkyy Moskovan eteläpuolella yläilmatilan suihkuvirtaus korkeudella 10600 metriä (FL 350). Toinen yläilmatilan suihkuvirtaus näkyy tapahtumapaikan läheisyydessä Moskovan kaupungin kohdalla korkeudella 9750 metriä (FL 320). Tapahtumalennon lentoreitti leikkasi molemmat suihkuvirtaukset hieman ennen vaaratilannetta.



Kuva 6. Ohjaamomiestien käytössä ollut SWC-kartta 22.12.2010 kello 18. Tapahtumapaikka on merkitty jälkikäteen punaisella merkillä.

Ohjaamomiestillä oli lennonsuunnittelussa käytössään lisäksi profiilikuva lentoreitistä (Kuva 7.). Profiilikuvassa ennustetaan tropopaussin nousevan suunnitellun lentopinnan kanssa samalle korkeudelle ennen aluetta, jossa vaaratilanne tapahtui. Tälle samalle kohdalle on merkitty myös lentoreitin kylmimmät lämpötilat, jotka ovat alle -60 °C. Lentokoneen lentoarvotallentimesta saadun tiedon mukaan tällä alueella kylmin mitattu lämpötila oli -71 °C. Punaisella katkoviivalla kuvassa 7 on merkitty ensimmäinen vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisen.



Kuva 7. Ohjaamomiestöön käytössä ollut profiilikuva lennosta 22.12.2010. Punainen katkoviiva on lisätty jälkikäteen.

Ohjaamomiestöllä oli lisäksi käytössään kattavasti lentopaikkaennusteet (Aerodrome forecast, TAF) ja määräaikaiset lentosääsanomat (METAR) tarvittavilta lentoasemilta. Lumitiedote (SNOWTAM) oli ohjaamomiestöön käytössä vain Helsinki-Vantaan lentoasemalta. Kaikki ohjaamomiestöön käyttämä säämateriaali oli toimitettu mustavalkoisena.

1.7.2 Sää lähtö-, määrä- ja varakentillä

Kummassakaan tutkittavassa tapauksessa lähtö- ja määräkenttien sekä varakenttien säällä ei ollut vaikutusta vaaratilannetapahtumiin.

1.7.3 Erittäin kylmän säätyypin esiintyminen tapahtumalentoilla

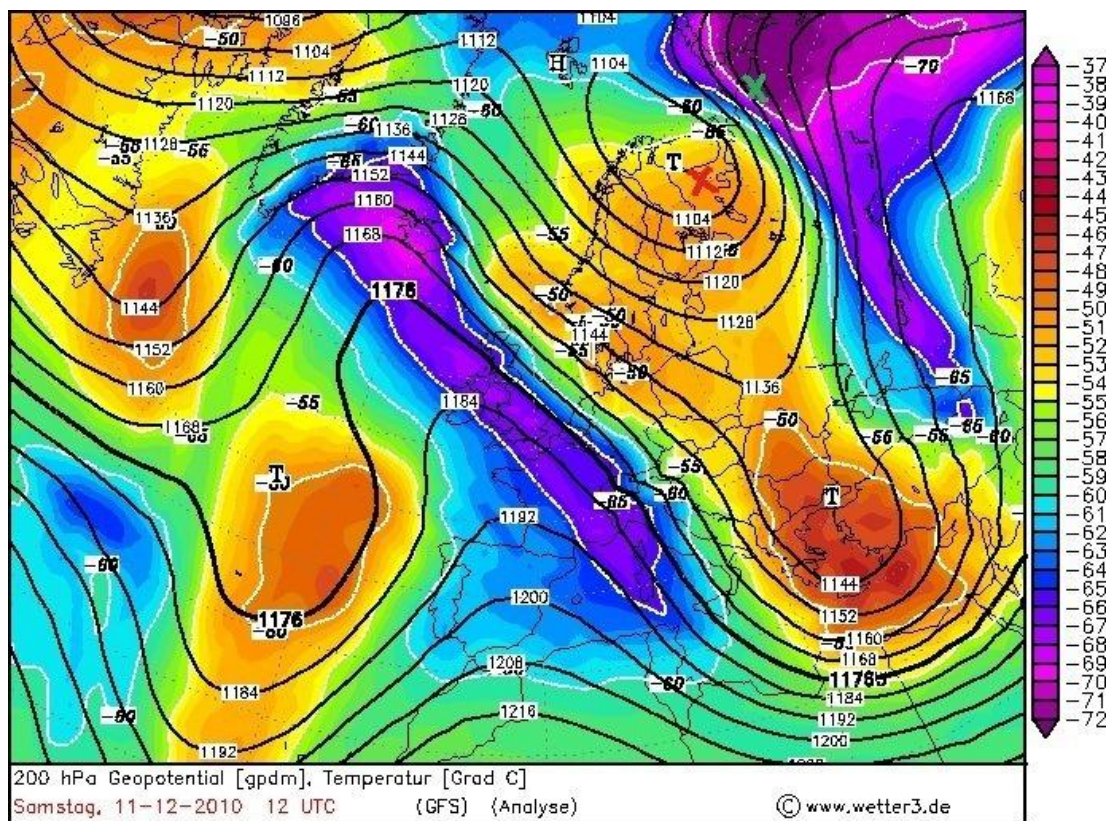
Tehtyjen sääluotauksien mukaan Suomessa esiintyy talvella, jouluhelmikuussa troposfäärissä tavanomaisesti $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ välisiä lämpötiloja. Viimeisen 50 vuoden aikana tehtyjen luotauksien perusteella ainoastaan kylmempien kuin $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilojen esiintymistiheys on 0,5–1 % luokkaa. Näistä alle kymmenesosa on kylmempää kuin $-74\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esimerkiksi 200 hPa:n tasolla (noin FL390) on Suomen luotauksien aikana mitattu ainoastaan kahdesti $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tätä tutkimustulosta vasten voidaan todeta, että tapahtumalentoilla vallinneen erittäin kylmän säätyypin esiintyminen on harvinaista.

OH-LTO

Skandinaviaan oli joulukuun alkupuolella syntynyt laaja matalapaineen alue, joka ulottui Balkanin niemimaalle saakka. Samaan aikaan korkeapaineen selänne Kaspianmeren suunnalta vahvistui kohden Siperiaa tuoden mukanaan sinne keskileveysasteiden ilmassaa ja saaden tropopaussin nousemaan lähes lentopinnalle FL400 (noin 12000 m). Tässä ilmassassa lämpötila oli laajalla alueella kylmempää kuin -70 °C.

Korkean selänteen ja ylämatalan väliin (Novaja Zemljasta Kuolan niemimaan kautta kohden kaakkoa) pääsi muodostumaan tapahtumalennon aikaan voimakas lämpötilagradientti. Lentokoneen lentoarvotallentimesta saatuun tietoon mukaan vajaan tunnin lentomatkan aikana ulkoilman lämpötila nousi -77 °C:sta -60 °C:een. Lentokoneen lento- korkeus oli tropopaussin korkeudella ja suurimman lämpötilagradientin alueella.

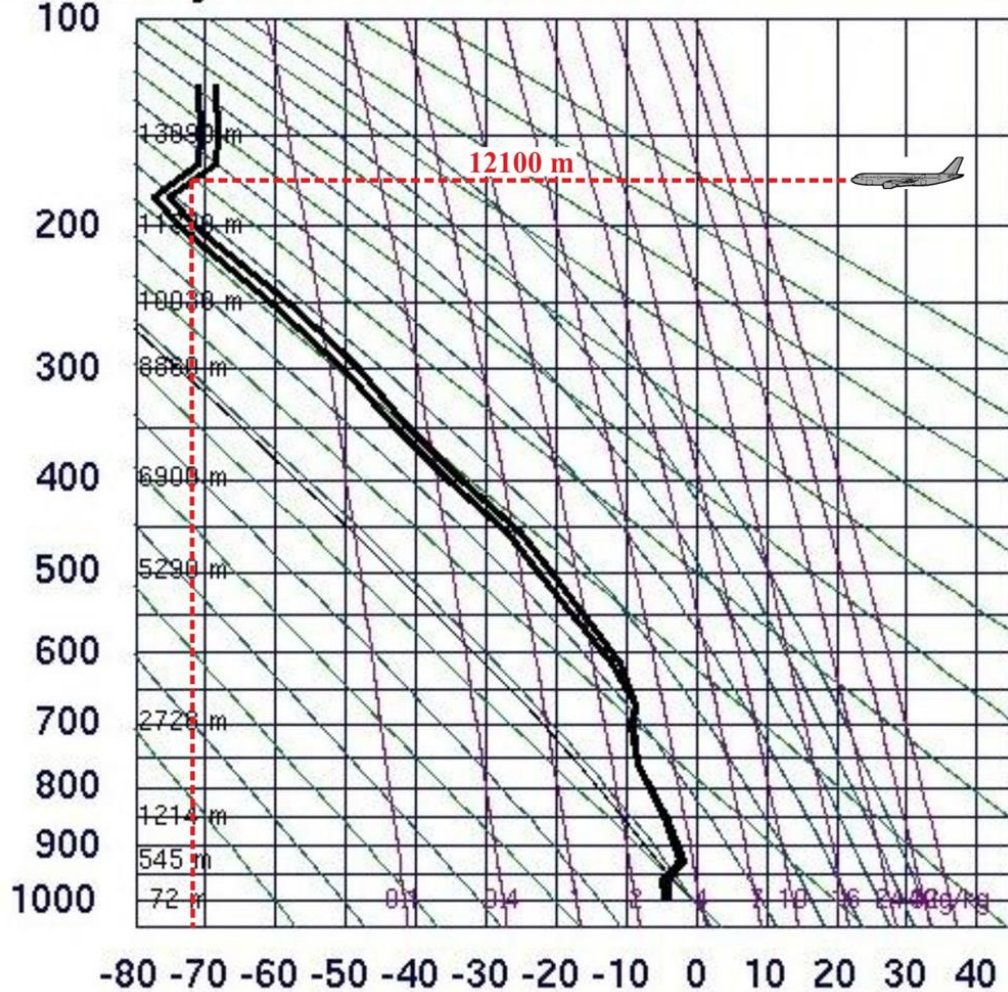
Kuvassa 8 on maailmanlaajuisen amerikkalaisen säämallin (Global Forecast System, GFS) uudelleenanalyysi 200 hPa-paineen korkeudella 11.12.2010 kello 12. Siinä näkyy erivärisinä Skandinaviasta Balkanin niemimaalle ulottunut laaja matalapaine (kellertävä) sekä Siperian yllä ollut pakkaskorkeapaine (violetti). Lisäksi kuvaan on merkattu vihreällä merkillä Pohjois-Venäjän Narjan-Mar ja punaisella merkillä Vietnamin Kem, joista kuvissa 9 ja 10 esitetään kyseisen ajankohdan todelliset ilmakuva- hyläutaukset.



Kuva 8. GFS-säämallin uudelleenanalyysi 200 hPa-paineen korkeudesta 11.12.2010 kello 12. Lähde: www.wetter3.de.

Kuvassa 9 Narjan-Marin luotauksessa näkyy tyypillisesti erittäin korkean (noin 11800 m) ja kylmän (noin $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$) tropopaussin (keskileveysasteiden) ilmassa. Tapahtumalennon lentokorkeus (12100 m, 39700 ft) oli erittäin kylmän ja varsin terävän tropopaussin korkeudella.

23205 Narjan-Mar

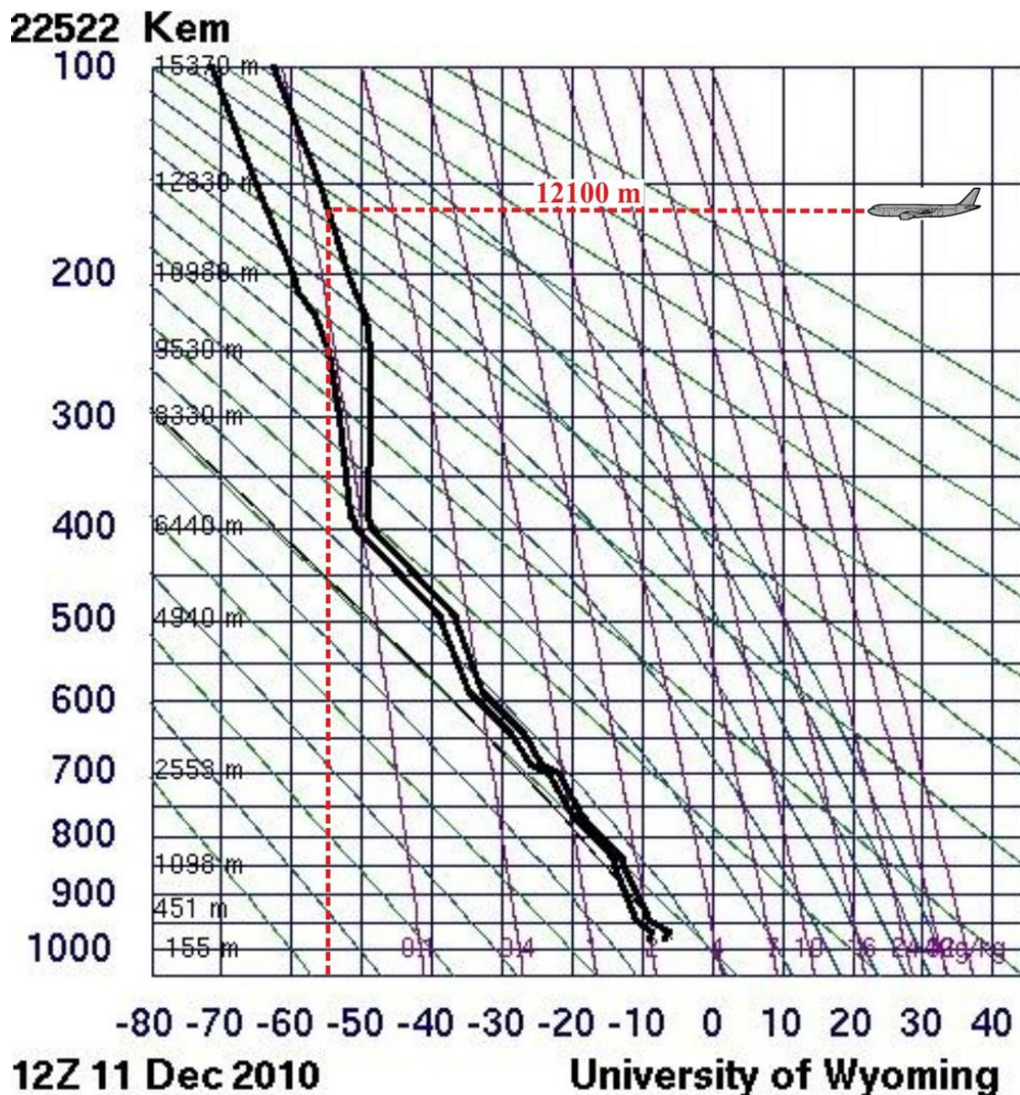


12Z 11 Dec 2010

University of Wyoming

Kuva 9. Lämpötila korkeuden muuttuessa Narjan-Marin luotauksessa. Vaaka-akselilla on lämpötila [$^{\circ}\text{C}$] ja pystyakselilla on korkeus painepintoina [hPa] ja metreinä. Vasen luotaukskäyrä kuvaa ilman kastepisteen lämpötilaa ja oikea ilman lämpötilaa. Lähde: weather.uwyo.edu.

Kuvassa 10 Vianmeren Kemin luotauksessa näkyy selvästi matalamman (noin 6500 m) ja lämpimämmän (noin $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) tropopaussin omaavaa arktista ilmassaa verrattuna Narjan-Marin luotaukseen.



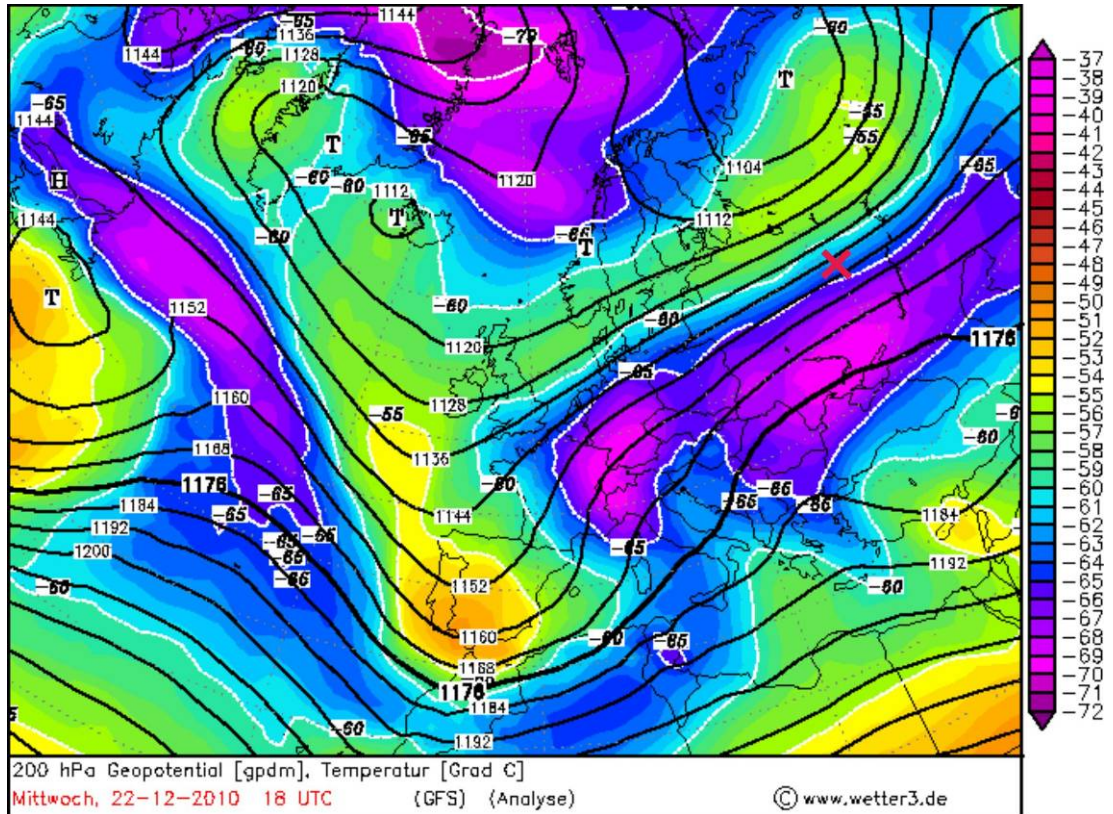
Kuva 10. Lämpötila korkeuden muuttuessa Vienanmeren Kemin luotauksessa. Vaaka-akselilla on lämpötila [°C] ja pystyakselilla on korkeus painepintoina [hPa] ja metreinä. Vasen luotaukskäyrä kuvaa ilman kastepisteen lämpötilaa ja oikea ilman lämpötilaa. Lähde: weather.uwyo.edu.

OH-LTS

Keski-Euroopasta itään Venäjälle vallitsi voimakas länsivirtaus ja Moskovan kohdalla oli rintamavyöhyke. Lämpötilan pohjois-eteläsuuntainen gradientti rintamavyöhykkeellä oli suuri ja siellä puhalsi suihkuvirtaus hieman FL300 yläpuolella Etelä-Skandinaviasta Moskovan yli itään. Rintamavyöhykkeen siirtyessä itään alueelle virtasi lännen-lounaan suunnalta kylmemmän ja korkeamman tropopausin omaavaa keskileveysasteiden ilmamassaa.

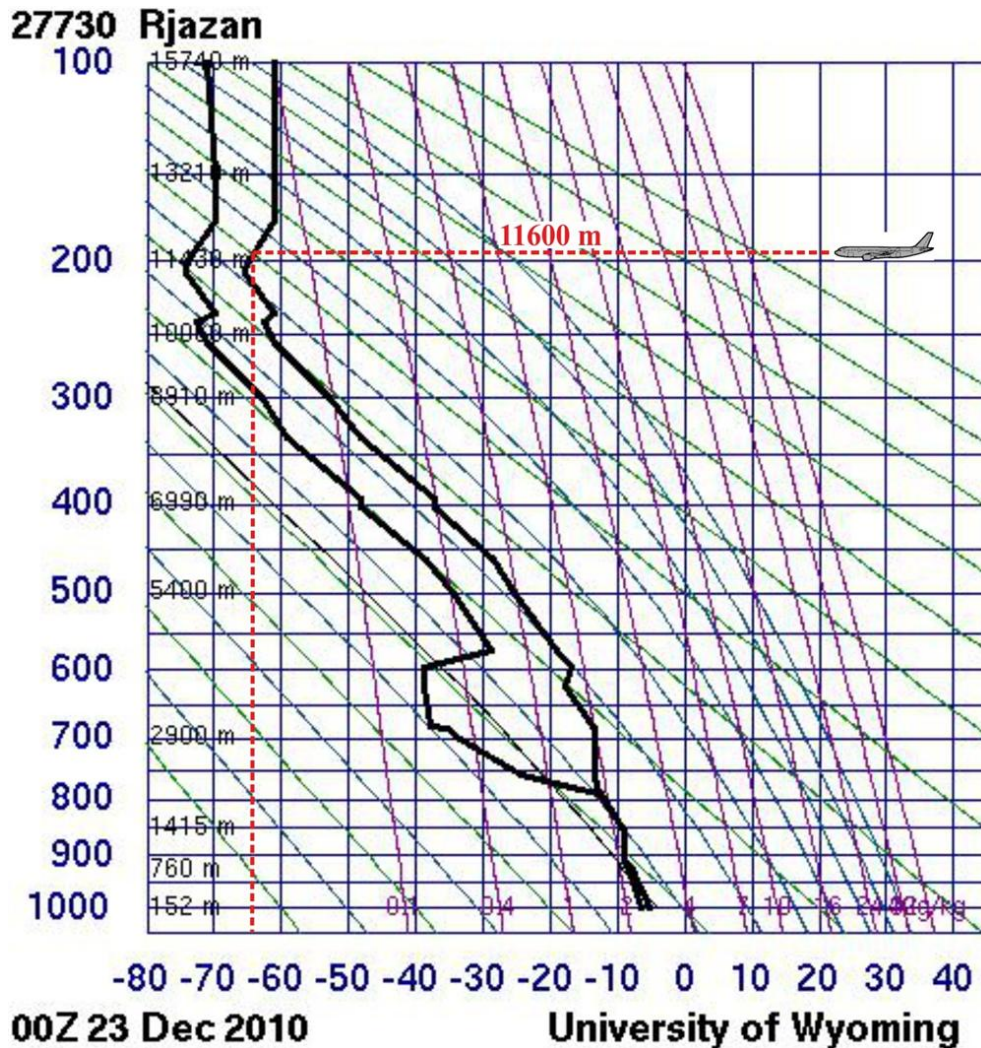
Kuvassa 11 on GFS-säämallin uudelleenanalyysi 200 hPa-paineinnan (noin FL390) korkeudella 22.12.2010 kello 18. Siinä näkyy eri väreillä esitettyä Islannin tienoilta itään Siperiaan ulottuva matalapaineen alue (vihreä) ja Keski-Euroopasta itään ulottuva korkeapaineen alue (violetti). Moskovan pohjoispuolen ilmamassan lämpötila on noin

-56 °C. Kylmin ilmassa on kauempana etelässä ja länsilounaassa ja se on lämpötilaan noin -70 °C. Lentokoneen lentoarvotallentimesta saatujen tietojen mukaan ulkoilman lämpötila nousi noin tunnin lentomatkan aikana -71 °C:sta -63 °C:seen.



Kuva 11. GFS-säämallin uudelleenanalyysi 200 hPa-paineepinnan korkeudesta 22.12.2010 kello 18. Punaisella merkillä on merkattu Rjazan. Lähde: wetter3.de.

Kuvassa 12 tapahtumalennon tilannetta kuvaa Moskovasta noin 200 km kaakkoon Rjazanissa 23.12.2010 klo 00.00 tehty luotaus, jossa näkyy korkean (noin 11400 m) ja kylmän (noin -65 °C) tropopaussin omaavaa keskileveysasteiden ilmassa. Tapahtumalennon lentokorkeus oli 11600 metriä (38100 ft).



Kuva 12. Lämpötila korkeuden muuttuessa Rjazanin luotauksessa. Vaaka-akselilla on lämpötila [°C] ja pystyakselilla on korkeus painepintoina [hPa] ja metreinä. Vasen luotaukskäyrä kuvaa ilman kastepisteen lämpötilaa ja oikea ilman lämpötilaa. Lähde: weather.uwy.edu.

1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ja tutkilla ei ollut vaikutusta tapahtumiin.

1.9. Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

1.9.1 OH-LTO

Tutkintalautakunnalla oli käytössään Kuopion lennonjohdon radiopuhelintallenteet sekä Kuopion lennonjohdon ja Suomen alueenlennonjohdon (EFIN) väliset puhelintallenteet. Tutkintalautakunnalla ei ollut käytössään Arkangelin, Petroskoin ja Murmanskin alueenlennonjohtojen radiopuhelin- ja puhelintallenteita.

Radiopuhelin- ja puhelinyhteyksillä ei ollut vaikutusta tapahtumaan.



1.9.2 OH-LTS

Tutkintalautakunnalla ei ollut käytössään Moskovan alueenonjohdon radiopuhelin- ja puhelintallenteita.

Radiopuhelin- ja puhelinyhteyksillä ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

1.10 Lentopaikat

1.10.1 OH-LTO

OH-LTO:n lähtöpaikka oli Japanin Osakan Kansai International -lentoasema (RJBB) ja laskupaikka Kuopion lentoasema (EFKU). Lentopaikkojen tiedot ovat Japanin ja Suomen ilmailukäsikirjoissa (AIP).

Vakava vaaratilanne tapahtui Arkangelin lentotiedotusalueella noin 900 km itä-koilliseen Kuopiosta.

1.10.2 OH-LTS

OH-LTS:n lähtöpaikka oli Thaimaan Krabin lentoasema (VTSG) ja laskupaikka Helsinki-Vantaan lentoasema (EFHK). Lentopaikkojen tiedot ovat Thaimaan ja Suomen ilmailukäsikirjoissa (AIP).

Vakava vaaratilanne tapahtui Moskovan lentotiedotusalueella noin 850 km kaakkoon Helsingistä.

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

A330-lentokoneessa on kaksi lennonrekisteröintilaitetta, ohjaamoäänitin (Cockpit Voice Recorder, CVR) ja lentoarvotallennin (Flight Data Recorder, FDR). Lennonrekisteröintilaitteet sijaitsevat lentokoneen takarungossa. Lennonrekisteröintilaitteiden kunto oli hyvä ja ne toimivat normaalisti.

Laitteiden valmistaja on Honeywell International Inc ja ne kuuluvat tyypiltään valmistajan SSCVR- ja SSFDR-sarjoihin. Solid State Cockpit Voice Recorder (SSCVR) ja Solid State Flight Data Recorder (SSFDR) ovat täysin elektronisia (ei liikkuvia osia sisältäviä) tallentimia. Lyhenteinä tallentimista käytetään tässä tutkintaselostuksessa CVR ja FDR.

CVR:n tallenneaika on kaksi tuntia ja FDR:n tallenneaika on 25 tuntia.

Lennolla CVR on päällä koko ajan. Maassa CVR on päällä, kun yksikin moottori käy, ja CVR-tallennus pysähtyy automaattisesti viiden minuutin kuluttua siitä, kun viimeinen moottori on sammutettu. Sen jälkeen tallennus maassa edellyttää, että sähkönsyöttöä ylläpidetään, yleensä APU:n tai maavirtalaitteen (Ground Power Unit, GPU) avulla.

A330-lentokoneessa CVR voidaan manuaalisesti pysäyttää vain ohjaamon alapuolella olevassa avioniikkatilassa, jossa sijaitsevat kahdessa eri paikassa CVR:n suojakatkaisimet (circuit breaker, c/b), CVR Control c/b ja CVR c/b. Molempien suojakatkaisimi-

en avaaminen varmistaa, että tallennus ei käynnisty uudelleen missään tilanteessa. Jos vain CVR Control c/b avataan, tämä vaikuttaa 28 voltin tasajännitteen syöttöön ja asettaa aloitus/pysäytyslogiikan oletusarvoisesti pysyvään nauhoitustilaan edellyttäen, että lentokoneeseen syötetään sähköä. CVR jatkaa silloin nauhoittamista automaattisesti maassa moottoreiden ollessa sammutettuina.

1.11.1 OH-LTO

Ohjaamoäänitin (CVR)

Ohjaamoäänittimen tyyppi oli Honeywell 6022 ja sarjanumero 12660. Laite irrotettiin lentokoneesta Kuopion lentoasemalla ja se lähetettiin BEA:lle, joka purki sen sisältämät tiedot.

Tallenteen analysoinnissa Onnettomuustutkimuskeskuksessa selvisi, että se ei sisältänyt tapahtumalennon tietoja, koska tallentimen pysäytyksen yhteydessä tapahtumahetken tallenne oli ylipyyhkiytynyt. Tutkintalautakunta ei saanut siitä tietoa ohjaamomiehистön toiminnasta.

Lentoarvotallennin (FDR)

Lentoarvotallentimen tyyppi oli Honeywell 4700 ja sarjanumero 16860. Laite irrotettiin lentokoneesta Kuopion lentoasemalla. Laite lähetettiin BEA:lle, joka purki sen sisältämät tiedot. BEA:lta saatiin sekä numeerisessa että graafisessa muodossa FDR-dataa, jota hyödynnettiin lennon analysoimisessa ja tapahtumien kulun selvittämisessä.

1.11.2 OH-LTS

Ohjaamoäänitin (CVR)

Ohjaamoäänittimen tyyppi oli Honeywell 6022 ja sarjanumero 12316. Laite irrotettiin lentokoneesta Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja purettiin tutkintalautakunnan valvonnassa FTS:n Avioniikkakorjaamolla. Saatua tallenne analysoitiin Onnettomuustutkimuskeskuksessa. Tallenteen tietoja hyödynnettiin lennon analysoinnissa ja tapahtumien kulun selvittämisessä.

Lentoarvotallennin (FDR)

Lentoarvotallentimen tyyppi oli Honeywell 4700 ja sarjanumero 16977. Laite irrotettiin lentokoneesta Helsinki-Vantaan lentoasemalla. FDR:n sisältämä raakadata lähetettiin BEA:lle, joka purki tallenteen. BEA:lta saatiin sekä numeerisessa että graafisessa muodossa FDR-dataa, jota hyödynnettiin lennon analysoimisessa ja tapahtumien kulun selvittämisessä.

1.12 Vaaratilannepaikkojen tarkastukset

Vaaratilannepaikkojen tarkastuksia ei tehty kummassakaan tapauksessa.



1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Lääketieteellisiä tutkimuksia ei tehty kummassakaan tapauksessa.

1.14 Tulipalo

Tulipaloja ei syttynyt kummassakaan tapauksessa.

1.15 Lennonjohdon ja pelastuspalvelun toiminta

1.15.1 OH-LTO

Kello 11.10 Petroskoin alueenlennonjohto (ULPP) ilmoitti Suomen alueenlennonjohdolle (EFIN) OH-LTO:lla olevan liian vähän polttoainetta lentoon alkuperäiselle määrälaskupaikalle Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Sen sijaan OH-LTO lensi kohti Rovaniemen lentoasemaa (EFRO) lentokorkeudella 3300 metriä.

EFIN ilmoitti Rovaniemen lähestymislennonjohtoon lähestyvistä OH-LTO:sta. Seuraavaksi EFIN otti yhteyttä operaattorin operaatiokeskukseen (NCC), josta kerrottiin OH-LTO:lla olevan paineistusongelmia ja polttoaineen olevan vähissä, minkä vuoksi ohjaamomiehistö oli valinnut uudeksi reittivarakentäksi Kuopion lentoaseman (EFKU). Tämän lisäksi EFIN sai NCC:ltä tiedon, että OH-LTO:ssa ei ollut matkustajia, ainoastaan kolme ohjaamomiehistön jäsentä. Lentokoneessa ei ollut vaarallista rahtia.

Kello 11.23 ULPP ilmoitti EFIN:lle OH-LTO:n lentävän nyt kohti Kuopion lentoasemaa 3300 metrin korkeudella. Alueenlennonjohdot sopivat keskenään, että ULPP siirtää OH-LTO:n täysin luovutettuna suoraan Kuopion lähilennonjohdon radiopuhelintaajuudelle.

Kello 11.28 EFIN ilmoitti Kuopion lähestymislennonjohdolle OH-LTO:n tulevan reittivarakentälle Kuopion lentoasemalle laskuun, koska sillä on ongelmia sekä paineistuksen että polttoaineen riittävyyden kanssa alkuperäiselle määrälaskupaikalle.

Kuopion lennonjohdossa työskenteli sillä hetkellä kaksi lennonjohtajaa. Toinen lennonjohtajista työskenteli lähestymislennonjohdossa ja toinen lähilennonjohdossa. He päättivät yhdistää lähi- ja lähestymislennonjohdon työpisteet pystyäkseen tehokkaammin työskentelemään lento-onnettomuusvaaratilanteessa. Kuopion lähilennonjohto teki välittömästi hälytystoimintaohjeen mukaiset lento-onnettomuusvaarahälytykset. Tämän jälkeen lähilennonjohto hankki lisätietoa ottamalla yhteyttä NCC:hen. Sieltä kerrottiin, että lentokoneessa ei ollut matkustajia, ainoastaan kolme ohjaamomiehistön jäsentä. Lentokoneessa ei ollut mukana myöskään vaarallista rahtia.

Lentäessään vielä Venäjän ilmatilassa OH-LTO otti kello 11.43 yhteyttä Kuopion lennonjohtoon ja kertoi tulevansa laskuun Kuopion lentoasemalle paineistusongelmien vuoksi. Ohjaamomiehistö kertoi polttoainetta olevan jäljellä 5300 kg, joka riittää hyvin lentoon Kuopion lentoasemalle. Lentokone myös toimi ohjaamomiehistön kertoman mukaan normaalisti. Kello 11.45 ULPP luovutti OH-LTO:n Kuopion lennonjohdolle, joka antoi sille lähestymiselvityksen GASKU2A-tuloreittiä pitkin kiitotielle 33. OH-LTO laskeutui Kuopion lentoasemalle kello 12.15.

Kuopion lentoaseman omien pelastusyksiköiden lisäksi hälytykseen osallistui yksiköitä Pohjois-Savon pelastuslaitokselta. Pelastuslaitoksen ilmoituksen mukaan hälytetty vaste oli ilmoitetun tehtävän mukainen. Vaste oli vaatimusten mukaisesti ajallaan omilla asemapaikoillaan. Pelastustoimintaa ei tarvittu.

1.15.2 OH-LTS

OH-LTS laskeutui Helsinki-Vantaan lentoasemalle normaalisti. Helsinki-Vantaan lennonjohto ei tehnyt lento-onnettomuusvaarahälytystä, koska ohjaamomiehistö ei missään vaiheessa lentoa tehnyt lento-onnettomuusvaarailmoitusta.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 A330-302 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintakuvaus

Lentokoneessa vuodatusilma otetaan moottoreista koneen eri järjestelmiin. Vuodatusilmaa käytetään muun muassa matkustamon paineistukseen ja lentokoneen jäänehkäisyyn. Vuodatusilmajärjestelmä toimii normaalisti automaattisesti.

Vuodatusilmajärjestelmän laitteet sijaitsevat pääosin lentokoneen moottoreissa ja niiden pankoissa (pylon). Liitteestä 6 nähdään vuodatusilmalaitteiden sijainti, suhteellinen koko ja muoto.

Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintaa ohjaa ja valvoo kaksi laskinta (Bleed-air Monitoring Computers, BMC), joita on yksi kummankin moottorin järjestelmää kohden. Ohjaamomiehistö voi seurata vuodatusilmajärjestelmän toimintaa lentokoneen ohjaamossa olevalta ECAM-näytöltä.

Ilma vuodatetaan moottorien kahdesta eri ahdinvyöhykkeestä. Vuodatusilman painetta säättää paineensäätöventtiili (Pressure Regulating Valve, PRV). Pääsääntöisesti vuodatus tapahtuu kahdeksannesta ahdinvyöhykkeestä (Intermediate Pressure, IP). Tämän paineen ollessa alhainen vuodatusilma siirtyy automaattisesti 14. ahdinvyöhykkeeltä (High Pressure, HP) tulevaksi. Korkeapaineventtiili (High pressure bleed valve, HPV) on pneumaattisesti toimiva ja sen sulkemista ohjaa sähköinen solenoidi. BMC valvoo HPV:tä ja PRV:tä. Vuodatusilmanpaineen säätely HPV:n ja PRV:n avulla on täysin pneumaattinen. Ohjaamomiehistö pystyy manuaalisesti sulkemaan PRV:n ohjaamosta käsin, jolloin myös HPV sulkeutuu.

Kummankin moottorin vuodatusilmajärjestelmässä on kaksi paineanturia, Pr (Regulated Pressure Transducer) ja Pt (Transferred Pressure Transducer), jotka ovat rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan samanlaiset. Paineanturit mittaavat tuntopaineputkissa olevaa moottorin vuodatusilmanpainetta.

Pr mittaa moottorista tulevaa vuodatusilmanpainetta PRV:n jälkeen ja tämä painearvotieto välittyy molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän BMC:lle.

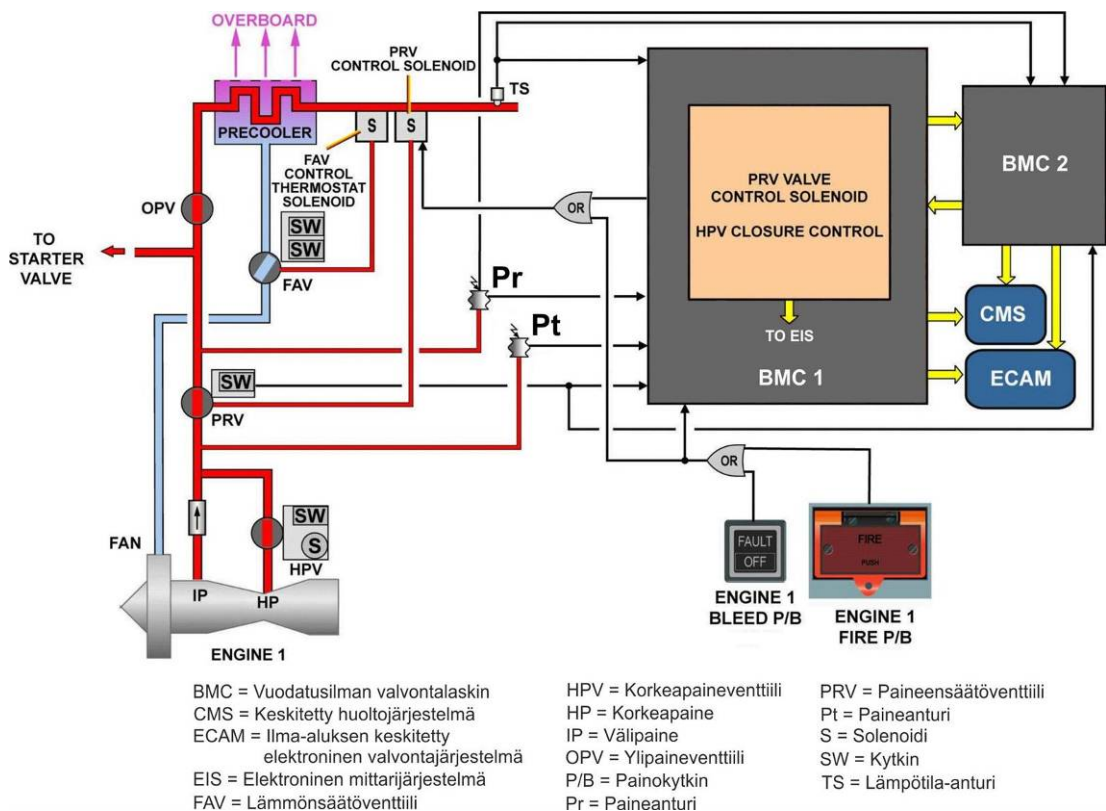
PRV säättää täysin automaattisesti järjestelmän paineen normaalisti noin 48 psi:ksi. Painearvotiedon BMC:lle antaa paineanturi Pr. Mikäli tämä paine nousee yli 60 psi:n 15 se-

kunnin ajaksi, niin BMC käskää PRV:tä sulkeutumaan, jolloin myös HPV sulkeutuu. Tällöin ohjaamoon ECAM:lle tulee varoitus AIR ENG 1/2 BLEED FAULT. Mikäli vuodatusilmanpaine nousee edelleen 75–85 psi:n paineeseen, niin ylipaineventtiili (Over Pressure Valve, OPV) sulkeutuu. On huomioitava, että OPV toimii täysin pneumaattisesti eikä BMC säädi sitä.

Mikäli Pr antaa BMC:lle virheellistä painearvotietoa, BMC ei pysty tunnistamaan painearvotietoa virheelliseksi.

Paineanturi Pt mittaa vuodatusilman painetta ennen PRV:tä. Tämä painearvotieto välittyy kyseisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän BMC:lle. BMC käyttää Pt:n antamaa painearvotietoa vuodatusilmajärjestelmän valvontaan kattaen tietyt vikaantumistilanteet. Pt:n painearvotietoa käytetään myös huollossa vianetsintään.

Kuvassa 13 esitetään vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän toimintakaavio. Oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän toimintakaavio on vastaavanlainen.



Kuva 13. Vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän toimintakaavio ja komponentit. Lähde: Airbus.

Apuvoimalaite (APU)

Tarvittaessa vuodatusilma voidaan ottaa APU:sta lentokorkeuden 22500 jalkaa (noin 6900 metriä) alapuolella. Mikäli ohjaamomiehistö valitsee APU:n vuodatuksen päälle, BMC käskää PRV-venttiilejä sulkeutumaan. Jos on mahdollista, BMC avaa vuodatusilman ristisyöttöventtiilin mahdollistaen molempien ilmastointiyksiköiden käynnistämisen.

APU:n vuodatusilmajärjestelmä on riippumaton moottoreiden vuodatusilmajärjestelmästä. Sitä ei voida käyttää lentokoneen jäänehkäisyyn. Liitteessä 7 esitetään A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän toimintakaavio.

1.16.2 Paineantureiden rakenne, ominaisuudet ja toiminta

Kaikki tähän tutkintaan liittyvät vuodatusilmajärjestelmän paineanturit ovat Esterline-Auxitrolin valmistamia. Vuodatusilmajärjestelmässä oli käytössä kaksi eri paineanturiversiota, p/n ZRA1990030 ja p/n ZRA380-00. Ensimmäisen version, p/n ZRA1990030, valmistus on lopetettu. Toinen versio, p/n ZRA380-00 tuli käyttöön vuonna 2003 ja kolmas uusin versio, p/n ZRA691-00 otettiin käyttöön tutkinnan aikana.

Paineanturin eri versioiden sisäinen rakenne on erilainen. Suurin ero tutkinnan kannalta on paineantureiden paineen mittaustilan koko. Paineanturin toisessa versiossa on tilavuudeltaan pienin paineen mittaustila. Paineanturin valmistajalta saatujen tietojen mukaan toinen versio on ollut alttiimpi veden jäätymiseen liittyvälle vikaantumiselle kuin muut versiot silloin, kun painetilassa on ollut kosteutta. Kolmannen version paineen mittaustila on kaikkein suurin ja painetilän muotoa on muutettu. Liitteessä 8 esitetään paineanturin toisen ja kolmannen version rakennetta.

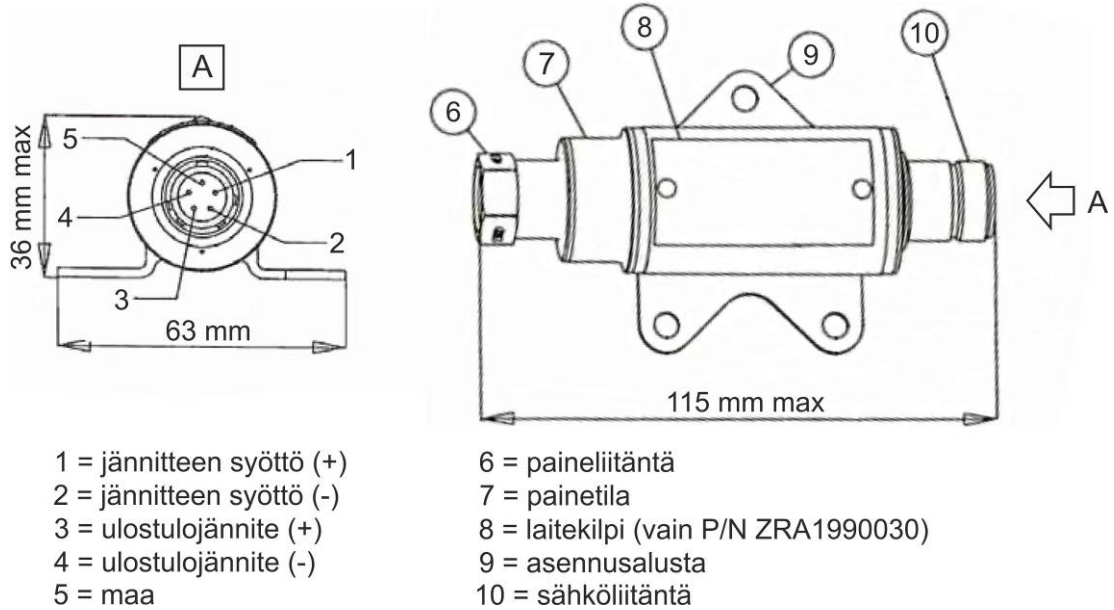
Taulukossa 1 esitetään Esterline-Auxitrolin ilmoittamia paineanturien p/n ZRA380-00 ja p/n ZRA1990030 yleisiä ominaisuuksia. Paineanturit on suunniteltu ja spesifioitu toimimaan taulukossa esitetyissä paine- ja lämpötila-alueissa.

Taulukko 1. Paineanturin p/n ZRA380-00/ZRA1990030 yleisiä ominaisuuksia.

Massa	0,27 kg
Painealue	0–30 bar (0–435,0 psi)
Maksimipaine	45 bar (652,5 psi)
Lämpötila-alue	-40...+80 °C
Ääriämpötila-alue	-55...+110 °C

OH-LTO:n neljästä paineanturista kolme oli p/n ZRA380-00 (2 Pr ja 1 Pt) ja yksi p/n ZRA1990030 (Pt). OH-LTS:n kaikki neljä paineanturia olivat p/n ZRA380-00.

Paineanturin kolme versiota ovat samanlaisia ulkoiselta rakenteeltaan ja mitoitukseltaan. Kuvassa 14 esitetään yleiskuva paineanturin ulkoisesta rakenteesta ja mitoista.



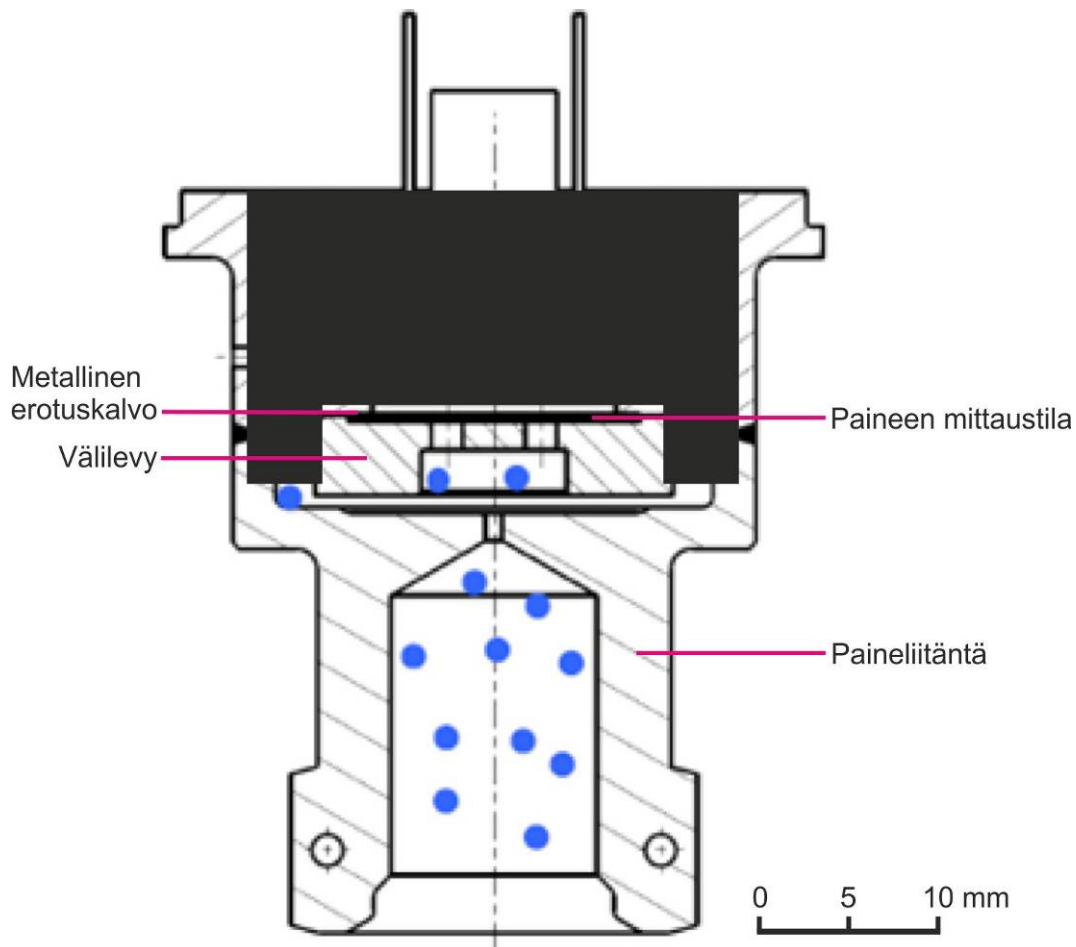
Kuva 14. Piirustus paineanturin ulkoisesta rakenteesta, paineanturin ulkomitat ja osien nimet. Lähde: Esterline-Auxitrol².

Paineanturit muuntavat vuodatusilman paineen ulostulojännitteeksi. Vertailupaineena käytetään vallitsevaa ulkoilman painetta. Tuntopaineputki liittyy paineliitäntään 6 ja mitaustieto saadaan sähköliitännästä 10.

Paineanturin toiminta perustuu painetilassa sijaitsevaan mikrosiruun kohdistuvien, paineen vaihteluiden aiheuttamien jännitteiden muutoksien mittaamiseen. Painetila on osa paineanturia ja suojaa mikrosirua ympäristöltä. Mikrosirun ympärillä oleva tila on täytetty silikoniöljyllä. Silikoniöljy välittää metalliseen erotuskalvoon kohdistuvan paineen mikrosiruun. Erotuskalvo sijaitsee silikoniöljyllä täytetyn tilan ja paineen mittaustilan välissä. Elektronikalla kompensoidaan ja vahvistetaan mikrosirun mittaamaa jännitettä ulostulojännitteeksi, joka vaihtelee lineaarisesti paineen mukaan. Esimerkiksi 0 barin paine vastaa 1 voltin ulostulojännitettä ja 30 barin paine vastaa 9 voltin ulostulojännitettä. Paineanturiin syötetään 28 voltin tasajännitettä.

Kuvassa 15 esitetään piirustus paineanturin p/n ZRA380-00 paineliitännän ja painetilan poikkileikkauksesta.

² Nämä kuvat ovat Auxitrol S.A:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol S.A:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol S.A:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol S.A:n liikesalaisuuden piiriin.



Kuva 15. Piirustus paineanturin p/n ZRA380-00 paineliitäntän ja painetilan poikkileikkauksesta. Siniset pallot kuvaavat vesipisaroita. Osa painetilan rakenteesta on peitetty paineanturin valmistajan pyynnöstä. Lähde: Esterline-Auxitrol³.

Veden pääsyä paineantureiden paineen mittaustilaan ei ole estetty missään paineanturin versiossa. Ilman lämpötilan ja kosteuden vaihtelut voivat saada aikaan veden kondensoitumista vuodatusilmajärjestelmän tuntopaineputkiin ja paineantureiden paineliitäntöihin. Kondensoituneita vesipisaroita saattaa kulkeutua paineanturin paineen mittaustilaan ja vesi voi myös kondensoitua suoraan sinne.

Veden jäätyminen paineen mittaustilassa (erotuskalvon ja välilevyn välissä) voi estää metallista erotuskalvoa liikkumasta. Mikrosirun ympärillä olevan silikoniöljyn tilavuus pienenee ja sen seurauksena sisäinen paine laskee (kts. liite 9). Jos lämpötila nousee, mikrosirun ympärillä oleva silikoniöljy ei pysty laajenemaan oikein ja saa sen seurauksena aikaan sisäisen paineen nousun (kts. liite 9 ja kohta 1.16.4 Esterline-Auxitrolin tekemät tutkimukset). Kun jää sulaa, metallinen erotuskalvo pystyy liikkumaan normaalisti vapauttaen sisäisen paineen ja paineanturin toiminta palautuu normaaliksi.

³ Nämä kuvat ovat Auxitrol S.A:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol S.A:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol S.A:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol S.A:n liikesalaisuuden piiriin.



1.16.3 Paineantureiden ja paineensäätöventtiilin tarkastukset

OH-LTO

Kuopion lentoasemalla tehdyt tarkastukset

FTS:n tekninen henkilöstö saapui Kuopion lentoasemalle tapahtumapäivänä. Vianetsintä aloitettiin lukemalla lentokoneeseen taltioituneita vikaraportteja ja keskustelemalla ohjaamomiehistön kanssa. Sen jälkeen vaihdettiin CVR ja FDR sekä tarkastettiin matkustamon ylipaineventtiilien kunto visuaalisesti. Tarkastuksessa ei löytynyt huomautettavaa.

Seuraavaksi tekninen henkilöstö tarkasti oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden ja johtoliittimien kunnon sekä puhdisti avatut tuntopaineputket APU:n paineilmalla. Tässäkään tarkastuksessa ei löytynyt huomautettavaa. Tämän jälkeen kekeiltiin oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän toiminta moottorin käydessä. Vuodatusilmajärjestelmän arvot ja toiminta olivat normaalit.

Vasemmalle moottorille tehtiin samat tarkastukset kuin oikealle moottorille. Näissäkään tarkastuksissa ei havaittu mitään huomautettavaa. Seuraavaksi vaihdettiin vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän paineensäätöventtiili (PRV) aikaisempien vikailmoitusten perusteella. PRV:n vaihdon jälkeen kekeiltiin moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toiminnot molempien moottoreiden käydessä. Vasen moottori toimi normaalisti. Sen sijaan oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmä antoi häiriöilmoituksen AIR ENG 2 BLEED FAULT, joka merkittiin lentokoneen lokikirjaan. Myöhemmin Ranskassa tehdyissä tutkimuksissa vasemman moottorin PRV:n todettiin toimivan normaalisti.

Seuraavana päivänä lentokone siirtolennettiin Helsinki-Vantaan lentoasemalle oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmä pois kytkettynä A330-minimivarustelistan (Minimum Equipment List, MEL) mukaisesti.

Helsinki-Vantaan lentoasemalla tehdyt tarkastukset

Oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän molemmat paineanturit vaihdettiin Helsinki-Vantaan lentoasemalla 12.12.2010. Paineanturin Pr paineliitännästä löytyi muutama pieni vesipisara. Paineanturin Pt paineliitännästä ei löytynyt vettä. Vaihdon jälkeisessä koekäytössä moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toiminta tarkastettiin moottoreiden käydessä ja se toimi moitteettomasti.

Lentokoneen seuraavalla lennolla 12.12.2010 tuli hetkellinen häiriöilmoitus AIR ENG 1 BLEED FAULT. Lentokoneen saavuttua Helsinki-Vantaan lentoasemalle 13.12.2010 vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän molemmat paineanturit vaihdettiin. Kuvassa 16 esitetään irrotettu paineanturi Pr, josta löytyi runsaasti vesipisaroita. Paineanturi Pt oli kuiva. Vaihdon jälkeen suoritettua koekäytössä moottoreiden vuodatusilmajärjestelmä toimi moitteettomasti.



Kuva 16. Vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmästä 13.12.2010 irrotettu paineanturi Pr. Paineliitännässä kohdassa kello 7 näkyy iso vesipisara. Lähde: Finnair Technical Services Oy.

OH-LTS

Helsinki-Vantaan lentoasemalla tehdyt tarkastukset

Lentokoneen saavuttua 22.12.2010 Helsinki-Vantaan lentoasemalle sen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaikki neljä paineanturia vaihdettiin. Vasemman moottorin paineantureista löytyi kosteutta. Paineantureille tulevista tuntopaineputkista ei löytynyt kosteutta. Oikean moottorin paineantureista ei löytynyt kosteutta. Paineanturille Pr tulevasta tuntopaineputkesta ei löytynyt vettä, sen sijaan paineanturille Pt tulevassa tuntopaineputkessa oli vettä.

Molempien moottoreiden paineantureille tulevat tuntopaineputket puhdistettiin ja molempien moottoreiden koekäytössä vuodatusilmajärjestelmä toimi moitteettomasti.

1.16.4 Paineantureiden muut tutkimukset

Paineanturin vikatilanteessa se testataan Airbusin hyväksymän ohjekirjan ESTERLINE Abbreviated Component Maintenance Manual (ACMM) 36-11-08 Rev. No 2 mukaisesti.

Aluksi paineanturi ja paineanturin sähkö- ja paineliitäntöjen kunto sekä puhtaus tarkastetaan visuaalisesti ulkopuolelta. Seuraavaksi paineanturille tehdään ulostulojännitteen vakavuustesti (Output signal stability test) ACMM:n subtask 36-11-08-750-002-A01 mukaisesti. Tällä testillä havaitaan mahdollinen veden olemassaolo paineanturissa.

Vakavuustestissä paineanturiin kytketään 28 voltin tasajännite. Anturi jäähdytetään huoneen lämpötilasta -55 °C:seen ja pidetään siinä jonkin aikaa lämpötilan tasaantumiseksi, minkä jälkeen lämpötila nostetaan takaisin huoneen lämpötilaan. Yhteen lämpötilakier-



rokseen kuluu aikaa noin yksi tunti. Paineanturin ulostulojännite tallennetaan paperille graafisella piirturilla. Ulostulojännitteen on pysyttävä vakiona koko testin ajan.

Mikäli jännitevaihtelua ja/tai -piikkejä ilmenee, paineanturi laitetaan 100 °C:seen uuniin vähintään neljäksi tunniksi. Tämän jälkeen edellä mainittu ulostulojännitteen vakavuustesti toistetaan. Jos paineanturi läpäisee uusintavakavuustestin, se varmistaa vettä olleen paineanturissa. Mikäli paineanturi ei läpäise uusintavakavuustestiä, anturi on hylätävä.

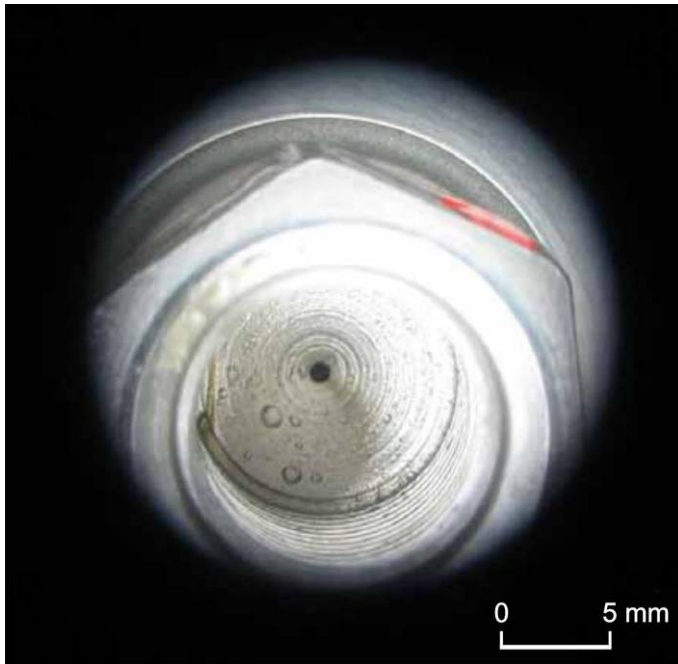
Finnair Technical Services Oy:n tekemät toimenpiteet

Tapahtumalentojen aikaan Finnair Oyj:lla oli käytössään kahdeksan A330-lentokonetta, joihin oli asennettu yhteensä 32 vuodatusilmajärjestelmän paineanturia. FTS testasi tai vaihtoi 23–24.12.2010 kaikki paineanturit Pr.

Esterline-Auxitrolin tekemät tutkimukset

FTS lähetti OH-LTO:sta ja OH-LTS:sta tapahtumalentojen jälkeen irrotetut viisi paineanturia Esterline-Auxitrolille Ranskaan jatkotutkimuksia varten. Tutkimus tehtiin 9.2.2011 BEA:n edustajien läsnä ollessa. Lopputestit ja -tarkastukset tehtiin 22–23.3.2011.

Aluksi paineantureille tehtiin visuaalinen tarkastus. Tarkastuksessa havaittiin, että paineanturit oli pakattu asianmukaisesti kuljetusta varten ja niihin oli asennettu asianmukaiset suojatulpat. Kaikki paineanturit olivat puhtaita eikä niissä näkynyt myöskään merkkejä korroosiosta. Paineanturiin s/n ASA14074 oli merkitty punaisella ”scrap” (romu). Yhdestä OH-LTO:n paineanturista, s/n ASA12735, löydettiin visuaalisessa tarkastuksessa merkittävä määrä vettä (Kuva 17). Kyseessä oli sama paineanturi, josta Helsinki-Vantaan lentoasemalla löydettiin vettä 13.12.2010 (Kuva 16). Esterline-Auxitrolilla tehdyssä visuaalisessa tarkastuksessa ei havaittu vettä muissa paineantureissa. Liitteessä 9 esitetään valokuvat kaikista viidestä paineanturista.



Kuva 17. OH-LTO:n paineanturi s/n ASA12735. Lähde: Esterline-Auxitrol⁴.

Visuaalisen tarkastuksen jälkeen kaikille paineantureille tehtiin ulostulojännitteen vakavuustesti. Testijärjestely esitetään kuvassa 18. Testi osoitti, että kolmessa paineanturissa oli vettä. Selvimmin vettä oli testin mukaan OH-LTO:n paineanturissa s/n ASA12571. OH-LTO:n paineantureiden s/n ASA12736 ja ASA12735 ulostulojännitteissä havaittiin häiriöitä lämpötilan muutosten aikana. Sen vuoksi niissäkin todettiin olleen vettä. Veden olemassaolo niissä ei ollut kuitenkaan yhtä ilmeistä kuin paineanturissa s/n ASA12571. Vesi oli mahdollisesti osittain hävinnyt lentokoneesta irrotuksen ja/tai kuljetuksen aikana. Yksi OH-LTO:n paineanturi s/n 188 oli ensimmäistä versiota ja se läpäisi vakavuustestin. ACMM ei vaadi vakavuustestin tekemistä paineanturin ensimmäiselle versiolle.

OH-LTS:sta irrotetussa paineanturissa s/n ASA14074 ("scrap"-merkitty) oli sähkövika ja siksi ulostulojännitteen vakavuustestillä ei pystytty selvittämään mahdollista veden olemassaoloa paineanturissa.

Liitteessä 9 esitetään ulostulojännitteen vakavuustestin tulokset graafisessa muodossa ja selitetään graafisen esityksen merkittävimmät kohdat.

⁴ Nämä kuvat ovat Auxitrol S.A:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol S.A:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol S.A:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol S.A:n liikesalaisuuden piiriin.



Kuva 18. Paineantureiden ulostulojännitteen vakavuustestijärjestely testikammiossa. Lähde: Esterline-Auxitrol⁵.

Kolme paineanturia, joissa oli vettä ulostulojännitteen vakavuustestin perusteella, kuivattiin 100 °C:ssa uunissa kahden tunnin ajan. Sen jälkeen niille tehtiin uudelleen ulostulojännitteen vakavuustesti. Kaikkien kolmen paineanturin ulostulojännitteet pysyivät vakaina ilman häiriöitä koko testin ajan, joten ne läpäisivät testin. Myös tämän vakavuustestin tulokset esitetään graafisessa muodossa liitteessä 9.

Uunituksen jälkeisen ulostulojännitteen vakavuustestin tulokset varmistivat sen, että kolmessa paineanturissa oli ollut vettä ennen uunitusta. Testin jälkeen kaikille neljälle OH-LTO:sta irrotetulle paineanturille tehtiin vielä toimintakoe ACMM:n mukaisesti. Kaikki paineanturit läpäisivät kokeen. Lopputestien ja tarkastuksien jälkeen paineanturit hyväksyttiin asennuskelpoisiksi.

OH-LTS:sta irrotetussa paineanturissa s/n ASA14074 ollut sähkövika oli havaittu jo FTS:n tekemässä tarkastuksessa Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Kun sähkövika havaittiin Esterline-Auxitrolilla ulostulojännitteen vakavuustestissä, paineanturi erotettiin muista antureista jatkotutkimuksia varten.

Jatkotutkimus tehtiin Esterline-Auxitrolilla 9.5.2011 BEA:n edustajien läsnä ollessa. Tässä tutkimuksessa paineanturi avattiin ja todettiin, että sen vastus R2 oli palanut ja suoja-

⁵ Nämä kuvat ovat Auxitrol S.A:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol S.A:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol S.A:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol S.A:n liikesalaisuuden piiriin.

diodi T2 oli palanut ja murtunut. Muita vaurioita ei löytynyt. Vaurioitumisen syy oli vahingossa tapahtunut virheellinen jännitteen syöttö. Esterline-Auxitrolin testausraportin mukaan virhe jännitteen syötössä oli tapahtunut anturia aiemmin testattaessa FTS:lla, kun liittimen pinnan 1 jännitteen syöttö (+) ja pinnan 3 ulostulojännite (+) olivat kytketty ristiin lentokoneesta irrotuksen jälkeen.

Taulukko 3. OH-LTO:sta ja OH-LTS:sta irrotettujen paineantureiden ulostulojännitteen vakavuustestien tulokset Esterline-Auxitrolilla.

Lentokone	Paineanturin A/C-asema	Paineanturin p/n	Paineanturin s/n	Ulostulojännitteen vakavuustesti		Veden olemassaolo
				Ennen uunitusta	Uunituksen jälkeen	
OH-LTO	8HA1 (Pr)	ZRA380-00	ASA12735	Hylätty	Hyväksytty	Kyllä
OH-LTO	9HA1 (Pt)	ZRA1990030	188	Hyväksytty	Ei tehty	Ei
OH-LTO	8HA2 (Pr)	ZRA380-00	ASA12571	Hylätty	Hyväksytty	Kyllä
OH-LTO	9HA2 (Pt)	ZRA380-00	ASA12736	Hylätty	Hyväksytty	Kyllä
OH-LTS	8HA1 (Pr)	ZRA380-00	ASA14074	Hylätty	Ei tehty	Ei tietoa

1.16.5 Airbusin tekemät tutkimukset

Vianetsintä

FTS lähetti Airbusille OH-LTO:n BMC 1:n ja BMC 2:n vianetsintätiedostoja. Tiedostoista selvisi, että oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän vikaantumishetkellä paineanturin Pr antama virheellinen painearvotieto oli 63 psi ja paineanturin Pt antama oikea painearvotieto oli 37 psi. Vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmän vikaantumishetkellä paineanturin Pr antama virheellinen painearvotieto oli 64 psi ja paineanturin Pt antama oikea painearvotieto oli 36 psi. Oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän paineanturin Pr antama virheellinen painearvotieto oli suurimmillaan 233 psi vikaantumisen jälkeen.

FTS ei lähettänyt Airbusille OH-LTS:n BMC 1:n ja BMC 2:n vianetsintätiedostoja. Näin ollen tutkintalautakunnalla ei ollut käytössään OH-LTS:n paineanturien antamia painearvotietoja vikaantumishetkillä.

A330 pankan lämpötila

Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineanturit sijaitsevat A330-lentokoneen panakoissa. Airbus on tehnyt koelentoja useilla A330-lentokoneilla kesäkuussa 2010 ymmärtääkseen paremmin paineantureiden jäätymisilmiötä ja kehittääkseen parannuksia. Koelentoilla on käytetty erillistä pankan lämpötilan mittaajajärjestelmää.

GE-moottoreilla lennetyn koelennon tulosten perusteella selvisi, että lennon nousun aikana pankan lämpötila laski 1 °C/min. Koelennon vaakalento-osuuden aikana ulkoilman lämpötila laski -50 °C:sta -60 °C:seen noin neljän ja puolen tunnin aikana lentokorkeuden ollessa 40 000 ft (noin 12,2 km). Tuona aikana pankan lämpötila laski edelleen,

mutta hitaammin kuin nousun aikana laskien alimmillaan lähelle 0 °C. Liitteessä 10 esitetään koelennon tuloksia graafisessa muodossa ja siinä oleva ”Pylon 2 temperature 1” on pankan lämpötilakäyrä.

1.16.6 Paineantureiden tarkastusjaksot

Airbusin A330-lentokoneiden huolto-ohjelmassa moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureilla (Pr ja Pt) ei ole huolto- tai tarkastusjaksoja. OH-LTO:n tapahtumalennon jälkeen, 16.12.2010, Airbus suositteli Finnair Oyj:n operoimien A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden Pr tarkastamista sekä Pr:n ja PRV:n välisten tuntopaineputkien kuivaamisesta 3A-tarkastusjaksolla (2400 FH). Finnair Oyj päätti 28.12.2010 aloittaa sekä paineantureiden Pr että Pt tarkastamisen ja niiden tuntopaineputkien kuivaamisen 1A-tarkastusjaksolla (800 FH).

FTS:n tekemän ja tutkintalautakunnalle lähettämän selvityksen mukaan FTS tarkasti yhteensä 58 paineanturia aikavälillä 28.12.2010–5.8.2011. Tuona aikana tuli kaikille paineantureille ainakin kaksi 1A-tarkastusjaksoa täyteen. Paineantureiden yhteenlaskettu tarkastuskertojen lukumäärä kyseisenä aikana oli 142. Muutamasta paineanturista löytyi kosteutta.

Airbusin 25.8.2011 päivätyssä OIT:ssä (Liite 11) suositeltiin kaikille yhtiöille, jotka operoivat GE CF6-80E1 -moottoreilla varustetuilla A330-lentokoneilla, paineantureiden Pr, p/n ZRA380-00, tarkastamista ja niiden tuntopaineputkien kuivaamista säännöllisesti 1A-, 2A- tai 3A-tarkastusjaksolla. Finnair Oyj päätti 27.9.2011 jatkaa paineantureiden p/n ZRA380-00 tarkastamista ja niiden tuntopaineputkien kuivaamista 1A-tarkastusjaksolla toistaiseksi.

Syyskuussa 2011 Airbus julkaisi huoltotiedotteen SB A330-36-3039 (Liite 12), joka koski kaikkia A330-lentokoneita, joissa on GE CF6-80E1 -moottorit. Huoltotiedotteessa suositeltiin vasemman moottorin paineanturin Pr vaihtamista uuteen paineanturiin p/n ZRA691-00 joulukuun 2011 alkuun mennessä. Finnair Oyj vaihtoi kaikkien operoimiensa A330-lentokoneiden vasemman moottorin paineanturin Pr suosituksen mukaisesti. Finnair Oyj on päättänyt tarkastaa ja kuivata 1A-tarkastusjaksolla vain paineantureille p/n ZRA691-00 tulevat tuntopaineputket, mutta ei itse paineantureita.

1.16.7 Ohjaamoäänittimen (CVR) tallenneaika

CVR-tallennetta koskevia säädöksiä

1. EU-asetuksen 996/2010 artiklan 14 mukaan CVR-tallennetta ei saa luovuttaa tai käyttää muihin tarkoituksiin kuin turvallisuustutkintaan, tai muihin ilmailun turvallisuuden parantamista koskeviin tarkoituksiin.
2. Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen Annex 6 kohdan 11.6 mukaan operaattorin pitää varmistaa lento-onnettomuuteen tai vaaratilanteeseen joutuneen lentokoneen CVR-tallenteen tiedot onnettomuustutkintaa varten.
3. Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen Annex 6 kohdan 6.3.4.2 mukaan CVR:ää ei tule pysäyttää lennon aikana.

4. Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen Annex 6 mukaan liikennelentokoneen pitää olla varustettu CVR-laitteella, jonka tallenneaika on vähintään kaksi viimeisintä tuntia lentokoneen operoinnista.

Esimerkitapauksia CVR-tallenteen menettämisestä:

1. Tämän tutkinnan kohdalla OH-LTO:n ohjaamomiehistö ei ohjeistuksesta huolimatta kyennyt varmistamaan CVR-tallenteen säilymistä tutkintaa varten, joten tallenteesta ei saatu tietoa ohjaamomiehistön toiminnasta tapahtumalennolla.
2. Onnettomuustutkimuskeskus tutkii 23.10.2010 Oslo Gardermoenin lentoasemalla tapahtunutta vaaratilannetta, jossa lentoonlähdössä Embraer 190 -lentokone törmäsi kiitotien reunavaloihin ja jatkoi lentoa määrälaskupaikalle. CVR-tallennetta ei saatu tutkintalautakunnan käyttöön, koska se ylipyyhkiytyi automaattisesti. Tutkinnan tunnus on C9/2010L.
3. Onnettomuustutkimuskeskus tutkii 29.12.2011 Helsinki-Vantaan lentoasemalla tapahtunutta vakavaa vaaratilannetta, jossa Saab-340-lentokone rullasi kiitotielle laskeutuvan ATR-72:n eteen. Saab-340:n CVR-tallennetta ei saatu tutkintalautakunnan käyttöön, koska lentoa jatkettiin ja CVR-tallenne ylipyyhkiytyi automaattisesti. Saab-340:n CVR-tallenneajan pituus oli 30 minuuttia. Tutkinnan tunnus on L2012-01.
4. Hong Kongin onnettomuustutkintaviranomainen (HKCAD) tutki vakavan vaaratilanteen, joka tapahtui 26.11.2010 Hong Kongin lentoasemalla A340-lentokoneelle maassa ennen lentoonlähtöä. Vaaratilanteen jälkeen lentokoneen moottoreita ei pysäytetty, vaan lentoa jatkettiin Helsinki-Vantaan lentoasemalle ja se kesti yli kahdeksan tuntia. CVR-tallennetta ei saatu tutkintalautakunnan käyttöön johtuen tallenneajan lyhydestä ja se ylipyyhkiytyi automaattisesti. Tutkinnan tunnus on Serious incident report 1/2011.
5. Kreikan turvallisuustutkintaviranomainen tutki lento-onnettomuuden, joka tapahtui 14.8.2005 Boeing 737 -lentokoneelle Ateenan lentoaseman lähistöllä. CVR-tallenne lennon alkuosalta menetettiin tallenneajan lyhyiden vuoksi. Tutkinnan tunnus on Accident investigation report 11/2006. Tutkinnassa annettiin turvallisuussuositus GREC-2006-045, jonka mukaan ICAO:n ja EASA:n/JAA:n tulisi vaatia lentokonevalmistajia arvioimaan koko lennon tallentavan CVR:n asentamisen toteutettavuutta. EASA on todennut vuonna 2006 vastatessaan turvallisuussuositukseen, että koko lennon käsittävän CVR-tallenteen ei odoteta tuovan huomattavaa turvallisuushyötyä, samalla kun tallenneajan pidentäminen aiheuttaa korkeita kustannuksia operaattoreille.⁶

⁶ The Agency, after consulting its advisory bodies, considers that recording the entire flight is not expected to bring significant safety benefit, while it would induce high costs for operators.



ETOPS

ETOPS (Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards) on ICAO:n standardi ja suosituskäytäntö, jonka puitteissa kaksimoottoristen liikennelentokoneiden sallitaan lentää reiteillä, joilla ne ovat yli 60 minuutin lentoajan etäisyydellä lähimmästä reittivarakentästä.

ETOPS-lento on muun muassa kyettävä lentämään tiettyjen häiriötilanteiden jälkeen yksimoottorilentonopeudella ETOPS-reitin kriittisimmästä kohdasta sopivalle reittivarakentälle ETOPS-hyväksynnässä annetun aikarajan sisällä. Tämä aikaraja voi vaihdella lentokonetyyppikohtaisesti annetun hyväksynnän mukaan. Esimerkiksi A330-lentokoneen, joka on ETOPS 180 -hyväksytty, on pystyttävä lentämään kolmen tunnin sisällä ETOPS-reitin kriittisimmästä kohdasta reittivarakentälle huomioon ottaen vallitsevat sääolosuhteet.

Nykyään myönnetään jopa yli viiden tunnin ETOPS-hyväksyntöjä. Jos ETOPS-reitin kriittisimmästä kohdasta sopivalle reittivarakentälle on lentoaikaa yli kaksi tuntia, niin vain lennon kaksi viimeistä tuntia CVR-tallenteesta säilyy.

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

1.17.1 Tiedonkulku Airbusilta operaattoreille

Airbus julkaisee monia tiedotuskanavia käyttäen useita erityyppisiä operaattoreille tarkoitettuja tiedotteita. Ne on osoitettu muun muassa operaattoreiden teknisille tai operatiivisille osastoille joko erikseen tai yhteiseen käyttöön. Operaattorit voivat tutustua näihin tiedotteisiin Airbusin ylläpitämissä tiedotusportaaleissa, esimerkiksi Airbus Worldissä.

Operaattoreiden teknisille osastoille tarkoitettuja tiedotteita ovat esimerkiksi Technical Follow-Up (TFU) ja Operator Information Telex (OIT). TFU:ssa on myös operatiivisille osastoille tarkoitettu osio (OPS ADVICE).

Operaattoreiden operatiivisille osastoille tarkoitettuja tiedotteita ovat muun muassa Flight Operations Telex (FOT) ja Operations Engineering Bulletin (OEB).

Finnair Oyj:n tekninen vastuuhenkilöstö tutustuu pääasiassa Airbusin julkaisemiin tiedotteisiin, jotka on suunnattu teknisille osastoille. Vastaavasti operaattorin operatiivinen vastuuhenkilöstö tutustuu pääasiassa operatiivisille osastoille suunnattuihin tiedotteisiin.

Airbusilta saadun tiedon mukaan vuoden 1997 alusta vuoden 2010 loppuun mennessä A330-lentokoneille oli tapahtunut yhteensä 58 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöitä (Dual Bleed Loss, DBL) (Liite 13). Näistä 16 oli matkalennolla ja liu'un aikana ylipaineesta aiheutuneita tapauksia. Tämä vikaantumistyyppi ilmaantui ensimmäisen kerran vuonna 2008 ja se aiheutti DBL:n myös OH-LTO:n ja OH-LTS:n tapahumalennoilla. Airbus tunnisti tämän vikaantumistyyppin aiheuttajan vuoden 2009 loppuun mennessä. Ensimmäinen Airbusin TFU operaattoreille koskien DBL:a julkaistiin loka-

kuussa 2009 (Liite 14). TFU 36.11.00.065 numero 2, joka on päivätty helmikuulle 2010, sisältää Airbusin tekemän alustavan tutkinnan tulokset ja toimintasuunnitelman.

Airbus julkaisi operaattoreiden teknisille osastoille suunnatun ensimmäisen OIT:n koskien moottoreiden kaksoisvuodatusilmahäiriötä helmikuussa 2011.

1.17.2 Käsikirjat ja toimintaohjeet

Ohjaamomiestöjen toiminta- ja häiriötoimintaohjeita on kuvattu muun muassa lento-toimintakäsikirjan osassa A (Operation Manual OM-A), ohjaamomiestöjen toimintakäsikirjassa (Flight Crew Operating Manual, FCOM) ja välittömän toiminnan käsikirjassa (Quick Reference Handbook, QRH). Lisäksi lennolla ohjaamomiestö saa ohjeita muun muassa ECAM:lta, joka on osa lentokoneen valvontajärjestelmää. Osa ohjeista esitetään myös paperisessa QRH:ssa.

1.18 Muut tiedot

1.18.1 Vertailuaineisto

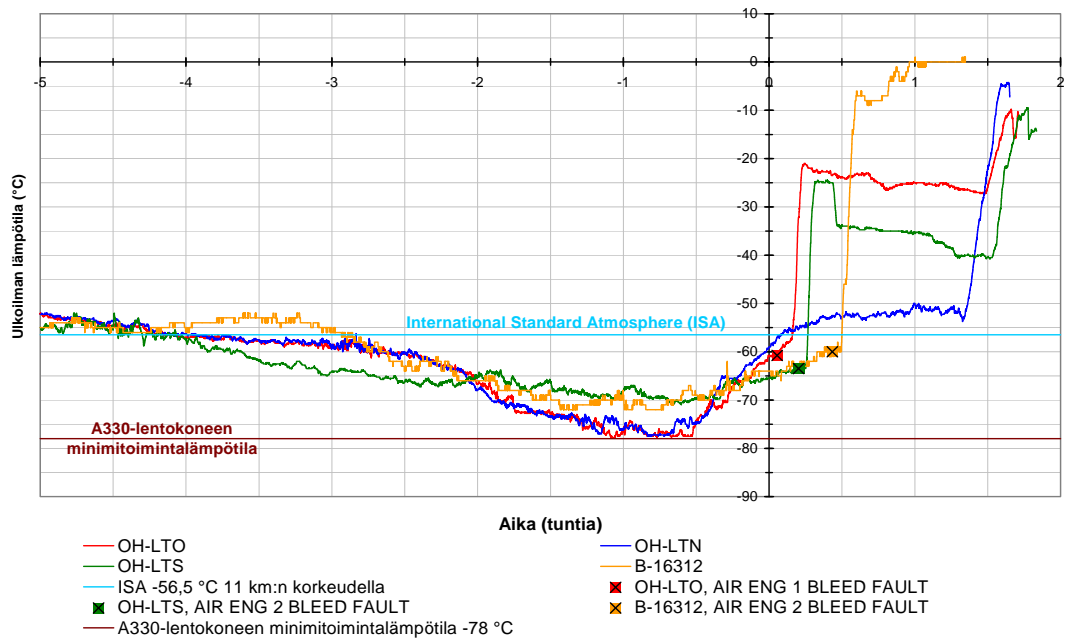
Vertailuaineisto on koottu tapahtumalentojen lisäksi kahdelta muulta lennolta. Mitattuja ulkoilman lämpötilatietoja käytettiin vertailuaineistona tutkinnassa yhteneväisten lentosääolosuhteiden vuoksi. Kuvassa 19 esitetään kaikkien neljän lennon mitatut ulkoilman lämpötilat ajan funktiona viiden viimeisen tunnin ajalta ennen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän ensimmäistä häiriökohtaa. Vertailtujen lentojen konetyyppi oli A330 ja moottorit olivat tyypiltään GE CF6-80E1.

Ensimmäinen vertailtu lento: Operaattorin toiselle A330-lentokoneelle (OH-LTN) tapahtui tunti OH-LTO:n jälkeen, yhteneväisissä lämpötilaolosuhteissa ja lähes samassa maantieteellisessä paikassa samanlainen yhden moottorin vuodatusilmajärjestelmän häiriö.

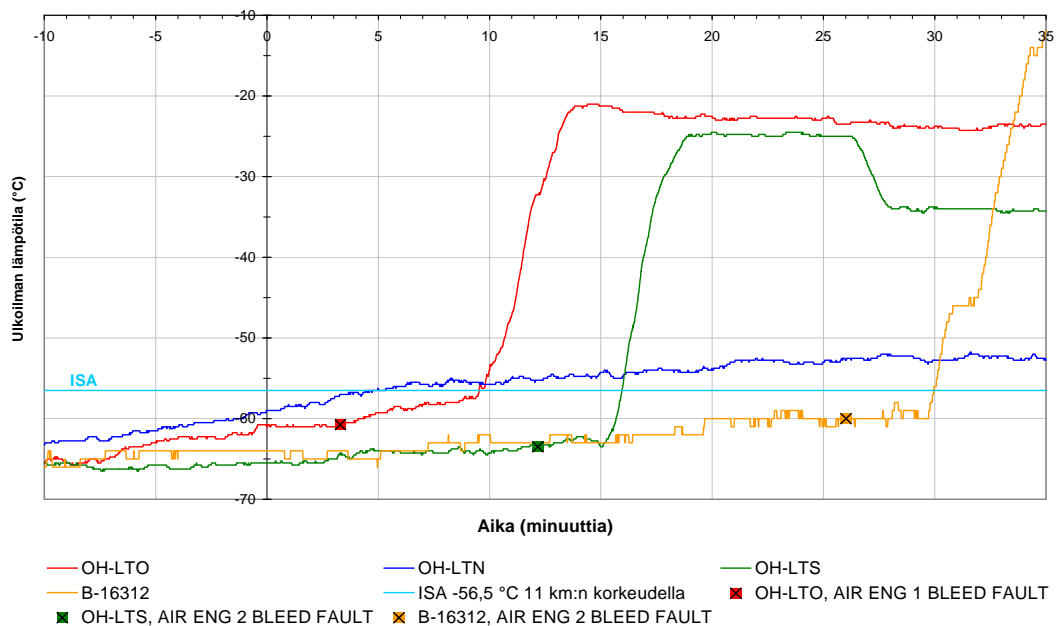
Toinen vertailtu lento: Mustanmeren alueella tapahtui 29.12.2010 vakava vaaratilanne, jossa A330-lentokoneen, rekisteritunnukseltaan B-16312, molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmä vikaantui ja lentokone joutui tekemään hätälaskeutumisen. Tutkintalautakunta sai käyttöönsä osan tämän vakavan vaaratilanteen tutkintamateriaalista Taiwanin onnettomuustutkintaviranomaiselta. Tutkinnan tunnus on ASC-AOR-12-04-001.

Molemmissa kuvissa 19 ja 20 käyrät on asetettu aika-akselille niin, että aika-akselin nolakohta vastaa moottoreiden vuodatusilmajärjestelmien ensimmäistä häiriökohtaa kaikilla vertailuilla lennoilla. Vuodatusilmajärjestelmien toiset häiriökohdat on merkitty kuvaan merkeillä.

A330-liikennelentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toimintahäiriöistä johtuneet vakavat vaaratilanteet lennoilla 11.12.2010 ja 22.12.2010



Kuva 19. Vertailtujen lentojen mitatut ulkoilman lämpötilat ajan funktiona.



Kuva 20. Osasuurennos kuvasta 20.

Alla olevassa taulukossa esitetään lentojen vertailutiedot: Lentokoneen rekisteritunnus, kylmän lämpötilan (alle -60 °C) kesto, minimilämpötila, aika lämpötilan nousun alusta ensimmäisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän vikaantumiseen, lämpötilan nousu ja aika ensimmäisen järjestelmän vikaantumisesta jälkimmäisen vikaantumiseen.

Taulukko 4. Tapahtuma- ja vertailulentojen tietoja.

Rekisteritunnus	Kylmän lämpötilan, alle -60 °C, kesto	Minimi-lämpötila	Aika lämpötilan noususta moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumiseen	Lämpötilan nousu	Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisten välinen aika
OH-LTO	n. 2,5 h	-77 °C	n. 35 min	17 °C	3 min
OH-LTS	n. 3,5 h	-71 °C	n. 40 min	8 °C	12 min
OH-LTN	n. 2,5 h	-77 °C	n. 35 min	17 °C	
B-16312	n. 3 h	-73 °C	n. 40 min	9 °C	26 min



2 ANALYYSI

2.1. A330-302 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän ja paineantureiden toiminta

Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paine ei voi nousta lennon aikana ohjaamomiehistön ensimmäisellä tapahtumalennolla havaitsemaan korkeaan painearvoon. Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmää ei ole suunniteltu käyttämään paineanturin Pt antamaa painearvotietoa järjestelmän valvontaan lennon aikana. Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan turhien häiriöilmoitusten tuleminen ja molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän sulkeutuminen olisi voitu todennäköisesti estää, jos Pt:n antamaa painearvotietoa olisi suunniteltu käytettäväksi järjestelmän valvontaan.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan kaikkien paineantureiden Pr paineen mittaustiloissa on ollut vettä tapahtumalennoilla. Vettä on päässyt kertymään pankoissa oleviin paineantureihin ajan kuluessa. Tätä tukevat Airbusin, Esterline-Auxitrolin ja FTS:n tekemät tutkimukset paineantureille. Tämän lisäksi FTS on havainnut vettä myös vuodatusilmajärjestelmän tuntopaineputkissa.

Kaikki tapahtumalennoilla olleet paineanturit Pr olivat toista versiota, joka on versioista alttein veden jääytymisestä johtuvalle vikaantumiselle pienen paineen mittaustilansa vuoksi. Paineanturit sijaitsevat paikassa, jossa ne voivat jäätymään eikä niillä ole erillistä lämmitysjärjestelmää. Tutkintalautakunnan arvion mukaan erittäin alhainen ulkoilman lämpötila myötävaikutti molemmilla tapahtumalennoilla pankkoihin sijoitettuihin paineantureiden mittaustiloissa olleen veden jääytymiseen. Lämpötilan suhteellisen nopea nousu ennen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumista saattoi olla myötävaikuttava tekijä.

2.2 Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden tarkastusjaksot

Airbusilta saadun tiedon mukaan uusin eli kolmas paineanturin versio on suunniteltu siemään paremmin veden jääytymistä paineen mittaustilassa kuin aikaisemmat versiot. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan paineanturin uusimmassakin versiossa on mahdollista, että vettä kondensoituu paineanturin paineen mittaustilaan ja jäätyessään se pääsee vaikuttamaan paineen mittaukseen.

2.3 Ohjaamomiehistöjen toiminta

2.3.1 OH-LTO

Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän ensimmäisen häiriön (AIR ENG 2 BLEED FAULT) tultua ohjaamomiehistö toimi tutkintalautakunnan mielestä ohjeistuksen mukaisesti tekemällä ECAM:n mukaiset häiriötoimenpiteet.

Toisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän häiriön tultua ohjaamomiehistö säilytti matkalentokorkeuden seuraten ECAM:lta matkustamon painekorkeuden nousua. Tutkintalautakunnan mielestä ohjaamomiehistön olisi pitänyt toisen vuodatusilmajärjestelmähäiriön tullessa laskeutua nopeasti ohjeistuksen (QRH) mukaisin toimenpitein alemmalle

lentopinnalle, eikä jäädä arvioimaan, mitkä mahdollisesti olivat korkean painearvon syyt. Vaikka syyt poikkeukselliseen tilanteeseen saattavat tuntua loogisilta, niin ohjaamomiehistöön epäily häiriön syistä voi perustua vain omaan arvioon. Tutkintalautakunnan mielestä ohjaamomiehistöön tulisi luottaa kaikissa ja varsinkin hätätilanteissa lentokoneen etukäteen suunniteltuihin toimintaohjeisiin. Todellinen syy häiriöön voi kätkeytyä arvaamattoman tapahtumaketjun taakse.

Hätälaskeutumisen aikana matkustamon painekorkeus nousi yli 14000 jalan, jolloin matkustamon varahappinaamarit tulivat esiin automaattisesti. Petroskoin aluelennonjohto tiedusteli ohjaamomiehistöön aikomuksesta julistaa hätätila. Kuulemisen perusteella lennon kapteeni päätti, että siihen ei ole tarvetta tässä vaiheessa, koska he olivat jo kertoneet lennonjohdolle tekevänsä hätälaskeutumisen paineistusvian vuoksi. Lisäksi lentokone oli kapteenin mielestä ehjä ja siinä ei ollut matkustajia.

Lennon kapteeni käytti harkintaansa jättäessään hätätilan ilmoittamatta lennonjohdolle. Kapteenin toimintaan saattoi vaikuttaa se, että lentokone vaikutti ehjältä, lennolla ei ollut matkustamohenkilökuntaa eikä matkustajia. Tutkintalautakunnan mielestä ohjaamomiehistöön olisi hätälaskeutumista tehdessään pitänyt ilmoittaa hätätila kansainvälisellä hätämerkillä (kolme kertaa Mayday), sillä pelkkä hätälaskeutumisesta kertominen ei välttämättä takaa sitä, että lennonjohto tiedostaisi kyseessä olevan hätätilan. Mikäli hätätilan ilmoittaminen osoittautuu ylivoimaiseksi, voi sen perua. Hätätilan ilmoittaminen on myös tärkeää, jotta lennonjohto voisi vaaratilanteissa varautua paremmin mahdollisiin lentokoneiden välisiin minimietäisyyksien säilyttämiseen ja pelastusvalmiuden kohottamiseen.

2.3.2 OH-LTS

Ennen lentoa ohjaamomiehistö oli lukenut operaattorin Airbus-ryhmäpäällikön julkaisemasta tiedotteesta (CIS) OH-LTO:lle tapahtuneesta vakavasta vaaratilanteesta. Tämän pohjalta ohjaamomiehistö valmistautui ensimmäisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän häiriön jälkeen mahdolliseen toiseenkin häiriöön sopimalla etukäteen toimintatavoista. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan ohjaamomiehistöön ennakoivat toimenpiteet ja välitön ohjeistuksen mukainen toiminta mahdollistivat sen, että matkustamon painekorkeus ehti nousta vain 10800 jalkaan.

Tutkinnassa ilmeni, että toista perämiestä ei kutsuttu vakavan vaaratilanteen aikana ohjaamoon, vaan hän oli lepuvuorossa lentokoneen lepotilassa. Tutkintalautakunnan mielestä vaaratilanteissa tulisi koko miehistön resurssit olla käytettävissä, esimerkiksi mahdollisten ennakoimattomien tilanteiden varalle sekä lisääntyneen työkuorman jakamiseen.



2.4 Säätila

2.4.1 Vallinneen säätilan yhteys vaaratilanteiden syntyyn

Vertailuista lennoista saatuja tietoja käytettiin vertailuaineistona tutkinnassa säähän liittyvän lämpötilakäyttäytymisen yhteneväisyyksien vuoksi. Tarkasteltuun sääilmioon liittyivät erittäin kylmä, pitkään lentoreitillä vallinnut säätyyppi ja lämpötilan suhteellisen nopea nousu ennen molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumista.

Tutkintalautakunta arvioi vertailuaineistosta saatujen tietojen perusteella edellä kuvatun säätyypin myötävaikuttaneen molemmilla tapahtumalennoilla vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden mittaustiloissa olleen veden jäätymiseen.

2.4.2 Informaatio lentäjille säätilasta

Ohjaamomiehistöjen saama reittisäämateriaali oli tarpeeksi kattavaa. Kuitenkin karttojen osalta sitä tulisi tutkintalautakunnan mielestä kehittää informatiivisempaan ja helpommin tulkittavaan suuntaan esimerkiksi värejä käyttämällä. Värejä voisi käyttää esimerkiksi havainnollistamaan lämpötiloja.

2.5 Tiedottaminen

2.5.1 Tiedonkulku

Airbusin mukaan vuoden 1997 alusta vuoden 2010 loppuun mennessä A330-lentokoneille oli tapahtunut yhteensä 58 moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöitä (DBL) (Liite 13). Näistä 16 oli matkalennolla ja liu'un aikana ylipaineesta aiheutuneita tapauksia. Tämä vikaantumistyyppi ilmaantui ensimmäisen kerran vuonna 2008 ja se aiheutti DBL:n myös OH-LTO:n ja OH-LTS:n tapahtumalennoilla. Airbus tunnisti tämän vikaantumistyyppin aiheuttajan vuoden 2009 loppuun mennessä. Ensimmäinen Airbusin TFU operaattoreille koskien DBL:a julkaistiin lokakuussa 2009 (Liite 14). TFU 36.11.00.065 numero 2, joka on päivätty helmikuulle 2010, sisältää Airbusin tekemän alustavan tutkinnan tulokset ja toimintasuunnitelman.

TFU:ssa on myös osio OPS ADVICE, jossa tiedotetaan mahdollisista tapahtumiin liittyvistä operatiivisista toimenpiteistä. Kuitenkin TFU on tarkoitettu ensisijaisesti operaattorien teknisille osastoille, joten tutkintalautakunta katsoo, että TFU ei välttämättä ole oikea tiedotuskanava operatiivisille tiedotteille vaan ne tulisi suunnata operatiivisille osastoille tarkoitettuja tiedotuskanavia myöten. Tällöin tiedotteet kohdentuisivat paremmin oikeille henkilöille operaattoreiden organisaatioissa.

2.5.2 Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän häiriötoimintaohjeet

Yksittäisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän häiriötoimintaohje tulee lentokoneen keskitettyyn elektroniseen valvontajärjestelmään (ECAM), sen sijaan toimintaohje saman järjestelmän kaksoishäiriötilanteesta (DBL) saadaan ainoastaan välittömän toiminnan käsikirjasta (QRH), joka on lennolla ohjaamomiehistön käytössä paperiversiona.

Tämä järjestely saattaa lisätä ohjaamomiehistön työkuormaa molempien moottoreiden vuodatusilmahäiriötilanteissa. Tutkintalautakunnan mielestä vuodatusilmajärjestelmän molemmat häiriötoimintaohjeet tulisi esittää myös ECAM:lla.

2.6 Ohjaamoäänittimen (CVR) tallenneaika

Siviili-ilmailun onnettomuuksien ja vaaratilanteiden nopea ja tehokas turvallisuustutkinta parantaa lentoturvallisuutta ja auttaa ehkäisemään onnettomuuksia ja vaaratilanteita. Useiden eri maiden tutkijat ovat todenneet, että CVR-tallenne on arvokas ja olennainen työkalu tutkittaessa onnettomuus- tai vaaratilannelentojen ohjaamomiehistöjen toimintaa ja yhteistyötä. Useissa eri maiden vaaratilannelentotutkimuksissa CVR-tallenne on valitettavasti menetetty tallenneajan lyhyiden vuoksi.

Nykyään myönnetään jopa yli viiden tunnin ETOPS-hyväksyntöjä. Yleisesti CVR-tallenneaika on käytännössä enintään kaksi tuntia. Tutkintalautakunnan mielestä on epäloogista, että yli kahden tunnin ETOPS-hyväksyntöjä myönnetään ilman CVR-tallenneajan pidentämistä.

Tutkintalautakunta katsoo, että CVR-tallenneajan pidentämisellä vähintään koko lennon pituiseksi vähennettäisiin ohjeistuksen tarvetta ohjaamomiehistöille ja tekniselle henkilöstölle. Näin minimoitaisiin inhimillisten virheiden mahdollisuus tallenteen varmistamisessa tutkintaa varten.

Vähintään koko lennon pituisella CVR-tallenteella voitaisiin selvittää myös ohjaamomiehistöjen kuulemisessa esiin tulleet mahdolliset ristiriidat, sillä tallenteen avulla tutkintalautakunta saa täydentävää tietoa tapahtumien kulusta lentokoneen ohjaamossa.

Koko lennon reitityksen pituinen CVR-tallenneaika säästäisi mahdollisesti operaattorin kustannuksia, sillä vaaratilanteen tapahduttua CVR voitaisiin irrottaa lentokoneesta vasta lennon reitityksen jälkeen kotikentällä.

ICAO:n Annex 6 mukaan ohjaamoäänittimen tallenneajaksi on määritelty liikennelentokoneissa vähintään lennon kaksi viimeisintä tuntia, mistä on muodostunut käytännössä maksimitallenneaika. Tutkintalautakunnan mielestä Annex 6 kohdat 6.3.4.2 ja 11.6 ovat ristiriidassa toistensa kanssa, sillä kohdan 6.3.4.2 mukaan lennon tallentimia ei tule kytkeä pois käytöstä lennon aikana ja kohdan 11.6 mukaan operaattorin tulee varmistaa lennon tallenteiden säilyminen turvallisuustutkintaa varten. Näitä Annex 6 kohtia ei operaattori käytännössä pysty noudattamaan pitkillä lennoilla, joten vaaratilanteen tapahtuessa tallenteiden ylipyyhkiytyminen on hyvin todennäköistä.

EASA on todennut vuonna 2006 vastatessaan turvallisuussuositukseen GREC-2006-045, että koko lennon käsittävän CVR-tallenteen ei odoteta tuovan huomattavaa turvallisuushyötyä, samalla kun tallenneajan pidentäminen aiheuttaa korkeita kustannuksia operaattoreille. Tutkintalautakunnan mielestä CVR-tallenne on tärkeä osa tutkintaa ja sen avulla voidaan selvittää tapahtumien kulkua ohjaamossa. Tutkittaessa ohjaamomiehistön työskentelyä CVR-tallenteen säilyminen on ensiarvoista ja oleellista tutkinnan kannalta. Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan tallenteen pidentämiselle ei ole nykytekniikalla toteutettuna teknisiä esteitä.

Turvallisuustutkintaviranomaiset tutkivat enemmän ilmailun vaaratilanteita kuin onnettomuuksia, koska vaaratilanteita tapahtuu useammin. Vaaratilanteista voidaan oppia samalla tavoin kuin onnettomuuksista ilman vakavia henkilövahinkoja. Tutkintalautakunnan mielestä turvallisuustutkinnassa nykyisellä tallenneajalla CVR-tallenne palvelee enemmän lento-onnettomuustutkintaa kuin vaaratilannetutkintaa.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

3.1.1 OH-LTO

1. Lentokoneen lentokelpoisuus- ja rekisteröimistodistukset olivat voimassa.
2. Lentokoneen ohjaamomiehistön lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa.
3. Lento oli aikataulunmukainen reittilento, mutta lennolla ei ollut matkustajia eikä matkustamomiehistöä.
4. Molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmään ja paineantureihin oli kertynyt vettä.
5. Lentoreitin alueella vallitsi erittäin kylmä lämpötila, joka nousi suhteellisen nopeasti ennen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumista.
6. Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden Pr paineen mittaustilaan joutunut vesi jäättyi.
7. Veden jäätyminen moottoreiden paineantureiden mittaustilassa aiheutti antureiden Pr vikaantumisen, jolloin ne antoivat virheellisen painearvotiedon moottoreiden vuodatusilman valvontalaskimille.
8. Lentokoneen oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö ja ohjaamomiehistö yritti uudelleenkäynnistää järjestelmää onnistumatta siinä. Moottorin vuodatusilmajärjestelmä sulkeutui.
9. Noin neljä minuuttia myöhemmin lentokoneen vasemmankin moottorin vuodatusilmajärjestelmään tuli häiriö. Moottorin vuodatusilmajärjestelmä sulkeutui.
10. Ohjaamomiehistö säilytti matkalentokorkeuden välittömän toiminnan käsikirjan (QRH) ohjeistuksesta huolimatta.
11. Ohjaamon ECAM:n näytölle tuli ilmoitus (cabin pressure page) matkustamon paineistuksen muutoksesta.
12. ECAM:lle tuli varoitus (Excessive Cabin Altitude warning) matkustamon painekorkeuden raja-arvon (9550 ft) ylitymisestä.
13. Ohjaamomiehistö joutui käyttämään ohjaamon varahapetta.
14. Ohjaamomiehistö aloitti hätälaskeutumisen noin kaksi minuuttia ECAM varoituksen jälkeen.
15. Lepovuorossa ollut kolmas ohjaamomiehistön jäsen tuli ohjaamoon.

16. Matkustamon ilmanpaine laski ja painekorkeus nousi yli 14000 jalan.
17. Matkustamon varahappinaamarit tulivat esiin.
18. Ohjaamomiehistö ei julistanut lennonjohdolle hätätilaa tekemästään hätälaskeutumisesta huolimatta.
19. Lentoa jatkettiin alemmalla lentokorkeudella, mikä kulutti polttoainetta suunniteltua enemmän.
20. Ohjaamomiehistö valitsi ensin reittivarakentäksi Rovaniemen lentoaseman. Uudella päätöksellä reittivarakentäksi valittiin Kuopion lentoasema.
21. Kuopion lähilennonjohto antoi lento-onnettomuusvaarahälytyksen.
22. Lentokone laskeutui normaalisti Kuopion lentoasemalle. Pelastuspalvelua ei tarvittu.
23. CVR-tallenne menetettiin, koska tallenteen varmentamisessa ei onnistuttu.
24. Ohjaamomiehistön yhteisellä päätöksellä ei varsinaista purkukeskustelua tapahtuneesta käyty.
25. Airbus tiedotti ensimmäisen kerran operaattoreille TFU:lla aiemmin tapahtuneista A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöistä lokakuussa 2009.
26. Kyseessä oli ICAO:n Annex 13 luokituksen mukaan vakava vaaratilanne.

3.1.2 OH-LTS

1. Lentokoneen lentokelpoisuus- ja rekisteröimistodistukset olivat voimassa.
2. Lentokoneen ohjaamomiehistön lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa.
3. Lento oli aikataulunmukainen matkustajia kuljettava tilauslento.
4. Molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmään ja paineantureihin oli kertynyt vettä.
5. Lentoreitin alueella vallitsi erittäin kylmä lämpötila, joka nousi suhteellisen nopeasti ennen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumista.
6. Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden Pr paineen mittaustilaan joutunut vesi jäättyi.
7. Veden jäätyminen moottoreiden paineantureiden mittaustilassa aiheutti antureiden Pr vikaantumisen, jolloin ne antoivat virheellisen painearvotiedon moottoreiden vuodatusilman valvontalaskimille.



8. Vasemman moottorin vuodatusilmajärjestelmä vikaantui. Tämän moottorin vuodatusilmajärjestelmä sulkeutui.
9. Ohjaamomiehistö käynnisti APU:n.
10. Noin 12 minuuttia ensimmäisen vikaantumisen jälkeen myös oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmä vikaantui. Tämänkin moottorin vuodatusilmajärjestelmä sulkeutui.
11. Ohjaamon ECAM:lle tuli ilmoitus matkustamon painekorkeuden noususta (cabin pressure page).
12. Ohjaamomiehistö joutui käyttämään ohjaamon varahapetta.
13. Ohjaamomiehistö aloitti laskeutumisen nopeasti alemmalle lentopinnalle.
14. Ohjaamomiehistön kolmatta jäsentä ei kutsuttu ohjaamoon.
15. Matkustamon painekorkeuden ylitettyä raja-arvon (9550 ft) ECAM:lle tuli varoitus (Excessive Cabin Altitude), mikä edellyttää hätälaskeutumista.
16. Matkustamon ilmanpaine laski ja samalla matkustamon painekorkeus nousi nopeasti noin 10800 jalkaan korkeimmillaan.
17. APU:n vuodatusilmajärjestelmä otettiin käyttöön 6900 metrin lentokorkeudella.
18. Lentoa jatkettiin alemmalla lentokorkeudella.
19. Lepovuorossa ollut kolmas ohjaamomiehistön jäsen tuli ohjaamoon.
20. Moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän toiminta saatiin palautettua normaaliksi loppulennon ajaksi.
21. Lentokone laskeutui normaalisti Helsinki-Vantaan lentoasemalle.
22. Miehistön yhteisellä päätöksellä varsinaista purkukeskustelua tapahtuneesta ei käyty.
23. Airbus tiedotti ensimmäisen kerran operaattoreille TFU:lla aiemmin tapahtuneista A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöistä loka-kuussa 2009.
24. Kyseessä oli ICAO:n Annex 13 luokituksen mukaan vakava vaaratilanne.

3.2 Vakavien vaaratilanteiden syy ja myötävaikuttaneet tekijät

Vakavien vaaratilanteiden syy oli lentokoneiden molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden (Pr) vikaantuminen. Vikaantumisen aiheutti paineantureiden erittäin pieniksi suunniteltuihin paineen mittaustiloihin kertyneen veden jäätyminen.

Vikaantumisesta johtuen paineanturit antoivat väärän painearvotiedon vuodatusilman valvontalaskimille (BMC). Väärän painearvotiedon seurauksena BMC:t sulkiivat molempien moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän, mikä aiheutti matkustamon sisäisen ilman paineen laskun eli painekorkeuden nousun.

Veden jäätymiseen paineen mittaustilassa myötävaikutti lentoreiteillä pitkän aikaa vallinnut erittäin kylmä sää.

Lisäksi ulkoilman lämpötilan suhteellisen nopea nousu lentoreiteillä saattoi myötävaikuttaa moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisiin.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

4.1 Tutkinnan aikana toteutetut toimenpiteet

Airbus suositteli 16.12.2010 Finnair Oyj:n operoimien A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden Pr tarkastamista ja niiden tuntopaineputkien puhdistamista 3A-tarkastusjaksolla (2400 FH).

Finnair Oyj:n ilmoituksen mukaan se oli vaihtanut 25.12.2010 mennessä kaikki operoimiensa A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineanturit, p/n ZRA380-00. Asennetut paineanturit olivat samaa versiota (p/n ZRA380-00) kuin irrotetut anturit.

Finnair Oyj päätti 28.12.2010 aloittaa kaikkien operoimiensa A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineantureiden tarkastamisen sekä niiden tuntopaineputkien puhdistamisen 1A-tarkastusjaksolla (800 FH).

Airbus julkaisi syyskuussa 2011 huoltotiedotteen SB A330-36-3039, joka koski kaikkia GE CF6-80E1 -moottoreilla varustettuja A330-lentokoneita. Huoltotiedotteessa suositeltiin vasemman moottorin paineanturin Pr vaihtamista uuteen paineanturiin p/n ZRA691-00 joulukuun 2011 alkuun mennessä.

Finnair Oyj asensi 1.12.2011 mennessä uudet paineanturit p/n ZRA691-00 kaikkien operoimiensa A330-lentokoneiden vasempiin moottoreihin.

Liikenteen turvallisuusvirasto teki 4.1.2011 Finnair Oyj:lle A330-lentokoneiden paineistusongelmia koskevan selvityspyynnön tapahtuneiden vakavien vaaratilanteiden vuoksi toteutetuista ja suunnitelluista toimenpiteistä. Selvitysprosessiin kuului myös Finnair Oyj:n johdon ja vastuuhenkilöiden ja Liikenteen turvallisuusviraston edustajien välisiä tapaamisia sekä kirjallisia selvityksiä.

Liikenteen turvallisuusvirasto on lisäksi 27.1.2012 tehdyssä yritystarkastuksessa tarkastanut Finnair Oyj:n onnettomuuksien ehkäisy- ja lentoturvallisuusohjelman (OPS 1.037) puitteissa toteutetut ja dokumentoidut toimet, jotka todettiin pääosin viranomaista tyydyttäväksi.

4.2 Turvallisuuksuosituksen

1. Tutkinnassa ilmeni, että tapahtumalennolla lennettiin A330-lentokoneille hyväksytyissä olosuhteissa, mutta GE CF6-80E1 -moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineanturit, p/n ZRA380-00, toimivat virheellisesti näissä olosuhteissa.

Suositaan, että EASA velvoittaa Airbus S.A.S:ta korvaamaan A330-lentokoneiden molempien GE CF6-80E1 -moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän paineanturit, p/n ZRA380-00, antureilla p/n ZRA691-00 tai vastaavilla antureilla, jotka toimivat A330-lentokoneille hyväksytyissä olosuhteissa.

2. A330-lentokoneen yksittäisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän häiriötoimintaohje tulee automaattisesti keskitettyyn elektroniseen valvontajärjestelmään (ECAM). Sen sijaan toimintaohjeen saman järjestelmän kaksoishäiriötilanteesta (DBL) ohjaamomiehistö joutuu etsimään paperisesta välittömän toiminnan käsikirjasta (QRH). Saman järjestelmän häiriötoimintaohjeiden etsiminen kahdesta eri lähteestä on epäloogista ja se voi vaikeuttaa oikean toimintaohjeen löytämistä.

Suosittetaan, että EASA velvoittaa Airbus S.A.S:ta ottamaan käyttöön myös ECAM:lla A330-lentokoneen moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän DBL-tilannetta koskevan häiriötoimintaohjeen.

3. Turvallisuustutkimuksen kannalta ohjaamoäänittimen (CVR) tallenne on arvokas ja oleellinen työkalu tutkittaessa ohjaamomiehistön työskentelyä onnettomuus- tai vaaratilanelennolla. CVR-tallenne ylipyhyhkiytyy tapahtumalennon alkuosalta, jos lento kestää pidempään kuin CVR pystyy tallentamaan. Katso myös kohta 1.16.8.

Suosittetaan EASA:lle ja ICAO:lle, että CVR:n tallenneaikaa pidennetään riittävän pitkäksi, jotta se kattaa koko lennon reitityksen ajan.

4. Koska Airbusin julkaisema TFU on suunnattu operaattoreiden teknisille osastoille, TFU:ssa oleva OPS ADVICE -osio ei ole oikea tiedotuskanava operatiivisille tiedotteille vaan ne tulisi suunnata operatiivisille osastoille tarkoitettuja tiedotuskanavia myöten.

Suosittetaan, että Airbus S.A.S kohdentaa julkaisemansa operatiiviset tiedotteet nykyistä paremmin operaattoreiden operatiivisille osastoille tarkoitettuja tiedotuskanavia myöten.

4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia

4.3.1 Ehdotukset

OH-LTO:n tapahtumalennolla ohjaamomiehistö ei riittävän nopeasti noudattanut häiriötoimintaohjetta. Finnair Oyj:n tulisi koulutuksessa tähdentää ohjaamomiehistöille häiriötoimenpideohjeiden tärkeyttä ja riittävän nopeaa reagoimista niihin.

OH-LTS:n tapahtumalennolla lepovuorossa ollut kolmatta ohjaamomiehistön jäsentä ei kutsuttu vakavan vaaratilanteen aikana ohjaamoon. Tutkintalautakunnan mielestä vaaratilanteissa tulisi koko miehistön resurssien olla käytettävissä, esimerkiksi mahdollisten ennakoimattomien tilanteiden varalle ja lisääntyneen työkuorman jakamiseen.

Tutkintalautakunnan mielestä ohjaamomiehistön olisi hätälaskeutumista tehdessään pitänyt ilmoittaa hätätila kansainvälisellä hätämerkillä (kolme kertaa Mayday). Finnair Oyj:n tulisi koulutuksessa tähdentää ohjaamomiehistöille hätämerkin käytön merkitystä niissä lentotilanteissa, joissa sitä tarvitaan.



4.3.2 Huomiot

Airbusilta saadun tiedon mukaan DBL-häiriötoimintaohjeita on yksinkertaistettu ja ne julkaistaan QRH:ssa vuonna 2012. Uusi ECAM-häiriötoimintaohje koskien DBL-häiriötilannetta julkaistaan vuoden 2013 alkuun mennessä.

Ohjaamomiehistöjen saama reittisäämateriaali tapahtumalennoilla oli tarpeeksi kattavaa. Karttojen ja mahdollisesti muunkin materiaalin osalta operaattorin tulisi kehittää reittisäämateriaalia informatiivisempaan ja helpommin tulkittavaan suuntaan esimerkiksi havainnollistamaan lämpötiloja värejä käyttämällä.

Paineanturi testataan Airbusin hyväksymän ohjekirjan ESTERLINE Abbreviated Component Maintenance Manual (ACMM) 36-11-08 Rev. No 2 mukaisesti. Mikäli testauksessa ilmenee jännitevaihtelua ja/tai -piikkejä, niin paineanturi laitetaan 100 °C:seen uuniin vähintään neljäksi tunniksi. Tutkinnassa ilmeni, että tapahtumalennoilta irrotettuja paineantureita testattiin Esterline-Auxitrolilla ohjekirjasta poiketen uunittamalla paineantureita ainoastaan kaksi tuntia ohjeistetun neljän tunnin sijasta.

Helsingissä 24.7.2012

Timo Heikkilä

Pertti Kalttonen

Risto Timgren

Erja Savela

YHTEEENVETO TUTKINTASELOSTUKSEN LOPULLISESTA LUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

LIIKENTEEN TURVALLISUUSVIRASTO

Liikenteen turvallisuusvirasto esitti, että tutkinnassa tarkasteltaisiin lentoyhtiön toimintaa myös OPS 1.037 näkökulmasta liittyen lentoyhtiön lentoturvallisuusohjelmaan (safety program).

FINNAIR OYJ

Finnair Oyj esitti, että tutkintaselostuksen kohtaan 4.1 lisättäisiin Finnair Technical Services Oy:n tekemät päätökset ja toimenpiteet heti OH-LTS:n tapahtumalennon jälkeen koskien kaikkien Finnair Oyj:n operoimien A330-lentokoneiden moottoreiden vuodatusilmajärjestelmien paineantureiden vaihtamista.

ILMATIETEEN LAITOS

Ilmatieteen laitoksen mukaan OH-LTO:n lennolla vallinneen erittäin kylmän säätyypin esiintyminen on harvinaista ja OH-LTS:n lennolla vallinnut säätyyppi oli kylmä, mutta ei harvinaisen.

RANSKAN LENTOTURVALLISUUSTUTKINTAVIRANOMAINEN, AIRBUS JA ESTERLINE-AUXITROL

Ranskan lentoturvallisuustutkintaviranomainen (BEA) antoi tutkintaselostuksen lopullisesta luonnoksesta oman lausuntonsa, johon oli sisällytetty myös Airbusin ja Esterline-Auxitrolin lausunnot.

BEA:n näkemyksen mukaan tutkintaselostuksessa ei ollut käsitelty riittävästi operatiivisia näkökulmia. Asian korjaamiseksi BEA ehdotti, että tutkintaselostukseen lisättäisiin yhteenveto ohjaamomiehistöjen kuulemisista, tapahtumaan liittyviä ECAM-ohjeita, BEA:n FDR-datan pohjalta tekemät tarkat koosteet tapahtumien kulusta lennoilla sekä Finnair Oyj:n Airbus-ryhmäpäällikön tekemä sisäinen CIS-tiedote OH-LTO:n tapahtumalennon jälkeen. BEA korosti Excessive Cabin Altitude -varoituksen tulemisen merkitystä tapahtumalennolla ja esitti sen tuomista enemmän esille tutkintaselostuksen tapahtumien kulkua käsittelevissä kohdissa, tiivistelmässä ja alkusanoissa.

BEA:n mukaan OH-LTO:n ja OH-LTS:n vakavat vaaratilanteet olivat erilaiset operatiivisesta näkökulmasta tarkasteltuna. OH-LTO:n ohjaamomiehistö ei aloittanut laskeutumista matkalentokorkeudelta ohjeistuksen edellyttämässä vaiheessa. Laskeutuminen aloitettiin yli viisi minuuttia paineistuksen menetyksen (DBL) jälkeen ja yli kaksi minuuttia sen jälkeen, kun Excessive Cabin Altitude -varoitusta oli tullut. OH-LTS:n ohjaamomiehistö puolestaan aloitti laskeutumisen matkalentokorkeudelta noin kaksi minuuttia paineistuksen menetyksen (DBL) jälkeen. Excessive Cabin Altitude -varoitusta tuli liu'un aikana.

Tutkintaselostuksen tiivistelmään sekä kohtiin 1.17.1 ja 2.5.1 BEA tarkensi ja lisäsi asioita liittyen aikaisemmin A330-lentokoneille tapahtuneisiin vuodatusilmajärjestelmän ylipaineesta matkalennolla tai liu'un aikana aiheutuneisiin moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän kaksoishäiriöihin (DBL).

Liite 1

OH-LTO:n lennon tapahtumien kulkuun (kohta 1.1.1) BEA kommentoi, että FDR-tietojen mukaan ohjaamomiehistön havaitsema korkea painearvotieto, ylimmillään noin 220 psi, saavutettiin vasta noin 10 minuuttia toisen moottorin vuodatusilmajärjestelmän vikaantumisen jälkeen.

Kohtaan 1.11 BEA ja Airbus esittivät tarkennuksia A330-lentokoneen CVR:n toiminta- ja pysähtymislogiikkaan, esimerkiksi sen, että tallennus maassa edellyttää aina sähkönsyötön ylläpitoa.

APU:n vuodatuksen käynnistämiseen (kohta 1.16.1) liittyen BEA totesi, että mikäli ohjaamomiehistö valitsee APU:n vuodatuksen päälle, BMC käskää PRV-venttiilejä sulkeutumaan. Jos on mahdollista, BMC avaa vuodatusilman ristisyöttöventtiilin mahdollistaen moilempien ilmastointiyksiköiden käynnistämisen. Tämän lisäksi BEA toi esiin, että ohjaamomiehistö voi manuaalisesti sulkea PRV:n ohjaamosta käsin.

Kohtaan 1.16.2 BEA täsmensi, että paineanturin valmistajan mukaan paineanturin toinen versio on ollut alttiimpi veden jäätymiseen liittyvälle vikaantumiselle kuin muut versiot silloin, kun painetilassa on ollut kosteutta. Samaan kohtaan BEA tarkensi myös paineanturin toiminnan kuvausta.

Tutkintaselostuksen kohtaan 1.16.3 liittyen Airbus toi esille, että OH-LTO:n tapahtumalennon jälkeen Kuopion lentoasemalla teknisen henkilöstön tekemiä toimenpiteitä ei ole mainittu Airbusin julkaisemassa huolto-ohjeistuksessa.

Kohdassa 1.16.3 mainitaan myös, että OH-LTO:n oikean moottorin vuodatusilmajärjestelmän paineanturin Pr paineliitännästä löytyi muutama pieni vesipisara. BEA korosti lausunnossaan, että vesipisaroita löydettiin paineliitännästä, ei paineen mittaustilasta, jonka sisälle ei paineanturin ulkopuolelta voi nähdä.

Tutkintaselostuksen kohtaan 2.1 BEA totesi, että BMC ei pysty paineantureiden Pt ja Pr arvoja vertaamalla valitsemaan, kumman arvo on oikea. Lisäksi BEA kommentoi, että Airbusin ja Esterline-Auxitrolin tekemien tutkimusten mukaan tapahtuman perussyö oli paineanturissa Pr ja että tutkimuksissa ei todettu yhteyttä tuntopaineputkiin tapahtuneen veden kondensoitumisen ja tapahtuman välillä.

Tutkintaselostuksen kohtaan 2.2 BEA totesi, että Airbusin ja Esterline-Auxitrolin tekemissä tutkimuksissa on todettu, että vikaantumisen perussyö on yhteydessä veden olemassaoloon paineanturin välilevyn ja metallisen erotuskalvon välissä, jäätäviin olosuhteisiin ja lämpötilan nousuun jäätävissä olosuhteissa. Edellä olevan perusteella kosteuden kondensoituminen itsessään ei voi johtaa havaittuihin vikaantumisiin. Airbusin mukaan välilevyn vaihtamisen, paineliitännän rakenteen muuttamisen ja paineanturin asennon ansiosta lentokoneeseen asennetusta paineanturin kolmannesta versiosta poistuu kondensoitunut vesi luonnollisesti.

Tutkintaselostuksen kohtaan 2.3.2 liittyen BEA kommentoi, että Excessive Cabin Altitude -varoitus tuli päälle liu'un aikana. Tämä on hätätilanne, joka edellyttää hätälaskeutumista. Lisäksi BEA mainitsi, että A330-lentokone on hyväksytty operoitavaksi kahdella ohjaajalla.

Tutkintaselostuksen kohtaan 2.5.1 BEA totesi, että TFU:n mukaan Airbus tiedotti DBL-asiasta heti, kun heillä oli arvio vikaantumistyyppin perussyöystä. BEA:n mukaan myös suhteellisen pieni DBL:n määrä tässä vikaantumistyyppissä suhteutettuna laivaston lentotunteihin saattaa selittää asian käsittelyyn kuluneen ajan.

BEA totesi myös, että turvallisuustutkintaviranomaisen tehtävänä ei ole ehdottaa ratkaisuja vaan tunnistaa ongelmia, joita toimivaltaisen ilmailuviranomaisen tai valmistajan tulee ratkaista parantaakseen turvallisuutta.

Johtopäätöksiin BEA esitti tarkennuksia samoihin asioihin kuin muuallekin tutkintaselostukseen.

Turvallisuussuositukseen 1 liittyen BEA totesi, että DBL:n luokitustaso on EASA:n CS25.1309 mukaisesti Major. DBL:n esiintymistiheys näyttää vakiintuneen tälle luokitustasolle ja DBL-tapahtumat eivät ole johtaneet vakavampiin turvallisuusongelmiin. Lisäksi Airbusin jo tekemät toimenpiteet vähentävät DBL:n riskiä.

EUROOPAN LENTOTURVALLISUUSVIRASTO

Euroopan lentoturvallisuusvirasto esitti pientä muutosta ja tarkennusta turvallisuussuositukseen 1 niin, että suosituksessa mainittaisiin moottoreiden vuodatusilmajärjestelmän painantureiden osanumerot (p/n) ja moottorityyppi, jota suositus koskee.

FINAVIA OYJ

Finavia Oyj:lla ei ollut lausuttavaa.

KANSAINVÄLINEN SIVIILI-ILMAILUJÄRJESTÖ

Kansainvälisellä siviili-ilmailujärjestöllä ei ollut lausuttavaa.

Kaikki saadut lausunnot on otettu huomioon lopullisessa tutkintaselostuksessa.

TAPAHTUMIEN KULKU OH-LTO:N LENNOLLA PERUSTUEN FDR-TIETOIHIN

Lähde: BEA

A330-300 Finnair OH-LTO
History of flight from FDR - 12/11/2010

UTC time	Standard altitude (ft) Indicated airspeed (kt) or Mach	Static Air Temperature (°C)	Events			
10 h 34 min 23	39700 0.80	-61	AP1, FD1, FD2, ATHR are engaged. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">MACH</td> <td style="width: 33%;">ALT CRZ</td> <td style="width: 33%;">NAV</td> </tr> </table> Engine 2 PRV is closed. Engine 2 Pr is 61 psi, increasing.	MACH	ALT CRZ	NAV
MACH	ALT CRZ	NAV				
10 h 34 min 26	39700 0.80	-61	Engine 2 Bleed Fault ON. ECAM Bleed page is displayed.			
10 h 34 min 43	39700 0.80	-61	Engine 2 Bleed P/B OFF.			
10 h 37 min 37	39700 0.80	-61	Engine 1 PRV is closed. Engine 1 Pr is 63 psi, increasing.			
10 h 37 min 45	39700 0.80	-61	Engine 1 Bleed Fault ON. ECAM Bleed page is displayed.			
10 h 38 min 39	39700 0.80	-60	Engine 2 Bleed P/B ON.			
10 h 39 min 55	39700 0.80	-59	ECAM Cabin Pressure page is displayed.			
10 h 40 min 23	39700 0.80	-58.5	Excess Cabin Altitude warning ON.			
10 h 43 min 03	39700 0.80	-58	Emergency descent is initiated. Selected altitude is 10800 ft. Selected speed is 310 kt. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">THR IDLE</td> <td style="width: 33%;">OP DES</td> <td style="width: 33%;">HDG</td> </tr> </table>	THR IDLE	OP DES	HDG
THR IDLE	OP DES	HDG				
10 h 43 min 36	38550 0.80	-57.5	Speed brakes are commanded.			
10 h 43 min 39	38400 0.80	-57.5	Engine 2 Bleed P/B OFF.			
10 h 43 min 41	38250 0.80	-57.5	Engine 1 Bleed P/B OFF.			
10 h 44 min 35	31700 0.83	-53.5	Vertical speed reaches a minimum of -9650 ft/min.			
10 h 47 min 25	13450 310	-27	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">SPEED</td> <td style="width: 33%;">ALT*</td> <td style="width: 33%;">HDG</td> </tr> </table>	SPEED	ALT*	HDG
SPEED	ALT*	HDG				
10 h 47 min 34	12550 314	-24.5	Speed brakes are not commanded.			
10 h 47 min 39	12100 315	-24	Selected speed is 299 kt.			
10 h 47 min 44	11800 319	-23.5	Indicated airspeed reaches a maximum of 319 kt.			
10 h 48 min 32	10850 298	-21.5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">SPEED</td> <td style="width: 33%;">ALT</td> <td style="width: 33%;">HDG</td> </tr> </table>	SPEED	ALT	HDG
SPEED	ALT	HDG				

Liite 2

10 h 48 min 45	10800 299	-21.5	Selected speed is 270 kt.			
10 h 51 min 29	10800 270	-22	Selected speed is 260 kt.			
10 h 52 min 03	10800 261	-22.5	<table border="1"> <tr> <td>SPEED</td> <td>ALT</td> <td>NAV</td> </tr> </table>	SPEED	ALT	NAV
SPEED	ALT	NAV				
10 h 53 min 43	10800 260	-22.5	Engine 1 Pr reaches a maximum of 240 psi.			
10 h 56 min 08	10800 260	-23	Engine 1 Pr is 0 psi.			
10 h 56 min 30	10800 260	-23	Engine 2 Pr reaches a maximum of 233 psi.			
11 h 01 min 21	10800 260	-23.5	Engine 2 Pr is 0 psi.			
11 h 58 min 48	11000 270	-27	Engine 1 Pr increases up to 10 psi, and then up to 14 psi till the end of the flight.			
12 h 06 min 56	8550 250	-21	Excess Cabin Altitude warning OFF.			
12 h 15 min 35			Landing.			

TAPAHTUMIEN KULKU OH-LTS:N LENNOLLA PERUSTUEN FDR-TIETOIHIN

Lähde: BEA

**A330-300 Finnair OH-LTS
History of flight from FDR – 12/22/2010**

UTC time	Standard altitude (ft) Indicated airspeed (kt) or Mach	Static Air Temperature (°C)	Events			
18 h 25 min 57	38100 0.81	-65.5	AP1, FD1, FD2, ATHR are engaged. <table border="1"> <tr> <td>MACH</td> <td>ALT CRZ</td> <td>NAV</td> </tr> </table> Engine 1 PRV is closed. Engine 1 Pr is 54 psi, increasing.	MACH	ALT CRZ	NAV
MACH	ALT CRZ	NAV				
18 h 26 min 01	38100 0.81	-65.5	Engine 1 Bleed Fault ON. ECAM Bleed page is displayed.			
18 h 26 min 16	38100 0.81	-65.5	Engine 1 Bleed P/B OFF.			
18 h 26 min 31	38100 0.81	-65.5	X Bleed Valve is opened.			
18 h 26 min 36	38100 0.81	-65.5	Engine 1 Pr reaches 60 psi.			
18 h 38 min 05	38100 0.81	-63.5	Engine 2 PRV is closed. Engine 2 Pr is 57 psi, increasing.			
18 h 38 min 09	38100 0.81	-63.5	Engine 2 Bleed Fault ON. ECAM Bleed page is displayed.			
18 h 38 min 47	38100 0.81	-63.5	X Bleed Valve is closed.			
18 h 38 min 49	38100 0.81	-63.5	Engine 1 Bleed P/B ON.			

18 h 39 min 05	38100 0.81	-63	Engine 1 Bleed P/B OFF.
18 h 39 min 29	38100 0.82	-62.5	ECAM Cabin Pressure page is displayed.
18 h 40 min 16	38100 0.81	-62.5	Descent is initiated. Selected altitude is 14000 ft. Airspeed is managed. MACH DES NAV
18 h 40 min 24	38000 0.81	-62.5	Selected Altitude is 17700 ft.
18 h 40 min 41	37750 0.81	-63	Speed brakes are commanded.
18 h 40 min 42	37750 0.81	-63	Selected altitude is 17700 ft. Airspeed is managed. THR IDLE OP DES NAV
18 h 40 min 59	37050 0.81	-63.5	Airspeed is selected. The value is set to 272 kt, and then increases progressively.
18 h 41 min 28	34150 0.82	-62	Excess Cabin Altitude warning ON.
18 h 42 min 16	28800 0.78	-51	Selected speed is 319 kt.
18 h 42 min 34	26600 0.76	-47	Vertical speed reaches a minimum of -8750 ft/min.
18 h 43 min 10	22600 321	-37	Speed brakes are not commanded.
18 h 43 min 15	22100 321	-35.5	APU Bleed P/B ON.
18 h 43 min 22	21550 322	-34	APU Bleed Valve is opened.
18 h 43 min 24	21400 323	-33.5	Indicated airspeed reaches a maximum of 323 kt.
18 h 43 min 33	20950 323	-32	X Bleed Valve is opened.
18 h 44 min 34	18450 319	-26.5	SPEED ALT* NAV
18 h 45 min 06	17700 317	-25	SPEED ALT NAV
18 h 45 min 35	17700 319	-25	Excess Cabin Altitude warning OFF.
18 h 48 min 06	17700 319	-25	Engine 1 Pr reaches a maximum of 236 psi.
18 h 49 min 03	17700 319	-25	Airspeed is managed. The value is set to 271 kt.
18 h 49 min 37	17700 296	-24.5	Engine 2 Pr reaches a maximum of 229 psi.
18 h 50 min 21	17700 271	-25	X Bleed Valve is closed.
18 h 50 min 24	17700 271	-25	Engine 1 Pr drops to 18 psi.

Liite 2

18 h 52 min 01	17700 272	-25	Engine 2 Pr drops to 0 psi.			
18 h 52 min 07	17700 272	-25	Selected altitude is 21700 ft. Airspeed is managed to 271 kt. <table border="1" data-bbox="868 302 1369 342"> <tr> <td>THR CLB</td> <td>OP CLB</td> <td>NAV</td> </tr> </table>	THR CLB	OP CLB	NAV
THR CLB	OP CLB	NAV				
18 h 53 min 30	20900 272	-32	<table border="1" data-bbox="868 383 1369 423"> <tr> <td>SPEED</td> <td>ALT*</td> <td>NAV</td> </tr> </table>	SPEED	ALT*	NAV
SPEED	ALT*	NAV				
18 h 54 min 04	21650 272	-34	<table border="1" data-bbox="868 463 1369 504"> <tr> <td>SPEED</td> <td>ALT</td> <td>NAV</td> </tr> </table>	SPEED	ALT	NAV
SPEED	ALT	NAV				
19 h 37 min 21	21700 273	-37.5	Engine 2 Bleed P/B OFF.			
19 h 38 min 02	21700 270	-38	Engine 1 Bleed P/B ON.			
19 h 38 min 04	21700 273	-38	Engine 1 Bleed Fault OFF.			
19 h 38 min 41	21700 268	-38	Engine 2 Bleed P/B ON.			
19 h 38 min 42	21700 268	-38	Engine 2 Bleed Fault OFF.			
19 h 38 min 45	21700 268	-38	Engine 2 PRV is opened. Engine 2 Pr increases up to 45 psi.			
19 h 39 min 06	21700 265	-38.5	APU Bleed P/B OFF.			
19 h 39 min 13	21700 265	-38.5	APU Bleed Valve is closed. Engine 1 PRV is opened. Engine 1 Pr increases up to 47 psi.			
20 h 13 min 53			Landing.			

QRH ABNORMAL PROCEDURES AIR DUAL BLEED FAULT

A330 	ABNORMAL PROCEDURES	REV 26	2.24
		SEQ 200	

AIR DUAL BLEED FAULT

- If ENG 1 BLEED was lost due to a :**
 LEAK on side 1
 ENG 1 FIRE
 Start Air Valve 1 failed open.
 Overpressure with bleed valve 1 failed open
 APU BLEED LEAK FED BY ENGINE
 - DESCENT TO FL100/MEA INITIATE
Descend rapidly to FL100/MEA, with full speedbrakes, to prevent excessive cabin altitude.
 - AVOID ICING CONDITIONS

- IF ICE ACCRETION :**
 - APPR SPD VLS + 10 KT
 - LDG DIST PROC APPLY*Refer to the QRH Part 2.*

- If ENG 2 BLEED was lost due to a :**
 LEAK on side 2
 ENG 2 FIRE
 Start Air Valve 2 failed open.
 Overpressure with bleed valve 2 failed open
 - X BLEED CHECK CLOSED
 - DESCENT TO FL220/MEA INITIATE
Descend rapidly to FL220, with full speedbrakes, to recover the bleed supply from the APU.
 - APU START
Start the APU during the descent.

- AT, OR BELOW, FL220 :**
 - WING A.ICE OFF
APU BLEED must not be used for wing anti-ice.
 - APU BLEED ON
 MAX FL220
 AVOID ICING CONDITIONS

- IF ICE ACCRETION :**
 - APPR SPD VLS + 10 KT
 - LDG DIST PROC APPLY*Refer to the QRH Part 2.*



Code : 0128 = Mod : (51788 + 51790) = (51788 + 54786)
(FWC X8 + BMC M4) Display of "Fed By Engine" when APU Bleed Leak with APU Bleed Valve closed.

A330 	ABNORMAL PROCEDURES	REV 26	2.25
		SEQ 001	

AIR DUAL BLEED FAULT (CONT'D)

■ **In all other cases :**

- DESCENT INITIATE
Descend rapidly to FL220, with full speedbrakes, so that the bleed supply may be supplied by the APU, if the bleed system recovery is not successful.

● **If both packs are available :**

If both packs are operative, it can be suspected that the second bleed system failed due to excessive demand. Recovery of the second failed engine bleed may be attempted.

■ **If ENG 1 BLEED is lost first :**

- PACK 1 OFF
- ENGINE 2 BLEED ON

■ **If ENG 2 BLEED is lost first :**

- PACK 2 OFF
- ENGINE 1 BLEED ON

● **If engine bleed recovery was not successful, or if one pack is inoperative :**

- X BLEED CHECK OPEN
- DESCENT TO FL220/MEA CONTINUE
Descend rapidly to FL220, with full speedbrakes, to recover the bleed supply from the APU.
- APU START
Start the APU during the descent.

● **AT, OR BELOW, FL220 :**

- WING A.ICE OFF
APU BLEED must not be used for wing anti-ice.

- APU BLEED ON

MAX FL220

AVOID ICING CONDITIONS

● **IF ICE ACCRETION :**

- APPR SPD VLS + 10 KT
- LDG DIST PROC APPLY

Refer to the QRH Part 2.

R
R
R
R
R

ECAM PROCEDURE AIR ENG 1(2) BLEED FAULT

AIR ENG 1(2) BLEED FAULT

This Topic is relevant to the whole fleet

This caution appears in case of overheat, overpressure or low pressure.

-ENG BLEED affected (if not automatically closed)

OFF

The ENG BLEED is not automatically closed in case of LO PR.

The FAULT It extinguishes when the failure disappears (overheat or overpressure).

PACK FLOW is limited to 80 %.

STATUS

INOP SYS

ENG 1 (2) BLEED

AIR ABNORM BLEED CONFIG

Refer to associated procedure.

Liite 4

ECAM PROCEDURE AIR ABNORMAL BLEED CONFIG

AIR ABNORM BLEED CONFIG

This Topic is relevant to the following aircraft: 994, 1007, 1013, 1023, 1067, 1078

At least one BLEED system is faulty, off, or not supplied.

- If BLEED is abnormally selected off :

ENG 1(2) BLEED OFF

- IF BLEED NOT RECOVERED

-X BLEED

CLOSE or OPEN

CLOSE, if :

- LEAK, or
- ENG FIRE (detected, or FIRE pushbutton pressed), or
- Engine start valve failed open, or
- Overpressure with bleed valve failed open.

OPEN in all other cases.

- X BLEED OPEN

- If WING A. ICE off, and no engine failed :

-PACK FLOW LO

Pack flow is limited to 80 %

-FWD CRG COOLING OFF

- If WING A. ICE on or one engine failed :

-PACK (affected side if opposite pack healthy) OFF

Note : If the pack is switched off following an engine shutdown, it may be recovered, provided performance permits and wing anti-ice is selected off.

STATUS

INOP SYS

ONE PACK ONLY IF WAI ON

ENG 1 (2) BLEED
FWD CRG TEMP

PACK 1 (2)
(if selected off)

■ X BLEED CLOSE

-WING A. ICE

OFF

AVOID ICING CONDITIONS

Note : APU BLEED must not be used for wing anti-ice purposes, or after ENG 1 FIRE.

STATUS

● IF ICE ACCRETION :

-APPR SPD VLS + 10 KT

-LDG DIST PROC APPLY

Refer to the QRH Part 2, or to the

FCOM 3.02.80.

INOP SYS

WING A. ICE
ENG 1 (2) BLEED
FWD CRG TEMP
PACK 1(2)

Liite 4

ECAM PROCEDURE CAB PR EXCESS CAB ALT

	<u>CAB PR EXCESS CAB ALT</u>	
--	-------------------------------------	--

This Topic is relevant to the whole fleet

Rely on the

CAB PR

EXCESS CAB ALT warning even if not confirmed on the CAB PRESS page. This warning can be triggered by a cabin pressure sensor different from the one used to control the pressure and display the cabin altitude on the SD.

-CREW OXY MASK (if above FL 100) ON

- If above FL 100, and under FL 160 :

-DESCENT INITIATE

-MAX FL 100/MEA

- If above FL 160 :

-SIGNS ON

EMER DESCENT

-DESCENT INITIATE

-THR LEVERS (if A/THR not engaged) IDLE

-SPD BRK FULL

-SPD MAX/APPROPRIATE

Descend at maximum appropriate speed. However, if structural damage is suspected, use the flight controls with care and reduce speed as appropriate.

Landing gear may be extended below 21 000 feet. In this case, speed must be reduced to VLO/VLE.

-ENG START SEL IGN

-ATC NOTIFY

Notify ATC of the nature of the emergency and state intentions.

If ATC cannot be contacted, select ATC code A7700, or transmit a distress message on one of the following frequencies :

(VHF) 121.5 MHz, or (HF) 2182 KHz, or 8364 kHz.

Note : To save oxygen, set the oxygen diluter selector to the N position. With the

oxygen diluter selector set to 100 %, oxygen quantity may not be sufficient for the entire descent profile. Ensure that the flight crew can communicate wearing oxygen masks. Avoid continuous use of the interphone to minimize the interference from the noise of the oxygen mask. When descent is established and if time permits, check that the OUTFLOW VALVES are closed on the CAB PRESS ECAM page. If they are not closed and ΔP is positive, select manual control and the V/S CTL switch to full down.

-MAX FL 100/MEA

● IF CAB ALT > 14 000 FT :

-PAX OXY MASKS MAN ON

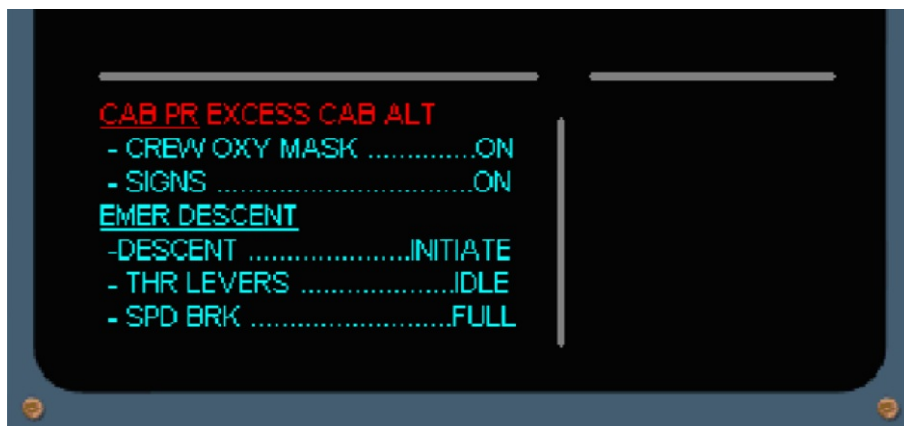
This action confirms that the passenger oxygen masks are released.

Note : Notify the cabin crew, when the aircraft reaches a safe flight level, and when cabin oxygen is no more necessary.

STATUS

MAX FL 100/MEA

ECAM-NÄYTTÖ CAB PR EXCESS CAB ALT



**OH-LTS:N OHJAAMOMIEHISTÖLLÄ KÄYTÖSSÄÄN OLLUT FINNAIR OYJ:N
CIS-TIEDOTE OH-LTO:N DBL-TAPAHTUMASTA****TECHNICAL INFO**

LTO DUAL BLEED LOSS

Tässä lyhyesti tekniikan kuvaus tapahtuneesta ja alustava analyysi siihen johtaneista syistä. OH-LTO:ssa menetettiin vian takia molempien moottorien vuodatusjärjestelmät. Vian syy on hyvin suurella todennäköisyydellä vuodatusjärjestelmän paineanturiin kertynyt kosteus, joka on korkealla lennettäessä jäänyt. Kosteuden jäätyessä paineanturi näytti liian korkeaa painetta. Tämä johtaa siihen, että BMC sulkee järjestelmän paineensäätelyventtiilin ja ECAMille tulee BLEED # FAULT. LTO:n tapauksessa painelukemat SD:llä olivat 120 psi...230 psi. Jos paine olisi oikeasti näin korkea, myös järjestelmän ylipaineventtiili sulkeutuisi (Overpressure Valve). OPV on täysin pneumaattisesti ohjattu, eikä BMC:n toiminta vaikuta siihen. Järjestelmässä on myös toinen samanlainen paineanturi (Transferred Pressure Transducer), joka mittaa painetta korkeapainevuodatusventtiilin (HPV) ja PRV:n välissä.

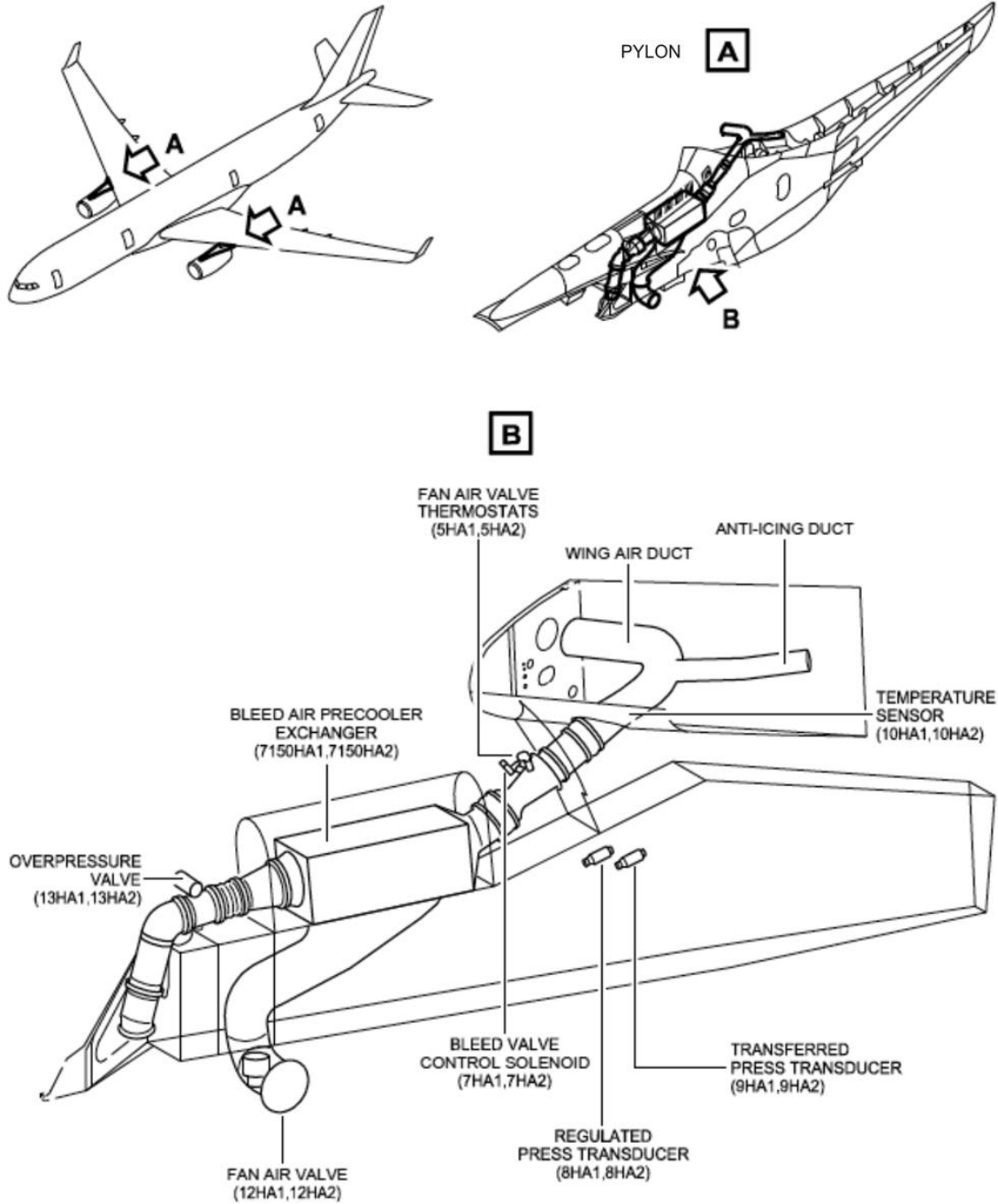
LTO:sta on vaihdettu kaikki neljä pressure transduceria. Tämän jälkeen vastaavia ongelmia ei ole ollut. Irratetuista Regulated Pressure Transducereista löytyi silminhavaittavaa kosteutta.

Vastaavia tapauksia on ollut muillakin A330-operaattoreilla. Tämän asian johdosta ei kannata olla erityisen huolestunut, mutta olkaa kuitenkin tarkkaavaisia.

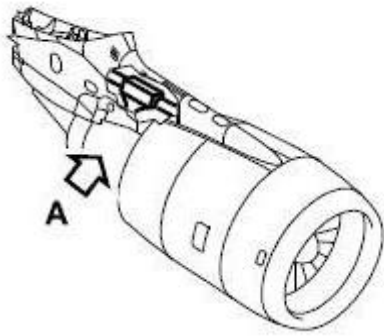
Teknikka tulee tarkastamaan lähivuorokausien aikana kaikki kyseiset paineanturit A330-koneista.
16.12.2010 18:43

A330-LENTOKONEEN MOOTTOREIDEN VUODATUSILMAJÄRJESTELMÄN LAITTEET

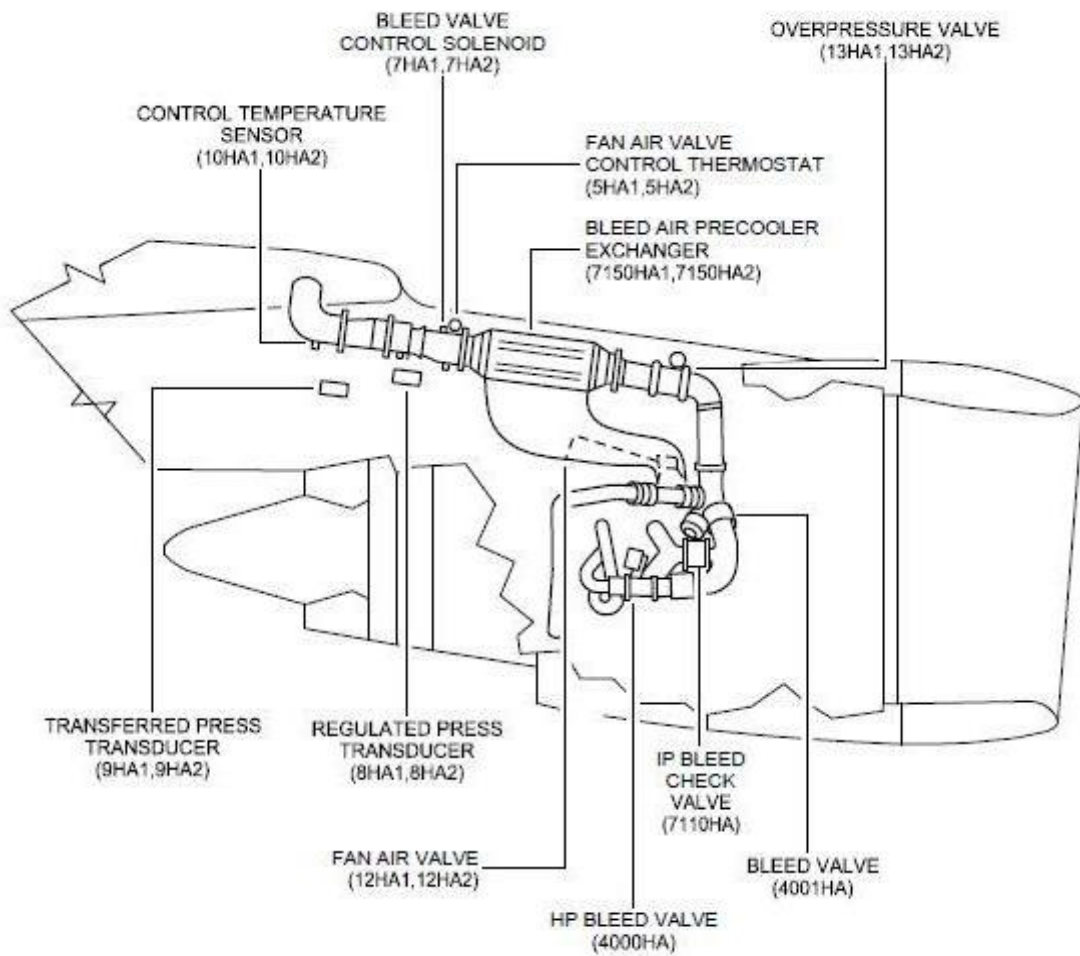
Lähde: Aircraft Maintenance Manual



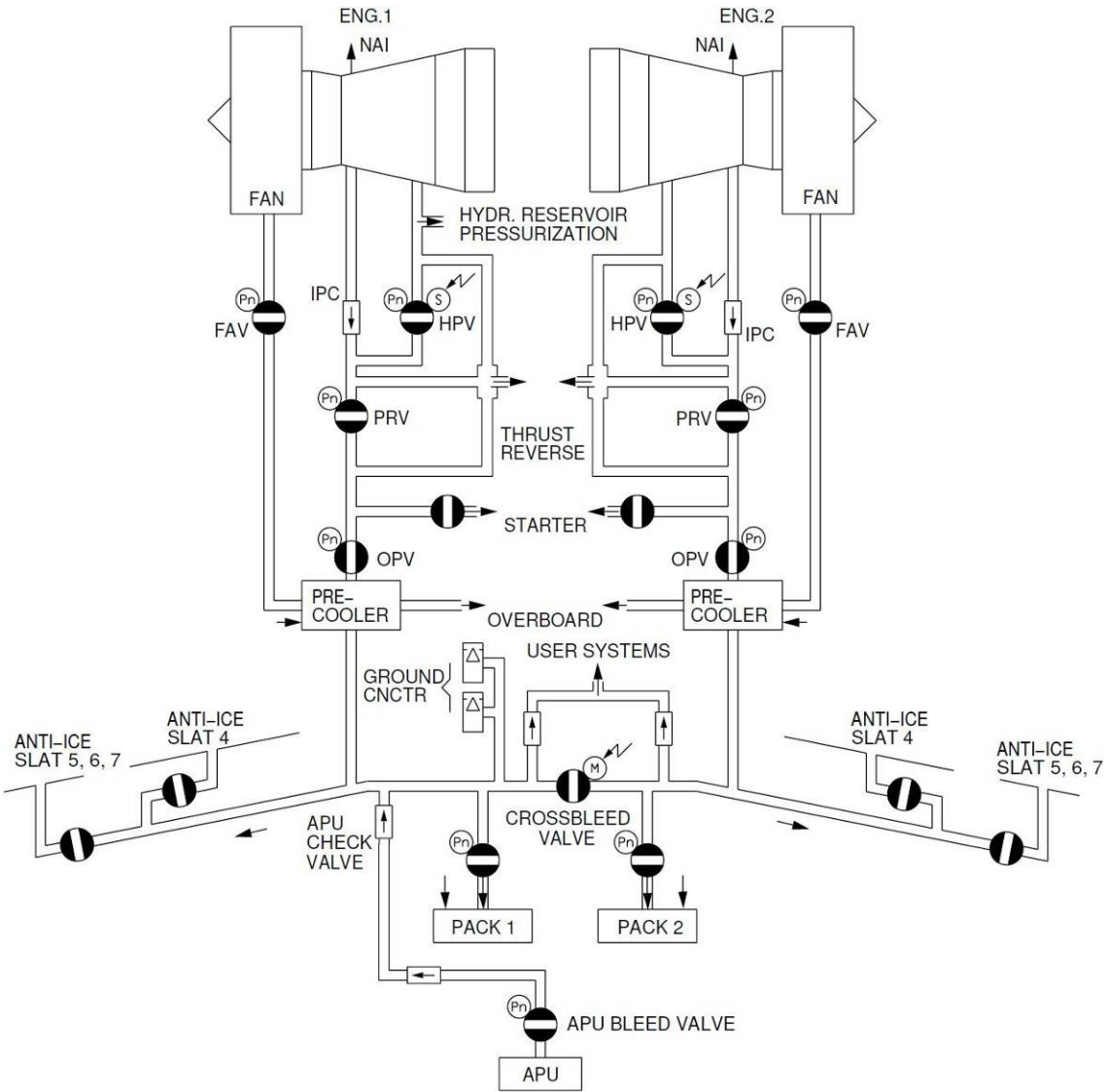
Liite 6



A

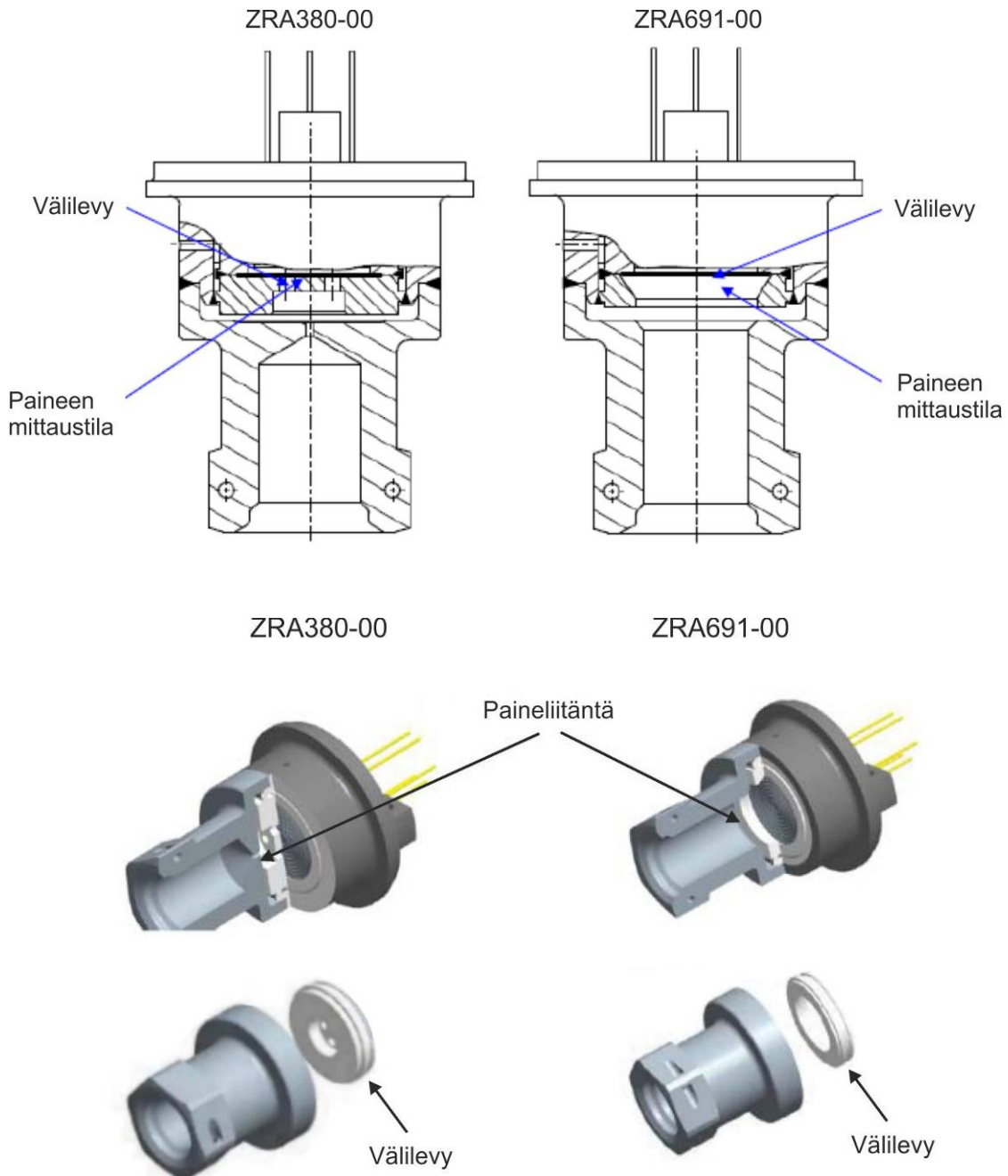


A330-LENTOKONEEN VUODATUSILMAJÄRJESTELMÄN TOIMINTAKAAVIO



PAINEANTUREIDEN P/N ZRA380-00 JA ZRA691-00 RAKENTEEN EROT

Paineanturin toista versiota, p/n ZRA380-00, modifioimalla on suunniteltu ja rakennettu kolmas versio, p/n ZRA691-00. Oleelliset erot versioiden välillä ovat välilevyssä sekä välilevyn ja metallisen erotuskalvon väliin jäävässä paineen mittaustilassa. Toisen version välilevyssä olevat neljä pientä reikää on poistettu kolmannessa versiossa, jotta vältettäisiin jään aiheuttama tukkeutuminen. Tilalla on yksi iso reikä. Toisessa versiossa paineen mittaustilan korkeus on 0,17 mm. Kolmannessa versiossa paineen mittaustilan korkeutta on kasvatettu 5,2 mm:iin.



Nämä kuvat ovat Auxitrol SA:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol SA:ta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol SA:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol SA:n liikesalaisuuden piiriin.

VALOKUVAT ESTERLINE-AUXITROLILLA TUTKITUISTA PAINANTUREISTA



OH-LTO:n vasemmasta moottorista irrotetut paineanturit, vas. s/n ASA12735 ja oik. s/n 188



OH-LTO:n oikeasta moottorista irrotetut paineanturit, vas. s/n ASA12571 ja oik. s/n ASA12736



OH-LTS:n vasemmasta moottorista irrotettu paineanturi s/n ASA14074

Nämä kuvat ovat Auxitrol SA:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol SA:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol SA:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol SA:n liikesalaisuuden piiriin.

Liite 9

PAINANTUREIDEN ULOSTULOJÄNNITTEEN VAKAVUUSTESTIT ESTERLINE-AUXITROLILLA

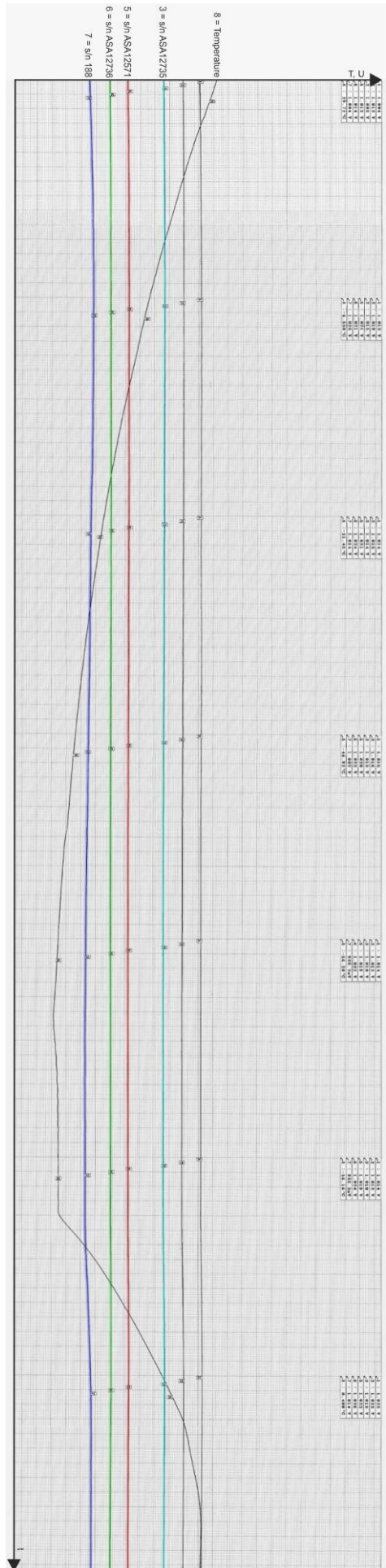
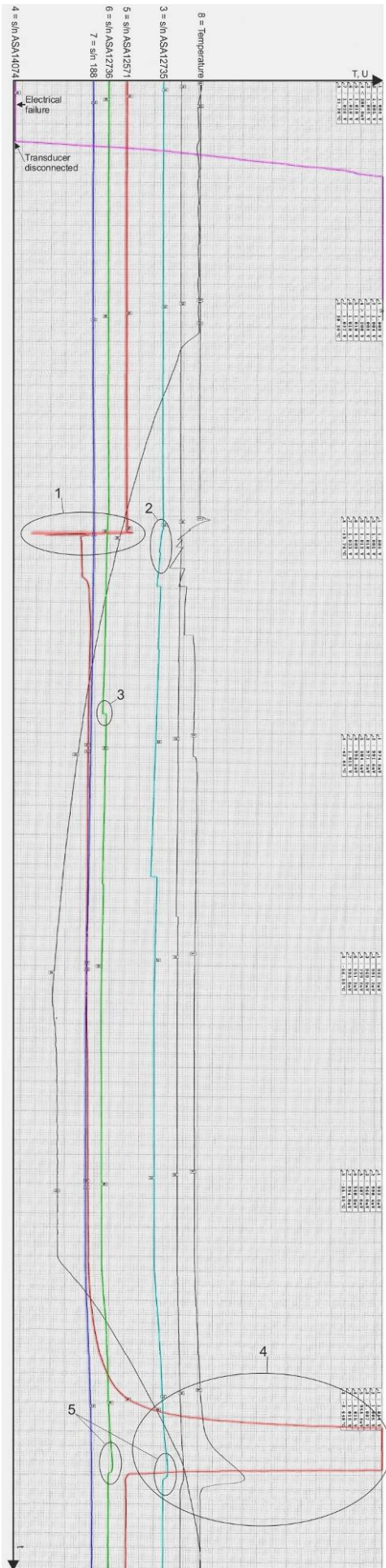
Seuraavalla sivulla esitetään kuvat⁷ Esterline-Auxitrolilla painantureille tehdyistä ulostulojännitteen vakavuustesteistä. Kuvien poikittaissuunnassa kulkee lämpötila- ja jänniteakseli (T, U). Pitkittäissuunnassa kulkee aika-akseli (t). Yhden ruudun pituus vastaa yhtä minuuttia. Vasemmanpuoleinen kuva on ennen uunitusta tehdystä testistä ja oikeanpuoleinen uunituksen jälkeen tehdystä testistä.

Vasemmanpuoleisessa kuvassa esitetään kahdeksan käyrää ja oikeanpuoleisessa kuvassa seitsemän käyrää. Käyrät on numeroitu. Käyrät 1 ja 2 eivät liity tähän tutkintaan. Käyrät 3–7 kuvaavat tämän tutkinnan painantureita: 3 = s/n ASA12735, 4 = s/n ASA14074, 5 = s/n ASA12571, 6 = s/n ASA12736 ja 7 = s/n 188 (ensimmäinen versio). Käyrä 8 kuvaa painantureiden testauskammion lämpötilaa. Oikeanpuoleisessa kuvassa ei ole käyrää 4, koska sitä vastaava painanturi s/n ASA14074 jätettiin sähkövian takia pois testistä.

Seuraavassa on selvitetty yksityiskohtaisesti Esterline-Auxitrolin raportin mukaisesti vasemmanpuoleisen kuvan ympyröidyt kohdat 1–5 huomioiden uunituksen jälkeen tehty vakavuustesti:

1. Testauskammion lämpötilan ollessa noin -20 °C, painanturissa s/n ASA12571 (käyrä 5) ollut vesi jäätynyt ja siten vaikutti ulostulojännitteeseen. Tässä tapauksessa ulostulojännite oli tyypillinen virhetoiminta; ensin pieni piikki ylöspäin ja sitten useita piikkejä alaspäin sahanterämäisesti. Ulostulojännite ei ollut hyväksyttävissä, koska negatiivinen poikkeama oli noin 200 mV.
2. Lämpötilassa -20 °C huomataan myös painanturin s/n ASA12735 (käyrä 3) ulostulojännitteen vaihtelua, mutta vähemmän kuin painanturilla s/n ASA12571. Ulostulojännitteen käyttäytyminen ei ollut normaalia ja tarkoittaa, että painanturissa oli vettä, mutta ulostulojännite oli kuitenkin toleranssissa.
3. Lämpötilassa -40 °C huomataan vaihtelua painanturin s/n ASA12736 (käyrä 6) ulostulojännitteessä, vaikkakin vähemmän kuin painantureissa s/n ASA12571 ja ASA12735. Joka tapauksessa käyttäytyminen ei ollut normaalia ja tarkoittaa, että painanturissa oli vettä, mutta ulostulojännite oli kuitenkin toleranssissa.
4. Testauskammion lämpötilan ollessa noin -8 °C vesi oli jäätyneenä painanturin s/n ASA12571 (käyrä 5) painetilassa estäen metallisen erotuskalvon liikkumisen. Painetila tuotti painetta siellä olleiden materiaalien erilaisten laajenemiskertoimien vuoksi. Paine nousi hyvin nopeasti yli hälytysrajapaineen, 60 psi (4,13 bar), ja oli sen yläpuolella vähintään 15 sekunnin ajan. Paineen nousu alkoi suunnilleen -30 °C:n kohdalla, vaikkakin hyvin loivasti. Testikammion lämpötilan noustessa 14 °C:seen painetilan lämpötila saavutti jään sulamispisteen, noin 0 °C, ja vapautti painetilan tuottaman paineen. Tästä syystä painanturin ulostulojännite palautui normaaliksi.
5. Painantureissa s/n ASA12735 ja ASA12736 huomataan hidas jännitteen nousu, jota seuraa pieni ja nopea jännitteen lasku. Jännitteen vaihtelu ylittää sallitun raja-arvon. Tämän perusteella painantureissa oli vettä, mutta ei riittävästi tuottamaan häiriötilanvaroitusta lentokoneessa. Mahdollisesti vesi on osittain kadonnut irrotuksen ja/tai kuljetuksen aikana.

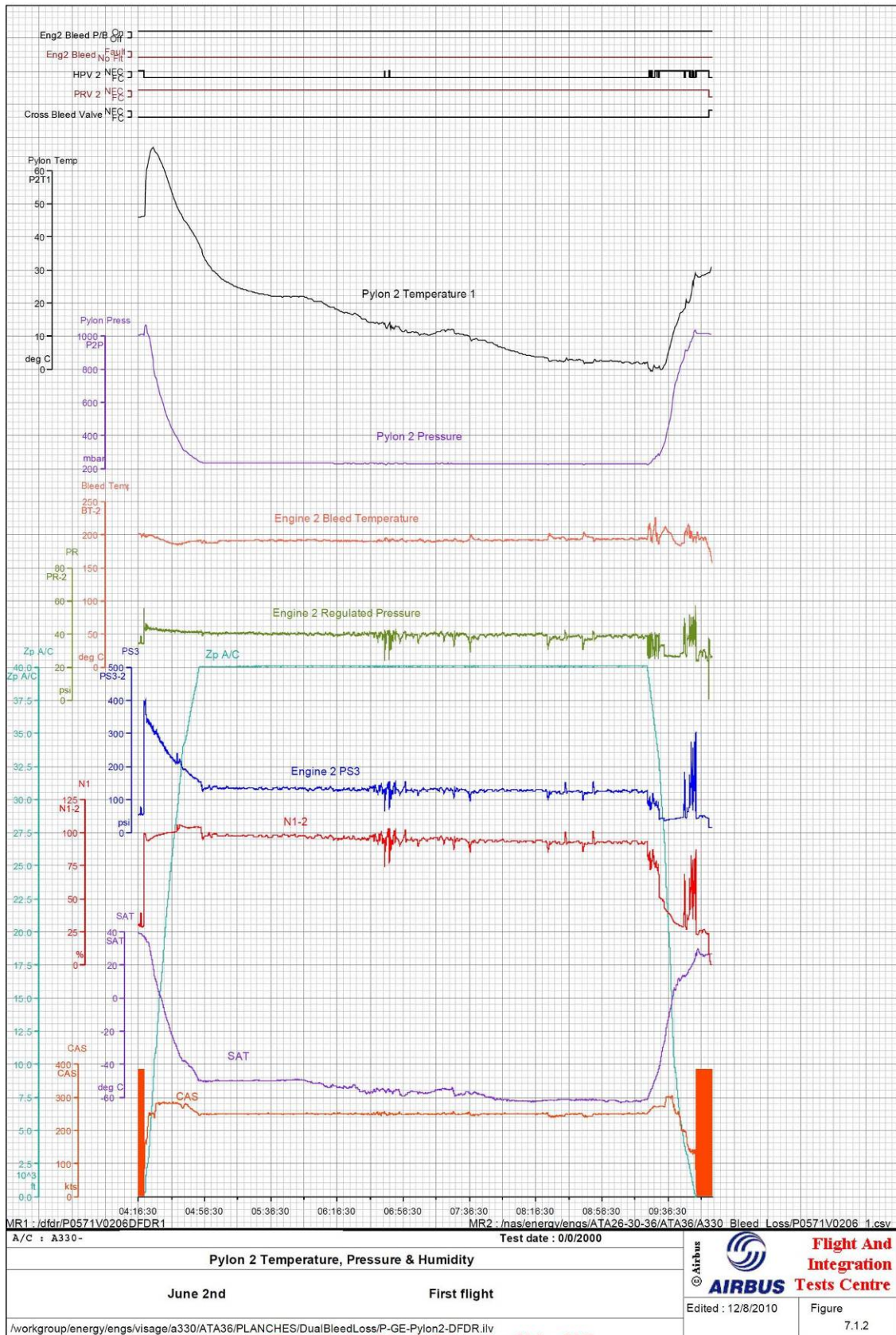
⁷ Nämä kuvat ovat Auxitrol SA:n omaisuutta. Niiden kopiointi, käyttö tai julkaiseminen mihinkään muuhun tarkoitukseen kuin A330-lentokoneen vuodatusilmajärjestelmän esittämiseen on kielletty ilman Auxitrol SA:lta ennalta hankittua kirjallista lupaa. Kuvissa esitetty tietosisältö kuuluu Auxitrol SA:n patenttien tai mahdollisten patenttihakemusten alaisuuteen ja luetaan Auxitrol SA:n liikesalaisuuden piiriin.



AIRBUSIN KOELENNON TULOKSIA GRAAFISESSA MUODOSSA

A330 - ATA 36 - Dual Bleed Loss Investigation

G3600TRA101938



OPERATOR INFORMATION TELEX, REF: SE 999.0015/11 REV 01, 25.8.2011

Subject: DUAL BLEED LOSS (DBL) ACTION PLAN

FROM : AIRBUS CUSTOMER SERVICES TOULOUSE

OPERATOR INFORMATION TELEX - OPERATOR INFORMATION TELEX

TO: ALL A330 OPERATORS

SUBJECT: ATA36 - Dual Bleed Loss (DBL) action plan.

OUR REF.: SE 999.0015/11 REV 01 dated 25 Aug 2011, OUR PREVIOUS REF.: SE 999.0015/11 dated 16 Feb 2011.

OIT Classification: MAINTENANCE ADVICE

REFERENCED DOCUMENTS:

REF.1: TFU 36.11.00.065 DUAL BLEED LOSS OVER TEMPERATURE

REF.2: TFU 36.11.00.069 DUAL BLEED LOSS OVER PRESSURE

REF.3: 2010 A330/A340 Technical Symposium, ATA36 presentation

REF.4: IPC 36-11-06-10 and 36-11-06-10A transducer 8HA1 (2)

REF.5: Auxitrol ACMM 36-11-08

REF.6: Airbus SIL 36-051 ENGINE BLEED AIR SYSTEM COMPONENTS EVOLUTION & INTERCHANGEABILITY

****BEG REV****

REF.7: Airbus SB A330-36-3039

REF.8: RIL G36M11020430

****END REV****

0. REASON FOR REVISION

The original issue of this OIT described reported Dual Bleed Loss (DBL) events and their impact on flight operations. It also informed operators of the actions launched in the fleet and provided recommendations to prevent DBL occurrence.

This revision provides feedback on root cause and informs of actions that can be taken on aircraft with pressure transducer PN ZRA380-00 supplied by Auxitrol and alternate pressure transducer PN APTE-182-1000- 30barg supplied by Kulite (mod 42266).

This revision also provides information (REF.7 and REF.8) concerning new Auxitrol pressure transducer PN ZRA691-00 that addresses DBL occurrences.

THE UPDATED PARAGRAPHS ARE INDICATED BETWEEN ****BEG REV**** and ****END REV****

1. PURPOSE

Dual Bleed Loss (DBL) events have been reported to Airbus. These events have an impact on flight operations, with subsequent rapid descent and potential exposure to emergency descent and use of oxygen masks. In 2007 Airbus implemented a specific Liebherr / Airbus task force to tackle the technical issues (Ref.3), also involving Auxitrol since 2009.

Liite 11

Although the number of events had remained stable since 2008, in 2010 a total of 12 events were reported, 7 of which in December. Subject OIT is released to advise operators of the latest developments and provide recommendations to prevent DBL re-occurrence.

2. DESCRIPTION

Two main failure modes are driving DBL events:

- Over-temperature faults
- Over-pressure faults

For over temperature faults, a number of improvements have already been defined and are available to customers as per TFU REF.1 and presentation (REF.3). In service experience has shown that incorporation of these actions has significantly reduced the number of cases of dual bled loss over the last 2 years.

Airbus therefore recommends all operators to complete the implementation of the solutions described in TFU 36.11.00.065.

For over-pressure faults, two different scenarios have been identified:

1/ Over-pressure at take-off due to pressure overshoot at engine thrust increase (faults triggered up to 1500ft), 2/ Faulty indication of the regulated pressure transducer (8HA1 (2)) during cruise/descent.

With regards to scenario 1/ at take-off, the following actions have proven to reduce exposure:

- Apply a 2-step engine thrust increase as per FCOM 3.03.12
 - Consider performing take-off with air conditioning packs selected ON.
- This will avoid the configuration where engine bleed is used with no bleed demand, which may cause transitory pressure overshoots.

With regards to scenario 2/ in cruise/descent, investigation has confirmed that the significant increase of DBL occurrences in December 2010 was due to over-pressure erroneous indications.

Note: all Dec10 DBL events were reported on GE CF6-80E1 powered A330 aircraft. The reason for this specific fleet only being affected is linked to environmental conditions for the pressure transducer PN ZRA380-00 in the aircraft pylon area (IPC REF.4).

DFDR analyses and laboratory investigations have confirmed that the erroneous indication of the regulated pressure is linked to the combination of the following contributing factors:

- Moisture condensation in the sensing chamber of the pressure transducer 8HA1 (2).
- Negative environmental temperatures at transducer level, leading to freezing of the water contained in the sensing chamber.

As a consequence, the indicated regulated pressure is erroneous.

When the indicated regulated pressure exceeds 60 psig for 15 seconds, an over-pressure fault triggers the AIR ENG BLEED FAULT ECAM warning associated with fault message PRESS REG-V (Ei-4001HA) and also in some cases OVERPRESS-V (13HAi)/ PRESS XDCR (8HAi).

In-service experience has shown that the erroneous indication scenario is more likely to be seen during the winter period and all on A330 with GE engine. It is also to be noted that a sampling for single bleed faults shows that approximately 30% of the A330 GE fleet has been affected by such faults. Some cases of single bleed faults have also been identified on the PW & RR A330 fleet.

3. MITIGATING ACTIONS FOR THE A330/GE CF6-80 FLEET

In order to mitigate exposure to potential DBL occurrences, Airbus would like to make A330/GE CF6-80 operators aware of additional recurrent maintenance actions listed below:

****BEG REV****

3.1. Periodic maintenance actions

3.1.1 Airbus recommends to periodically (1A check to 3A check, ie 900FH or 150 days to 2700FH or 450 days) drain any water contained in the sense line connected between pressure transducer 8HA1(2) and the Pressure Regulating Valve (PRV). This sense line cleaning procedure is documented in AMM 36-11-16 PB06.

3.1.2 Airbus also recommends to periodically (1A check to 3A check, ie 900FH or 150 days to 2700FH or 450 days) remove pressure transducer 8HA1(2) with PN ZRA380-00 (supplied by AUXITROL) and carry out transducer drying, as per Auxitrol ACMM 36-11-08.

3.1.3. If available in their stock, operators can install non affected Auxitrol pressure transducer PN ZRA1990030 (MOD41862). However, please note this transducer is no longer manufactured.

3.2. Single bleed fault monitoring

Malfunction of regulated pressure transducer PN ZRA380-00 or PN APTE- 182-1000-30BARG can be suspected in the event of class 1 fault messages PRESS REG-V (Ei-4001HA) and/or OVERPRESS-V (13HAi)/ PRESS XDCR(8HAi) being triggered during phase 6, particularly if the event occurs after at least 1 hour into the flight. These fault messages can be monitored via the PFR or via Airman when available. In case of triggering of these faults, Airbus recommends to apply the maintenance actions in paragraph 3.1 as soon as possible for PN ZRA380-000. Airbus recommends timely transducer removal for PN APTE-182-1000-30BARG.

****END REV****

4. FINAL FIX

****BEG REV****

Auxitrol have designed a modified pressure transducer PN ZRA691-00 to replace PN ZRA380-00. Availability of first serial units is planned for September 2011.

An Airbus modification will be opened to identify the change. It will be applicable to CF6-80E1 powered A330 aircraft only. The corresponding SB A330-36-3039 (REF.7) will address A330/CF6-80E1 in-service aircraft. Target date for SB release is beginning of September 2011.

Liite 11

An urgent Airbus monitored retrofit campaign will be launched for SB A330-36-3039 (REF.7). The objective of this campaign is to expedite introduction of PN ZRA691-00 on one engine (position 8HA1) of all GE CF6-80E1 powered A330 aircraft before the 2011/2012 winter (northern hemisphere) starts, in order to decrease fleet exposure to DBL events. This campaign is scheduled to begin in September 2011. A dedicated Retrofit Information Letter G36M11020430 (REF.8) will be dispatched beginning of September 2011 to the affected operators. The logistics aspects have been agreed with Auxitrol to ensure delivery of PN ZRA691- 00 to the operators starting in September 2011. Airbus objective is to have all parts to cover replacement of 8HA1 on all A330/CF6-80E1 aircraft delivered by the beginning of December 2011.

Airbus requests that affected operators respond timely to the forthcoming RIL.
END REV

5. A330/PW4000 and A330/Trent700 FLEETS

BEG REV

Airbus does not recommend any retrofit nor specific mitigating actions for the A330/PW4000 and A330/Trent700 fleets. For these fleets, single bleed fault monitoring as described in paragraph 3.2. can be done. In case of repetitive triggering of class 1 fault messages PRESS REG-V (Ei-4001HA) and/or OVERPRESS-V (13HAi)/ PRESS XDCR (8HAi) during flight phase 6, Airbus recommends timely removal of transducer PN ZRA380-000 or PN APTE-182-1000-30BARG, as applicable.

END REV

6. FOLLOW-UP

No follow-up to this OIT is planned.
Questions about the technical content of this OIT are to be addressed to:

Jerome REAL
Phone +33 (0) 5 61 93 71 85
Fax +33 (0) 5 61 93 36 14
E-mail: jerome.real@airbus.com

Best Regards,

P. GLAPA
VICE PRESIDENT
ENGINEERING SUPPORT
CUSTOMER SERVICES

RETROFIT INFORMATION LETTER SB A330-36-3039 PNEUMATIC – ENGINE BLEED AIR SUPPLY SYSTEM – CHANGE THE BLEED REGULATED PRESSURE TRANSDUCER ON ENGINE 1



RETROFIT INFORMATION LETTER (RIL)

TO

A330 Operators equipped with GE engines

FROM

Claire HAREL

COPY

AIRBUS Programs Support
 AIRBUS Support Engineering
 AIRBUS Service Bulletins
 AIRBUS Warranty
 AIRBUS Support Procurement
 AIRBUS Supplier Monitoring
 Customer Support Directors
 Field Service Stations & Representatives
 AIRBUS Retrofit Department
 Auxitrol Retrofit Department

DATE

12 Sep 2011

PHONE

+33 (0)5 62 11 02 87

E-MAIL

claire.harel@airbus.com

REFERENCE

SEOT2 G36M11020430

SB A330-36-3039

Pneumatic – Engine Bleed Air Supply System – Change the Bleed Regulated Pressure Transducer on Engine 1

Dear Customers,

Please be advised that AIRBUS has launched a monitored retrofit campaign for the change of Pressure Transducer on the Engine 1 pylon on A330 aircraft equipped with General Electric (GE) engines.

The purpose of this letter is to provide logistical advice to complete the retrofit. Please note that exact installation and embodiment instructions must be taken from relevant Service Bulletin.

Please note also that all AIRBUS Monitored Retrofit Information Letters can also be viewed in **Airbus World** portal (Maintenance & Engineering, Access Retrofit Campaigns).

Best regards,

Claire HAREL

Director Retrofit Operations - SEOT2
 Aircraft Embodiment Operations
 AIRBUS Customer Services
 Phone: +33 (0)5 62 11 02 87
 Mobile: +33 (0)6 08 94 02 36
 Fax: +33 (0)5 61 93 27 45
 Mailto: claire.harel@airbus.com

Generic eMail address:
[Mailto:monitored.retrofit@airbus.com](mailto:monitored.retrofit@airbus.com)



1. REASONS

Some operators have reported dual bleed loss events during cruise or descent flight phase. These events occurred because regulated pressure transducer FIN 8HA1 – 8HA2 P/N ZRA380-00 provided an incorrect output pressure signal. This was due to water / condensation ingress within sensitive part of pressure transducer associated to negative temperature surrounding the pressure transducer (freezing effect). All reported cases were on aircraft with General Electric (GE) CF6-80 engines.

The Service Bulletin A330-36-3039 is issued to remove the previous Bleed regulated Pressure Transducer PN ZRA380-00 from the Engine 1 pylon (FIN 8HA1) and install a new Pressure Transducer PN ZRA691-00.

2. TECHNICAL DOCUMENTATION

- AIRBUS SB A330-36-3039 REV00, dated 07 Sep 2011
- MOD. N°201968 C10871 (MOD 202028 for aircraft in production line)
- TFU 36.11.00.069
- OIT SE 999.0015/11 rev01 dated 25 Aug 2011

3. AFFECTED FLEET

This AIRBUS monitored retrofit campaign applies to A330 aircraft equipped with GE engines

4. PART NUMBER EVOLUTION

EQUIPMENT	PRE-MOD P/N	POST-MOD P/N	INTERCHANGEABILITY	MIXABILITY
Pressure Transducer	ZRA380-00	ZRA691-00	352	N/A

If a Pressure Transducer with a different Part Number is found in the position 8HA1, the modification can also be performed.

5. SERVICE BULLETIN ACCOMPLISHMENT MANPOWER

The man-hours (MH) and elapsed time (ET) to accomplish the retrofit are (as per SB):

MH : 5.50 hrs

ET : 5.50 hrs

6. RETROFIT ORGANIZATION AND FOLLOW-UP

Aircraft will be upgraded by Operator using Auxitrol PN ZRA691-00, quantity 1ea per A/C, in position 8HA1.

Spare units are not covered by the retrofit campaign.

- 1) Operators are requested to return the RIL Appendix completed with tentative planning for the replacement of Pressure Transducer. Availability of parts & planning will then be agreed with AIRBUS Retrofit Department.



- 2) Upon parts & planning agreement with AIRBUS Retrofit Department, Operators will place a Purchase Order to Auxitrol for the material.
- 3) Parts transportation from Auxitrol will be FCA.
- 4) Pre-mod ZRA380-00 units can be used on other aircraft types (e.g. A320 family) after return to Auxitrol for re-certification. Parts to be sent to below contact at Auxitrol
- 5) After accomplishment of the modification on impacted aircraft, Operators are requested to report aircraft embodiment status to AIRBUS SB Reporting (sb.reporting@airbus.com).

7. RETROFIT POLICY

The Airbus monitored retrofit campaign is launched to support the embodiment of SB A330-36-3039 before the 2011/2012 winter (northern hemisphere) starts. The objective is to complete the installation on all affected aircraft before the end of year 2011.

Parts PN ZRA691-00 will be provided to Operators on a Free of Charge basis, for orders placed before 30 Nov 2011.

The man hours indicated in Airbus SB A330-36-3039 remain at Operator's costs.

From 01 Dec 2011, commercial conditions and industry support described in Airbus SB A330-36-3039 will then apply.

8. ADMINISTRATION

AIRBUS Retrofit Department is responsible for overall retrofit organization.

Focal point is:

Claire HAREL

Director Retrofit Operations - SEOT2

Aircraft Embodiment Operations

AIRBUS Customer Services

Phone: +33 (0)5 62 11 02 87

Mobile: +33 (0)6 08 94 02 36

Fax: +33 (0)5 61 93 27 45

Mailto: claire.harel@airbus.com

Auxitrol Retrofit Department is responsible for logistics and parts shipment.

Focal point is:

Marguerite AVERENKOVA

Aftermarket Customer Service Manager

Sensors Services Europe

ESTERLINE Advanced Sensors

5, allée Charles Pathé

18941 BOURGES Cedex 9

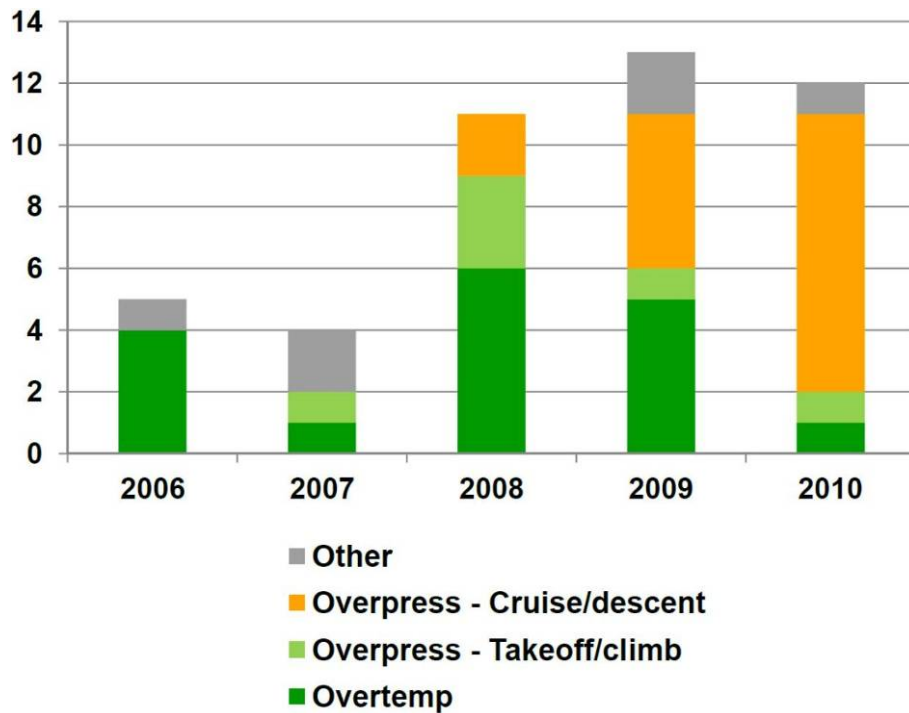
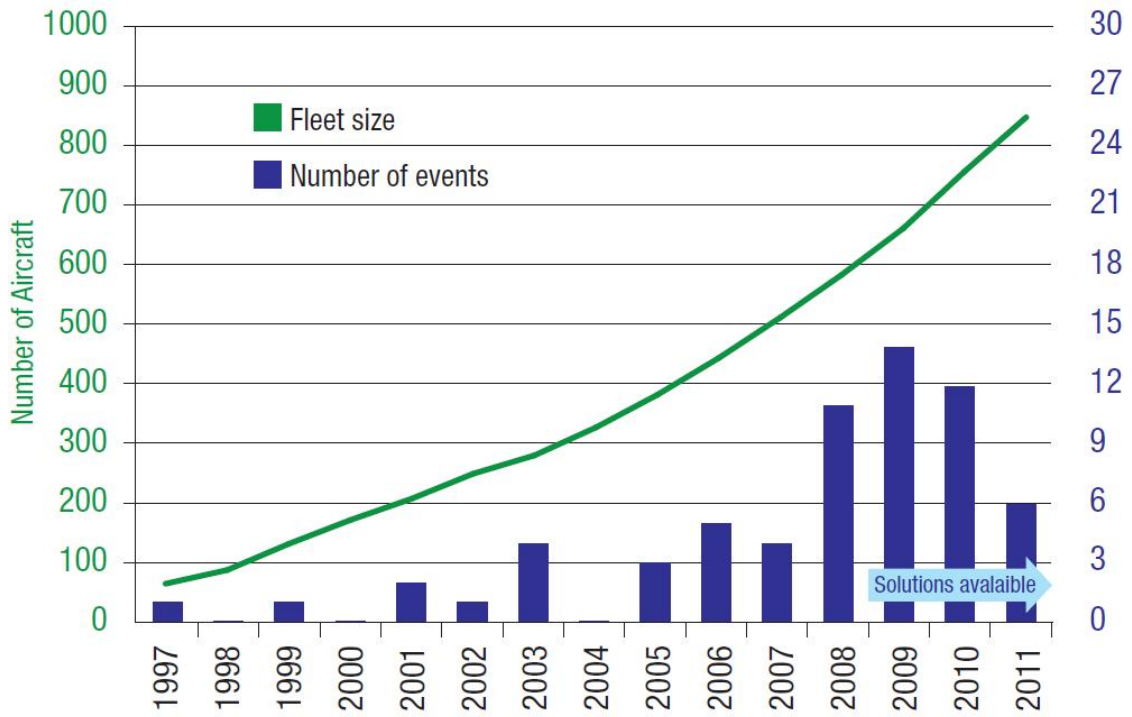
FRANCE

Phone: +33 (0)2 48 66 78 13

Fax: +33 (0)2 48 66 78 11

Mailto: marguerite.averenkova@esterline.com

AIRBUSIN TILASTO A330-LENTOKONEIDEN DUAL BLEED LOSS -TAPAHTUMISTA



Technical Follow-Up

<p>TFU REF : 36.11.00.065</p>	<p>Dual Bleed Loss</p>	<p>TFU STATUS : OPEN</p>
<p>OWNER/EXT : J.REAL Tel : +33 561937185 E-Mail : JEROME.REAL@airbus.com</p>	<p>A/C Affected : A330 Engine Affected : CF6-80E1, PW4100, TRENT-700 PAIR-ISP Item : 08.0191</p>	<p>TFU ISSUE DATE : OCT 2009 TFU FIRST ISSUE DATE : OCT 2009 TFU NEXT ISSUE DATE : JAN 2010 ISSUE NB : 01</p>
<p>DESCRIPTION : Several A330 operators reported cases of Dual Bleed Loss (DBL) failures. Since beginning of year 2006, 25 cases of DBL events have been reported to Airbus. This kind of events could lead to In Flight Turn Back or Emergency descent.</p> <p>CONSEQUENCE : Due to both engine bleed systems inoperative, cabin pressurisation can not be maintained and an aircraft emergency descent is then required.</p> <p>INVESTIGATION STATUS : A joint Airbus and Liebherr team is working on improvements to further reduce DBL events. This team analysed Dual Bleed Loss events and identified two mains failure modes. The first failure mode is Pressure regulation issue (48%) and the second one is Over Temperature issue (52%). The working team identified following potential improvements :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Pressure regulation issue (Over pressure or Low pressure) : <p>This issue is mainly due to a premature closure of OPV (FIN 13HA) during take off or cruise flight phase.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A resetting of OPV closure is reviewed in the aim to change the specification of the ATP closing pressure of the valve from 75-85psig (static) to 82-85psig. - An improvement of Functional test of OPV (AMM task 36-11-53-720-808-1(-2)) is reviewed in the aim to add a masse flow parameter. This masse flow parameter associated to a pressure parameter will ensure the behaviour of OPV considering the OPV actuator leakage. <ul style="list-style-type: none"> 2- Over temperature issue: <p>This issue is mainly due to a loss of muscle pressure to open Fan Air Valve (FIN 12HA) during take off or cruise or top of descent flight phase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - An improvement of Functional test of FAV (AMM task 36-11-54-720-806(-1)) is reviewed in the aim to add a masse flow parameter. This masse flow parameter associated to a pressure parameter will ensure the behaviour of FAV considering the FAV actuator leakage. - MPD task 36361143-01-1 associated to Thc filter cleaning at each 6000FH will become mandatory, referring to MRB. Indeed, for the time being, this MPD task refers to the SIL 36-055. - A Thc improvement is already available. This modification consist to modify the Thc mesh filter . Thc Modification consists in replacing mesh filter by a pollution cover avoiding to reduce muscle pressure sent to the FAV . This modification is covered by Liebherr VSB 398-36-04. 		
<p>IMPACTS CLASSIFICATION Impact on flight OPS : Medium Impact on line maintenance : Medium Impact on shop maintenance : Low Impact on environment : None Effect on flight : Medium Category : Economic Visibility on PAX : High</p>		
<p>RELEVANT DOCUMENTATION Airbus OPS documentation Airbus Maintenance documentation Doc. Ref. Date SIL 36-055 01 15-NOV-2006 (A318, A319, A320, A321, A330, A340)</p>		
<p>VENDOR and PN affected HONEYWELL INTERNATIONAL INC 6743A010000 LIEBHERR AEROSPACE TOULOUSE SAS 398E020000 398E020000</p>		
<p>SERVICE BULLETIN Airbus Vendor Ref. Date 398-36-04 00 Iss 25-SEP-2009 (A330)</p>		
<p>VENDOR and PN solution LIEBHERR AEROSPACE TOULOUSE SAS 398E050000 398E020000</p>		



Technical Follow-Up

<p>TFU REF : 36.11.00.065</p>	<p>Dual Bleed Loss</p>	<p>TFU STATUS : OPEN</p>
<p>OWNER/EXT : J.REAL Tel : +33 561937185 E-Mail : JEROME.REAL@airbus.com</p>	<p>A/C Affected : A330 Engine Affected : CF6-80EL, PW4100, TRENT-700 PAIR-Isr Item : 08.0191</p>	<p>TFU ISSUE DATE : OCT 2009 TFU FIRST ISSUE DATE : OCT 2009 TFU NEXT ISSUE DATE : JAN 2010 ISSUE NB : 01</p>
<p>MITIGATION / INTERIM PLAN : Over temperature issue:</p> <p>Airbus recommends to A330 operators to adjust interval frame of Temperature Control Thermostat (ThC 5HA) Filter cleaning given by MPD task 361143-01-1. In reference to SIL 36-055, the ThC filter cleaning interval customisation could be applied for each operator depending on the operating environment (highly polluted or sandy area).</p> <p>MAINTENANCE ADVICE : N/A</p> <p>OPS ADVICE : Airbus recommends to A330 operators to follow FCOM procedure 3.03.12 associated to take off. Indeed, through this procedure it is requested to adjust engine thrust in two steps. This will avoid to encounter potential Engine bleed air system pressure overshoot (over pressure) during take off phase.</p> <p>REPERCUSSION ON A/C DISPATCH : N/A</p> <p>PERMANENT OR FINAL SOLUTION : A - Over temperature:</p> <p>A-1 Airbus informs A330 operators that modified ThC is available and covered by Liebherr VSB 398-36-04: Through this modification, the ThC mesh filter has been modified. ThC Modification consists in replacing mesh filter by a pollution cover avoiding to reduce muscle pressure sent to FAV. This modification is applied on ThCs, From SN 1830 for PN 398B050000 and from SN 1826 for PN 398E020000</p> <p>A2- ThC filter cleaning MPD task 361143-01-1 update: - As of date this MPD task 361143-01-1 refers to SIL 36-055. From first quarter of year 2011, MPD task 361143-01-1 will become Mandatory as the MPD task update will refer MRB.</p>		