



## Tutkintaselostus

C2/2009L

# Rengasvaurion ja hydraulihäiriön aiheuttama vakava vaaratilanne Helsinki-Vantaan lentoasemalla 22.6.2009

OH-LQE

Airbus A340

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden ja tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös onnettomuuksien tutkinnasta annetussa laissa (373/85) sekä Euroopan Unionin neuvoston direktiivissä 94/56/EY. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

**Onnettomuustutkintakeskus**  
**Centralen för undersökning av olyckor**  
**Accident Investigation Board**

**Osoite / Address:** Sörnäisten rantatie 33 C **Address:** Sörnäs strandväg 33 C  
FIN-00500 HELSINKI 00500 HELSINGFORS

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

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

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

**Internet:** www.onnettomuustutkinta.fi

**Henkilöstö / Personal / Personnel:**

Johtaja / Direktör / Director Tuomo Karppinen

Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director Pirjo Valkama-Joutsen  
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant Sini Järvi  
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator Hannu Melaranta (vv.)  
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator Markus Bergman  
Tii-Maria Siitonen

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator Esko Värhtiö  
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator Martti Heikkilä  
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator Risto Repo

Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator Kai Valonen

---



## TIIVISTELMÄ

Vaaratilanne sattui 22.6.2009 Finnair Oyj:n aikataulunmukaisella lennolla AY58 Shanghaista Kii-nasta Helsinki-Vantaan lentoasemalle Suomeen. Lentokone oli tyypiltään Airbus A340-313 ja rekisteritunnukseltaan OH-LQE. Koneessa oli 195 matkustajaa ja 12 miehistön jäsentä.

Lentoonlähdössä Shanghaissa kello 02.17 (kaikki ajat ovat UTC-aikaa) koneen vasemman pää-laskutelineen sisemmän takarengaan pinnoitus irtosi ja repesi palasiksi. Palaset vahingoittivat koneen laskuteline- ja jarrujärjestelmän hydrauliputkia. Kone jatkoi lentoa Helsinki-Vantaalle, jonne se laskeutui ilman lisävaurioita kello 11.53. Tapahtuma ei aiheuttanut henkilövahinkoja.

Tapahtuma luokiteltiin vakavaksi vaaratilanteeksi. Onnettomuustutkintakeskus asetti 26.6.2009 päätöksellään C2/2009L tutkintalautakunnan, jonka puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Vesa Kokkonen ja jäseniksi tutkijat Jouko Koskimies sekä Niina Aintila. Pelastuspalvelun toimivuuden asiantuntijaksi kutsuttiin palomestari Heikki Harri.

Lentoonlähtö sujui muuten normaalisti, mutta sen aikana ohjaamoon tuli keltainen huomautus (amber caution) BRAKES HOT. Noin kuusi minuuttia lentoonlähdön jälkeen koneen valvontajärjestelmä ilmoitti vuodosta koneen yhdessä hydraulijärjestelmässä (vihreä). Koneen miehistö toimi häiriötilanteessa valvontajärjestelmän ohjeiden mukaan. Noin neljä tuntia lähdön jälkeen koneen valvontajärjestelmä ilmoitti vihreän hydraulinesäiliön määrän laskeneen minimirajaan.

Koneen lähdettyä Shanghain kentän kiitotieltä löytyi renkaan kappaleita, joissa oli merkintä Finnair. Kuminkappaleet toimitettiin koneen välilaskutarkastuksen tehneelle Lufthansan mekaanikolle. Hän ilmoitti asiasta Finnair Oyj:lle Helsinkiin, valokuvasi palaset ja lähetti kuvat sähköpostilla Helsinkiin. Niistä voitiin päätellä, että palat olivat peräisin OH-LQE:n pyörästä numero 6, joka on vasemman päälaskutelineen sisempi takarengas. Alustava tieto rengasvauriosta ilmoitettiin koneen miehistölle noin kolme tuntia ennen laskeutumista ja tarkka tieto kysymyksessä olevasta renkaasta 21 minuuttia ennen laskeutumista.

Lennon aikana miehistö selvitti hydraulijärjestelmän vauriosta aiheutuvia ongelmia sekä tapahtuman edellyttämiä toimenpiteitä. Todettiin, että muun muassa laskuteline on otettava ulos varajärjestelmällä, jolloin keskiteline jää sisään, eikä koneen nokkapyöräohjaus toimi. Myöhemmin saatu tieto rengasvauriosta aiheutti lisäksi epävarmuutta vaurion laajuudesta ja laskutelineen kunnosta. Sen johdosta kapteeni päätti noin 40 minuuttia ennen laskeutumista, että matkustamo valmistellaan laskeutumisessa mahdollisesti syntyvän pakkotilanteen varalta. Helsinki-Vantaan lennonjohdoto oli liikennejärjestelyin mahdollistanut OH-LQE:lle esteettömän lähestymisen ja laskun kiitotielle 22L. Pelastuspalvelu oli hälytetty onnettomuuden varalta. Lasku onnistui hyvin, mutta jarrutuksessa myös koneen toinen hydraulijärjestelmä (sininen) alkoi vuotaa jarruputken liittimeen tulleen vaurion takia. Jarrutuksen jälkeen koneen pysähtyttyä sininen järjestelmä tyhjeni. Kone jouduttiin nokkapyöräohjauksen toimimattomuuden takia pysäyttämään kiitotielle, josta se noin 20 minuutin kuluttua laskeutumisesta hinattiin asematasolle, jossa matkustajat poistuivat koneesta.

Tutkinnassa selvisi, että renkaan numero 6 pinnoite oli lähtökiidossa irronnut ja revennyt palasiksi. Suurella nopeudella irronneet palaset olivat vahingoittaneet laskutelinekuilussa olevia vihreän hydraulijärjestelmän putkia. Myös pyörän numero 2 jarruletkun liitos oli vaurioitunut joko lentoonlähdössä tai laskukiidon aikana. Pyörä numero 2 on vaurioituneen pyörän numero 6 edessä. Vih-



reän järjestelmän nestemäärä laski minimirajaan laskutelineen ylösottolinjaan kuuluvan hydrauliputken repeämästä. Koneen pysähtyttyä sininen järjestelmä tyhjeni vaurioituneesta jarruputken liittimestä.

Vaurioitunut rengas oli aikaisemmin ollut toisessa koneessa. Rengas oli lähetetty pinnoitettavaksi siinä havaitun pistoreiän takia. Pinnoittajalle ei ollut ilmoitettu pistoreiästä eikä sitä pinnoituksessa havaittu. Pinnoituksen jälkeen rengas oli asennettu OH-LQE:hen. Sen jälkeen pistoreiästä oli alkanut vähitellen päästä painetta pinnoituksen ja vyökudosten väliin, jolloin pinnoitus oli alkanut irrota ja revennyt lopullisesti lentoonlähdössä Shanghaissa. Tutkinnassa renkaan kumimateriaalissa havaittiin kuumenemisen aiheuttamia värimuutoksia. On mahdollista, että kuumeneminen on heikentänyt pinnoitteen ja vyökudosten lujuutta, mikä on edistänyt pinnoitteen irtoamista.

Vihreän ja sinisen hydraulijärjestelmän vuodot olivat aiheutuneet suurella nopeudella irronneiden kuminpalasten iskuenergiasta näiden osuessa laskutelinekuilussa oleviin hydrauliputkiin ja pyörän numero 2 jarruputken liittimeen.

Tutkintalautakunta suositti, että Airbus selvittäisi valmistamissaan konetyypeissä laskutelinekuiluihin sijoitettujen hydraulijärjestelmien suojaamistarpeet ja -mahdollisuudet.



## SAMMANDRAG

### Ett allvarligt tillbud på grund av däckskadan och hydraulsystemskadan på Helsingfors-Vanda flygstation 22.6.2009.

Ett tillbud uppkom 22.6.2009 vid en reguljärflygning med Finnair Oyj, AY58 från Shanghai till Helsingfors-Vanda. Flygplanstypen var Airbus A340-313 med registreringsbeteckningen OH-LQE. Det fanns 195 passagerare ombord och en besättning på 12 personer.

Vid start från Shanghai klockan 02.17 (alla tider är UTC-tid) lossnade beläggningen på det inre hjulet i flygplanets vänstra huvudställ och beläggningen trasade sönder i bitar. Bitarna skadade rören i flygplanets hydraul- och bromssystem. Flygplanet fortsatte flyget till Helsingfors-Vanda, där flygplanet landade klockan 11.53. Händelsen gav inte upphov till några personskador.

Händelsen klassades som ett allvarligt tillbud (serious incident). Centralen för undersökning av olyckor tillsatte 22.6.2009 genom sitt beslut C2/2009L en haveriutredning, och till ordförande utsågs utredaren Vesa Kokkonen samt som medlemmar utredarna Jouko Koskimies och Niina Aintila. För att undersöka funktionen hos räddningstjänsten kallades som expert brandmästare Heikki Harri.

Flygningen startade normalt utom under starten piloterna fick i förarkabinen en gul anmärkning BRAKES HOT. Ungefär sex minuter efter starten rapporterade flygplanets övervakningssystem en läcka i flygplanets gröna hydraulsystemet. Flygplansbesättningen gick till väga enligt instruktionerna av övervakningssystemet. Ungefär fyra timmar efter starten anmälde flygplanets övervakningssystem att det gröna hydraulsystemet hade tömts.

Efter att flygplanet startat från Shanghais flygplats hittades däckbitar på banan som var märkta med Finnair. Bitarna av däcket lämnades till den mekaniker från Lufthansa som hade klarerat flygplanet under mellanlandningen. Mekanikern anmälde saken till Finnair i Helsingfors, fotograferade bitarna och skickade bilderna med e-post till Helsingfors. Av fotografierna kunde man avgöra, att bitarna härstammade från OH-LQE hjul nummer sex, som är det inre bakre däcket på vänster huvudställ. En preliminär uppgift om däckskadan rapporterades till flygplanets besättning ungefär tre timmar före landningen och exakta uppgifter gällande om däcket kom 21 minuter innan landningen.

Under flygningen klarade besättningen vilka problem som skadorna i hydraulsystemet orsakade samt vad händelsen förutsatte för åtgärder. Man konstaterade bland annat att landningsstället måste tas ut med reservsystemet, vilket innebär att mittstället förblir indraget och att flygplanets framhjulstyrning inte fungerar. Den senare uppgiften om däckskadan orsakade dessutom osäkerhet om skadans omfattning och landningsställens skick. Därför beslöt kaptenen ungefär 40 minuter innan landningen att passagerarkabinen skulle förberedas för en eventuell nödsituation i samband med landningen. Flygledningen vid Helsingfors-Vanda hade ordnat så att OH-LQE obehindrat skulle kunna flyga an mot och landa på bana 22L. Räddningstjänsten hade larmats i fall en olycka skulle inträffa. Landningen lyckades väl, men under inbromsningen började även flygplanets andra hydraulsystem (blåa systemet) läcka på grund av skador i bromsrörets anslutning. Efter att flygplanet stannat tömdes flygplanets blåa system. Eftersom noshjulstyrningen inte fungerade måste flygplanet lämnas på banan varifrån det efter ungefär 20 minuter från landningen bogserades till flygplatsplattan där passagerarna kunde lämna flygplanet.



Vid undersökningen framkom det att beläggningen på däck nummer sex hade lossnat vid starten och slitits i bitar. Bitarna hade lossnat med hög hastighet och hade skadat rören i det gröna hydraulsystemet som finns i utrymme av landningsstället samt anslutningen till bromsröret på hjul nummer två. Hjul nummer två fanns framför det skadade hjulet nummer sex. Det gröna systemets hydraulvätska läckte till minimigränsen genom en spricka i ett hydraulrör som tillhör landningsställets uppfällningsanordning. Efter att flygplanet stannat tömdes det blåa systemet genom den skadade bromsrörsanslutningen.

Det skadade däcket hade tidigare funnits i ett annan flygplan. Däcket hade lämnats för regummering på grund av ett stickhål i däcket. Regummeraren hade inte fått någon information om stickhållet och det upptäcktes inte under regummeringen. Efter regummeringen monterades däcket på OH-LQE. Därefter hade det så småningom börjat läcka ut trycket från stickhållet till skiktet mellan beläggningen och korden vilket medfört att beläggningen börjat lossna och slutligen slitits loss vid starten i Shanghai. Vid undersökningen kunde man i däckets gummimaterial spåra färgförändringar beroende på upphettning. Det är möjligt att upphettningen har försvagat beläggningen och kordens hållfasthet vilket har främjat beläggningens lossning.

Läckorna i det gröna och blåa hydraulsystemet orsakades av anslagsenergin från gummibitar som lossnat med stor hastighet och träffat landningsställets hydraulrör och bromsrörsanslutningen för hjul nummer två.

Haveriutredningen rekommenderade att Airbus Industries skulle klarlägga behovet av och möjligheterna till att skydda de hydraul- och elsystem som finns i landningsställets schakt.



## SUMMARY

### **Serious incident at Helsinki-Vantaa Airport due to tread separation and hydraulic failure, 22 June 2009**

An incident occurred on the Finnair scheduled flight AY58 flew from Shanghai, China to Helsinki-Vantaa Airport, Finland on the 22 June 2009. The aircraft type was an Airbus A340-313, registration OH-LQE. There were 195 passengers and 12 crew members on board.

The tread of the inner rear wheel in the left landing gear detached and broke into pieces during takeoff at 02.17 (all times are in UTC time). Rubber debris damaged hydraulic lines on the aircraft's landing gear and brake systems. The flight proceeded to Helsinki-Vantaa, landing at 11.53 without any further damage. No persons were injured in this incident.

The incident was classified as a serious incident. On 26 June 2009, Accident Investigation Board Finland appointed investigation commission C2/2009L to this occurrence. Investigator Vesa Kokkonen was named investigator-in-charge, accompanied by investigators Jouko Koskimies and Niina Aintila as members of the commission. Fire Officer Heikki Harri was invited to assist the commission as a rescue service expert.

The takeoff was otherwise normal except for the fact that the Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM) generated the amber caution BRAKES HOT. Approximately six minutes after takeoff the ECAM generated a caution related to a leak in one of the hydraulic systems (green). The crew acted according to the instructions displayed by the monitoring system. Four hours from takeoff the ECAM announced that the hydraulic fluid in the green hydraulic system had been depleted to the minimum level.

After the aircraft departed Shanghai, pieces of tyre with the marking *Finnair* were found on the runway. The pieces were delivered to the Lufthansa mechanic who performed the turnaround check on the aircraft. He then reported the matter to Finnair in Helsinki, photographed the pieces and e-mailed the photos to Helsinki. The photos indicated that the pieces came from OH-LQE's tyre number six, on the rear inner wheel of the left main landing gear. Preliminary information regarding a tyre failure was reported to the flight crew approximately three hours before landing. This was supplemented by precise information regarding the tyre in question 21 minutes prior to landing.

During the flight the crew assessed the problems caused by the hydraulic fault as well as the required corrective action. It became evident that, among other things, they had to extend the landing gear by gravity extension, which meant that the center gear would not extend and no nosewheel steering would be available. Later, the information of a tyre failure added to the uncertainty regarding the extent of the damage and the condition of the landing gear. Therefore, 40 minutes before landing, the captain decided that the cabin had to be prepared for a possible emergency during landing. The air traffic control at Helsinki-Vantaa arranged a priority approach and landing for the OH-LQE on runway 22L. The emergency response service was also alerted. The landing was successful but, during braking, the other hydraulic system (blue) began to leak through a fractured brake line coupling. After the aircraft had become stationary the blue system drained completely. Since nosewheel steering was inoperative the aircraft had to stop and stay



on the runway. After approximately 20 minutes the aircraft was towed to the apron, where the passengers deplaned.

Investigation revealed that tyre number 6 delaminated during takeoff and the tread shredded into pieces. Chunks of loose rubber flying off at high velocity damaged hydraulic lines on the green hydraulic system as well as the brake line coupling on wheel number 2. Wheel number 2 is in front of the damaged wheel number 6. The green system depleted to its minimum level through a rupture on the gear-up line. After the aircraft had come to a standstill, the blue system drained through the damaged brake line coupling.

The damaged tyre had previously been on another aircraft. The tyre had been sent for retreading because a pinhole had been discovered. The hole was not reported to the retreading company nor was it detected during the retreading process. Later, the tyre was installed on the OH-LQE. Pressurised nitrogen had been gradually seeping between the tread and the belt plies, causing the tread to begin to detach and finally separate at take-off in Shanghai. Rubber discoloration caused by overheating was detected during the inspection. It is possible that overheating degraded the integrity of the tread and the belt plies, thereby accelerating delamination.

The leaks on the green and blue hydraulic systems were caused by the impact energy of the tyre shreds when they hit at high velocity the hydraulic lines in the wheel well as well as the brake line coupling on wheel number 2.

The investigation commission recommended that Airbus Industries evaluate the need for and possibilities of shielding hydraulic and electric systems in wheel wells.





## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY .....	VII
KÄYTETYT LYHENTEET .....	XI
ALKUSANAT .....	XIII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET .....	1
1.1 Tapahtumien kulku.....	1
1.2 Henkilövahingot.....	3
1.3 Ilma-aluksen vahingot .....	3
1.4 Muut vahingot.....	5
1.5 Henkilöstö .....	5
1.6 Ilma-alus.....	6
1.7 Sää.....	6
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat .....	7
1.9. Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet .....	7
1.10 Lentopaikat ja lennonjohdon toiminta .....	7
1.10.1 Lentopaikat.....	7
1.10.2 Lennonjohdon toiminta Helsinki-Vantaalla .....	7
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet .....	8
1.12 Vaaratilannepaikan ja ilma-aluksen tarkastus .....	8
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset .....	9
1.14 Tulipalo.....	9
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisen näkökohdat .....	9
1.15.1 Pelastusorganisaatioiden hälyttäminen .....	9
1.15.2 Pelastustoimintaan valmistautuminen .....	9
1.15.3 Pakkotilannevalmistelut koneessa .....	10
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	10
1.16.1 Laskutelineen renkaan pinnoituksen irtoaminen .....	10
1.16.2 Hydraulijärjestelmä.....	14
1.17 Käytetyt tutkintamenetelmät .....	18
2 ANALYYSI .....	19
2.1 Rengasvaurio .....	19



2.2	Hydraulivauriot.....	19
2.3	Koneen muiden järjestelmien toiminta.....	22
2.4	Miehistön toiminta.....	23
2.5	Lennonjohdon ja kunnossapidon toiminta.....	23
2.6	Pelastuspalvelu ja pelastautumistoimenpiteet.....	24
2.7	Tapahtuman vakavuuden arviointi.....	25
3	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	27
3.1	Toteamukset.....	27
3.2	Vaaratilanteen syyt.....	28
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET.....	29
4.1	Toteutetut toimenpiteet.....	29
4.2	Turvallisuussuosituksset.....	29

#### LIITTEET

- Liite 1. Shanghai lentoaseman kartta ja OH-LQE:n rullausreitti
- Liite 2. Helsinki-Vantaan lentoaseman kartta ja OH-LQE:n laskeutumisreitti
- Liite 3. Tiedon kulku pelastustoimen organisaatiossa 22.6.2009. Liite on jätetty pois englanninkielisestä käännöksestä.



## KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
ACARS	Aircraft Communication Addressing and Reporting System	Ilma-aluksen digitaalinen viestintäjärjestelmä
Annex		Liite
bar	bar	baari, paineen yksikkö (0,98 kp/cm <sup>2</sup> )
BEA	Bureau Enquêtes Accidents	Ranskan onnettomuustutkintavirasto
CVR	Cockpit Voice Recorder	Ohjaamoäänitin
DFDR	Digital Flight Data Recorder	Digitaalinen lentoarvotallennin
DGR	Dangerous goods	Vaaralliset aineet
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitor	Ilma-aluksen keskitetty elektroninen valvontajärjestelmä
hPa	Hectopascal	Hehtopascal (ilmapaineen yksikkö)
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
ILS	Instrument Landing System	Mittarilähestymisjärjestelmä
JAR	Joint Aviation Requirements	Yhteiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset
L	Left	Vasen
LT	Local Time	Paikallisaika
NCC	Network Control Center	Operaatiokeskus (Finnair Oyj)
psi	Pounds per square inch	Paineen yksikkö naulaa neliötuumalle (0,070307 kg/cm <sup>2</sup> )
QNH	Altimeter setting	Korkeusmittarin ilmanpaineasetus
QRH	Quick Reference Handbook	Ohjaajien käyttämä pikaopas, jossa on muun muassa tarkastuslistoja
R	Right	Oikea
RAT	Ram Air Turbine	Patopaineturbiini
TMA	Terminal Area	Lähestymisalue
UTC	Co-ordinated Universal Time	Koordinoitu maailmanaika





## ALKUSANAT

Vaaratilanne sattui Finnair Oyj:n aikataulunmukaisella lennolla AY58 Shanghaista Helsinkiin 22.6.2009. Lentokone oli tyypiltään Airbus A340-313 ja rekisteritunnukseltaan OH-LQE. Koneessa oli 195 matkustajaa ja 12 miehistön jäsentä.

Lentoonlähdössä koneen vasemman päälaskutelineen taaemman pyöräparin sisemmän renkaan pinnoitus repesi palasiksi ja vahingoitti koneen laskutelineen hydrauliputkistoa. Myös yhden pyörän jarruletku oli vaurioitunut joko lentoonlähdössä tai laskussa. Kone lensi Helsinki-Vantaalle, jonne se laskeutui ilman lisävaurioita. Tapahtuma ei aiheuttanut henkilövahinkoja.

Lentokoneen päällikkö teki vaaratilanteesta yhtiön määräysten mukaisen ilmoituksen. Lennonjohdon vastuuhenkilöt tekivät vaaratilanteesta ilmailumääräysten mukaisen ilmoituksen. Aluelennonjohto ilmoitti vaaratilanteesta Onnettomuustutkintakeskukselle.

Tapahtuma luokiteltiin vakavaksi vaaratilanteeksi. Onnettomuustutkintakeskus asetti 26.6.2009 päätöksellään C2/2009L tutkintalautakunnan, jonka puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Vesa Kokkonen ja jäseniksi tutkijat Jouko Koskimies sekä Niina Aintila. Pelastuspalvelun toiminnan asiantuntijaksi kutsuttiin palomestari Heikki Harri. Onnettomuustutkintakeskus lähetti tapahtumasta ilmoituksen (notification) Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (EASA) sekä Ranskan lentoonnettomuus-tutkintavirastolle (BEA). BEA nimesi tutkintaan ICAO:n Annex 13 mukaisen valtuutetun edustajansa.

Tutkintaselostuksessa kaikki ajat ovat koordinoitua maailmanaikaa (UTC). Tapahtumien kulku selvitettiin koneen lähettämien ACARS-viestien, DFDR- ja CVR-tallenteiden, lennonjohdon radiopuhelin- ja puhelinliikennetallenteiden sekä asianosaisten kuulemisten avulla. Renkaan ja koneen hydraulijärjestelmien vauriot selvitettiin Bridgestone Aircraft Tire (Europe), S.A., Airbus Industries sekä Finnair Oyj:n asiantuntijoiden avulla. Pelastuspalvelun toiminnan selvitti lautakunnan asiantuntija haastattelujen, asiakirjojen sekä tallenteiden avulla.

Tutkintaselostuksen luonnos lähetettiin lausuntoa ja kommentteja varten asianosaisille, Suomen ilmailuviranomaiselle, Finavia Oyj:lle, Finnair Oyj:lle, pelastuspalveluelimille, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriin (HUS) edustajalle sekä EASA:lle, Bridgestone S.A:lle, Airbus Industries:lle ja BEA:lle. Kotimaiset lausunnot ja kommentit saatiin 21.12.2009 mennessä.

Airbusin/BEA:n lausunto saatiin 17.2.2010. Lausunnon johdosta käytiin täydentävä puhelinneuvottelu 18.2.2010. ja kirjeenvaihtoa sen jälkeen. Tutkijat yhtyvät lausunnossa esitettyihin näkemyksiin ja niillä on täydennetty tutkintaselostusta. Muita ulkomaisia lausuntoja ei saatu.

Tutkinta valmistui 27.4.2010.

Tutkinnassa käytetty lähdemateriaali on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.





## 1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

### 1.1 Tapahtumien kulku

Helsinki-Vantaan lentoasemalla sattui 22.6.2009 vakava vaaratilanne, kun Finnair Oyj:n Airbus A340- tyyppinen liikennelentokone, reittitunnukseltaan AY58 ja rekisteritunnukseltaan OH-LQE, laskeutui kiitotielle 22L laskutelineen yksi rengas vaurioituneena. Lisäksi koneen kolmesta hydraulijärjestelmästä yksi oli vajautunut minimimäärään ja toinen tyhjeni laskukiidon jälkeen koneen pysähtyttyä. Kone oli aikataulunmukaisella puolulennolla Shanghaista. Koneessa oli 195 matkustajaa ja 12 hengen miehistö.

Koneen aikataulunmukainen lähtöaika Shanghaista oli kello 01.40 UTC (09.40 Suomen aikaa). Sää oli hyvä. Koneen kolmas ohjaaja teki lähtötarkastuksen eikä havainnut sitä tehdessään mitään poikkeavaa. Finnair saa Shanghaissa teknisen palvelun Lufthansalta, jonka mekaanikko toimi lähettävänä mekaanikkona. Myöskään hän ei suorittamassaan välilaskutarkastuksessa havainnut mitään poikkeavaa.

Liikenteellisistä syistä lähtöön tuli viivettä. Moottorit käynnistettiin kello 02.01 ja rullaus alkoi välittömästi. Koneen miehistö ei havainnut käynnistyksen ja rullauksen aikana mitään poikkeavaa. Rullaus kesti noin 16 minuuttia ja aamun lähtöruuhkan takia kone joutui rullauksen aikana pysähtymään useita kertoja. Ilman lämpötila oli korkea, +32 astetta Celsiusta. Lentoarvotallentimen (Digital Flight Data Recorder, DFDR) mukaan rullausnopeudet olivat normaalit eikä miehistön kertoman mukaan voimakkaita jarrutuksia tarvittu.

Lentoonlähtö tapahtui kello 02.17 kiitotieltä 17L. Lentoonlähtö sujui muuten normaalisti, mutta sen aikana ohjaamoon tuli keltainen huomautus (amber caution) BRAKES HOT, joka tulee, jos jarrun lämpötila on 300 astetta tai korkeampi. Ohjaajien kertoman mukaan huomautus tuli vasemman laskutelineen toisesta takimmaisesta pyörästä. Miehistön ilmoituksen mukaan ilmassa kuumimman jarrun lämpötila oli 290 astetta. Lentoonlähtöä ei keskeytetty, koska koneen lentokäsikirja ei sitä edellytä. Huomautuksen johdosta laskutelinettä pidettiin normaalia kauemmin ulkona kuumentuneen jarrun jäähdyttämiseksi. Laskutelineen, laippojen ja solakoiden sisäänotto sujui normaalisti. DFDR:n tietojen mukaan sekä vihreässä että sinisessä järjestelmässä vallitsi tällöin normaali 3000 psi:n (206 bar) paine.

Koneessa on kolme hydraulijärjestelmää: vihreä, sininen ja keltainen. Koneen valvontajärjestelmä (Electronic Centralized Aircraft Monitor, ECAM) ilmoitti kello 02.23 ohjaamoon, että koneen vihreässä (green) hydraulijärjestelmässä oli vuoto. Sama ilmoitus meni digitaalisella viestintäjärjestelmällä (Aircraft Communication Addressing and Reporting System, ACARS) Helsinkiin Finnairin operaatiokeskukseen (Network Control Center, NCC). Tämä huomautus voi tulla esiin vasta kun lentokone on saavuttanut 1500 jalan korkeuden. Tämän korkeuden kone saavutti DFDR:n tietojen mukaan kello 02.18.

Vuotohuomautuksen jälkeen miehistö seurasi ECAMin ohjeiden mukaan vihreän säiliön nestemäärää. Määrän edelleen vähetessä sammutettiin kello 02.54 vihreän järjestelmän hydraulipumput 1- ja 4 -moottoreissa, jolloin tuli huomautus vihreän hydraulijärjestelmän alhaisesta paineesta. Kello 06.39 tuli huomautus vihreän järjestelmän hydraulinesäi-

liön alhaisesta nestepinnasta. Tällöin valittiin vihreän järjestelmän sähköinen pumppu OFF -asentoon ECAM:in ohjeiden mukaan. Sähköpumppu on normaalisti valmiustilassa ja käynnistyy automaattisesti vasta moottorihäiriötilanteessa. Tämän vuoksi se ei ollut käynnistynyt lentoonlähdön jälkeen.

Lennon aikana miehistö kävi läpi toimenpiteet hydraulijärjestelmän häiriötilanteissa sekä arvioi, mitä mahdollisia lisähäiriöitä laskeutumisen yhteydessä saatetaan kohdata. Tietoja vaihdettiin jatkuvasti NCC:n kanssa ACARS -järjestelmän avulla. Todettiin, että vihreän järjestelmän häiriötilanteessa laskuteline on otettava alas varauelosotolla, jolloin keskitaline jää sisään, laskutelineluukut jäävät ulos, nokkapyöräohjaus ei toimi, ulompien moottoreiden reverssit eivät toimi, kuudesta spoilerista kaksi ei toimi, mikä pidentää laskeutumista noin 15 %, ja automaattijarrutus (autobrake) ei toimi. Hydraulipaine jarruille tulee normaalisti vihreästä järjestelmästä, mutta sen vikaantuessa kone vaihtaa automaattisesti siniseen järjestelmään. Miehistö totesi koneen asiakirjoista, että vihreään järjestelmään oli useaan kertaan lisätty nestettä, mikä heidän mielestään osoitti vuotoa. Huolestumista lisäsi tekniikan kysely, oliko lokikirjamerkintöjen mukaan järjestelmään lisätty hydraulinestettä. Vasta vaaratilanteen jälkeen tehdyn vauriokorjauksen yhteydessä ilmeni, että vihreä järjestelmä todella vuoti puutteellisesti kiristetyistä spoilerijärjestelmän T-liittimestä. Koneen lokikirjaan tehdyistä hydraulinesteen lisäysmerkinnöistä ja vasemman laskutelineen joustintuessa havaitusta hydraulinestejäämistä huolimatta ei edellä mainittua vuotoa ollut saatu paikallistettua.

Koneen lähdettyä Shanghaista kiitotieltä oli löytynyt renkaan pinnoituksen palasia. Niissä havaittiin merkinnät "Bridgestone" ja "Finnair", jonka perusteella palaset toimitettiin Lufthansan mekaanikolle. Hän valokuvasi palaset ja soitti asiasta Helsinkiin Finnairin NCC:lle, joka ilmoitti havainnoista kello 08.54 koneen miehistölle. Kun valokuvat oli saatu sähköpostilla Helsinkiin, renkaan merkinnöistä tunnistettiin palojen olevan peräisin OH-LQE:sta. Asia varmistettiin lopullisesti koneen miehistölle kello 11.09. Tekniikka ilmoitti 21 minuuttia ennen laskeutumista koneen miehistölle, että kyseessä on rengas numero 6. Rengaspaineiden ilmaisimet ohjaamossa näyttivät koko ajan normaaliarvoja kaikissa renkaissa.

Saatuun tiedon rengasvauriosta miehistö pohti vaurion syytä ja mahdollisia lisävaurioita laskutelinekuilussa. Miehistöllä ei ollut mitään keinoa varmistua laskutelinekuilussa mahdollisesti tapahtuneista muista vaurioista eikä siitä, oliko myös muissa renkaissa vaurioita. Todettiin, että epävarmuustekijöitä oli liian paljon eikä koneen käyttäytymisestä laskeutumisessa ollut varmuutta. Tämän takia kapteeni päätti kello 11.12, että matkustamo valmistellaan pakkotilannemenetelmien mukaisesti. Matkustajien opastus pakkotilannemenettelyyn sujui matkustamon esimiehen kertoman mukaan ongelmitta. Eri-tyistä huomiota oli kiinnitetty pienten lasten kanssa matkustavien äitien opastamiseen. Koska kone oli lähes täynnä, matkustajien siirtelyyn ei ollut mahdollisuutta. Kapteeni antoi käskyn "Brace for impact" kello 11.52 eli noin kaksi minuuttia ennen laskeutumista. Matkustajat olivat pakkotilanneasennossa noin kolme minuuttia. Mitään merkittävää leivottomuutta matkustajien joukossa ei esiintynyt.

Helsinki-Vantaan lentoasemalla lennonjohdon vuoro esimies (supervisor) oli saanut tiedon OH-LQE:n hydraulihäiriöstä noin kello 08 Finnairin NCC:ltä. Supervisor teki ennakoilmoituksen tilanteesta aluelennonjohdolle, lähilennonjohdolle, asematasolle ja lento-





aseman palokunnalle. Aluelennonjohto ilmoitti tapahtumasta Onnettomuustutkintakeskukselle. Lentoaseman palokunnan päällystöpäivystäjä tiedotti tilanteesta Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen päivystävälle palomestarille. Lentoaseman pelastusvalmiutta kohotettiin. Samalla supervisor sopi pelastustoimen kanssa, että jatkotoimenpiteet toteutetaan voimassaolevien pysyväisohjeiden mukaisesti. Lento-onnettomuusvaarahälytys annettiin kello 11.22, jolloin viralliset valmiustoimenpiteet käynnistettiin. Liikennealueella oli koneen laskeutuessa 13 pelastusyksikköä ja kolme poliisipartiota. Lentoaseman liikennejärjestelyjä oli muutettu siten, että OH-LQE saattoi rajoituksetta lähestyä ja laskeutua kiitotielle 22L.

Kone tuli Shanghaista Helsinkiin Venäjän yli ja saapui Suomen alueelle lentopinnalla 380 (11100 metriä) Joensuun koillispuolelta Agamo -ilmoittautumispisteen kautta 45 minuuttia ennen laskeutumista. Ilmoitaututtuaan Tampereen aluelennonjohdolle kello 11.09 kone sai selvityksen lentää suoraan reittipiste Orimalle. Hetken kuluttua kone selvitettiin lentopinnalle 100 (3100 metriä) ja edelleen ilmoittautumispaikka Vasukille. Helsingin lähestymislennonjohto selvitti kello 11.44 koneen ILS -lähestymiseen kiitotielle 22L.

Lähestyminen ja laskeutuminen sujuivat vaikeuksista. Laskuaika oli kello 11.54 UTC (14.54 Suomen aikaa). Laskuteline otettiin alas noin kymmenen minuuttia ennen laskeutumista. Aluksi ulosottoa yritettiin tekniikan suostumuksella normaalijärjestelmällä, mutta kun vihreään järjestelmään ei syntynyt painetta, käynnistettiin varausotto kello 11.43. Se toimii sähköllä ja painovoimalla. Järjestelmä toimi hyvin. Koneen hidastuminen laskekiihdossa oli lähes normaalia eikä laskukiihto ollut havaittavasti normaalia pitempi. Koneen pysähtyttyä paljastui myös sinisen hydraulijärjestelmän vuoto vaurioituneesta jarruletkun liitoksesta pyörässä numero 2. Sininen järjestelmä vuoti noin neljä minuuttia kullessa laskeutumisesta tyhjäksi, jolloin myöskään seisontajarru ei toiminut. Jarruletkun liitoksesta suihkusi kuumalle jarrulle hydraulineestettä, joka höyrystyi, jolloin epäiltiin tulipalon mahdollisuutta. Palokunta jäähdytti savutuulettimilla jarrun ja poisti kiitotielle valuneen hydraulineesteen. Laskun jälkeen löydettiin suurehko pala pinnoitetta renkaan numero 1 (vasemman laskutelineen vasen eturengas) akselilta. Laskun jälkeen kiitotiellä oli kunnossapitoyksikön mukaan pieniä, korkeintaan noin 10 cm pitkiä renkaan palasia. Lentoaseman kunnossapito harjasi ne pois.

Kone jäi nokkapyörän ohjauksen toimimattomuuden takia kiitotielle. Finnairin tekniikka tarkasti alustavasti koneen vauriot ja noin 20 minuutin odotuksen jälkeen kone hinattiin asematasolle, jossa matkustajat pääsivät poistumaan. Koneen miehistölle pidettiin jälkikeskustelu (de-briefing) heti koneella ja myöhemmin miehistökeskuksessa.

## 1.2 Henkilövahingot

Ei henkilövahinkoja.

## 1.3 Ilma-aluksen vahingot

Vasemmanpuoleisen päälaskutelineen renkaan numero 6 pinnoite repesi palasiksi lentoonlähdön aikana. Rengas oli kuitenkin paineellinen koko lennon ajan. Renkaan run-

gossa havaittiin laskeutumisen jälkeen tehdyssä tarkastuksessa pieni pistemäinen reikä, josta vuoti renkaan täytteenä olevaa tyypeä.

Pinnoitteen palaset olivat osuneet laskutelinekulussa oleviin vihreän hydraulijärjestelmän putkiin aiheuttaen toiseen putkeen noin 10 mm halkeaman ja toiseen taipuman. Vihreä järjestelmä vajautui lennon aikana noin neljän tunnin kuluessa minimirajaan. Pinnoitteen palaset olivat osuneet myös vaurioituneen renkaan edessä olevan pyörän n:o 2 jarruletkun liittokseen, joka vaurioitui ja aiheutti jarrutuksen alkaessa hydraulivuodon. Tutkinnassa ei selvinnyt, vaurioituiko liitos jo lentoonlähdessä vai vasta laskussa. Koneen pysähdyttyä sininen järjestelmä vuoti tyhjiin kiitotielle.



Kuva 1. Kiitotielle vuotanut hydraulineselammikko

Vaurioita oli myös

- vasemmanpuoleisessa sisemmässä laskusiivekkeessä, johon tuli rakennevaurio
- laskutelinealueen sähköjohtojen suojaputkissa ja liittimissä
- laskutelineluukun tiivisteessä kiinnikerakenteineen
- laskutelinealueella olevan sähkökaapin luukussa
- hydrauliletkujen ohjureissa.

Lisäksi kuminkappaleet olivat jättäneet jälkiä tai aiheuttaneet pieniä vaurioita pitkin konetta eturungosta korkeusvakaajaan.



Vaurioiden ja vikojen tarkastus sekä korjaus tehtiin 22.6.–5.7.2009. Pisimmän ajan vei vaurioituneiden sähköjohtojen suojaputkien vaihtaminen. Rakenteiden purkamisen yhteydessä löydettiin syy aikaisemmin havaittuun vihreän järjestelmän hydraulinesteen vauriutumiseen. Vuoto oli aiheutunut puutteellisesti kiristetyistä T-liittimestä spoilerijärjestelmässä.

#### 1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

#### 1.5 Henkilöstö

**OH-LQE:n päällikkö:** Ikä 48 vuotta.

Lupakirjat: JAR liikennelentäjä, voimassa 22.6.2011 asti.

JAR lääketieteellinen kelpoisuustodistus 1, voimassa 12.5.2010 asti, ja lääketieteellinen kelpoisuustodistus 2, voimassa 12.5.2011 asti.

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	10 h 25 min	56 h 45 min	155 h 16 min	12316 h 08 min
Ko. ilma-alustyypillä	10 h 25 min	56 h 45 min		

**OH-LQE:n perämies:** Ikä 36 vuotta.

Lupakirjat: JAR liikennelentäjä, voimassa 25.5.2014 asti.

JAR lääketieteellinen kelpoisuustodistus 1, voimassa 3.6.2010 asti, ja lääketieteellinen kelpoisuustodistus 2, voimassa 3.6.2014 asti.

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	10 h 25 min	39 h 16 min	116 h 17 min	4363 h 25 min
Ko. ilma-alustyypillä	10 h 25 min	39 h 16 min		

**OH-LQE:n kolmas ohjaaja:** Ikä 40 vuotta.

Lupakirjat: JAR liikennelentäjä, voimassa 17.9.2012 asti.



JAR lääketieteellinen kelpoisuustodistus 1, voimassa 25.6.2010 asti, ja lääketieteellinen kelpoisuustodistus 2, voimassa 25.6.2011 asti.

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	10 h 25 min	19 h 19 min	148 h 07 min	3664 h 15 min
Ko. ilma-alustyyppillä	10 h 25 min	19 h 19 min		

## 1.6 Ilma-alus

Tyyppi: Airbus A340-313  
Rekisteritunnus ja -numero: OH-LQE, 2052  
Lentokelpoisuustodistus: Voimassa 1.8.2009 asti  
Valmistusnumero ja -vuosi: Airbus 0938, 2008  
Suurin lentoonlähtömassa: 275 000 kg  
Lentoonlähtömassa tapahtumalennolla: 239 706 kg  
Polttoainemäärä  
- lentoonlähdössä: 72300 kg  
- laskeutumisessa: 6880 kg  
Omistaja: Finnair Aircraft Finance Ltd  
Käyttäjä: Finnair Oyj

## 1.7 Sää

Lentoonlähtöaika Shanghaista kello 02.17 UTC.

Sää kello 02.00: Tuuli 230 astetta 8 m/s (15 solmua), näkyvyys 7 km, lämpötila 32 °C, kastepiste 23 °C, ilmanpaine (QNH) 999 hPa, ei merkittäviä muutoksia.

Laskeutumisaika Helsinki-Vantaalle kello 11.54 UTC.

Sää kello 11.50: Tuuli vaihtelevaa 6 solmua, näkyvyys yli 10 km, pilvikorkeus yli 1500 m (5000 jalkaa), lämpötila 20 °C, kastepiste 6 °C, QNH 1027 hPa, ei merkittäviä muutoksia.

Reittisää lennon aikana oli hyvin turbulenttinen, jonka vuoksi matkustajien oli pidettävä istuinvöitä kiinni usein.

Säätilalla ei ollut merkitystä tapahtumaan.



## 1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Kaikki koneen suunnistuslaitteet ja tutka toimivat normaalisti eikä niiden toiminnasta ollut vikailmoituksia.

Tampereen aluelennonjohdon sekä Helsinki-Vantaan lähestymis- ja lähilennonjohdon tutkajärjestelmät toimivat normaalisti. Helsinki-Vantaan lentoaseman suunnistuslaitteet ja lähestymisjärjestelmät toimivat normaalisti eikä niistä ollut vikailmoituksia.

Shanghain lentoaseman suunnistus- ja tutkajärjestelmistä ei ollut vikailmoituksia.

## 1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Koneen radiopuhelinjärjestelmät ja ACARS-järjestelmä toimivat normaalisti. ACARS-järjestelmä lähetti koneesta lennon aikana 16 vikailmoitusta.

Tampereen aluelennonjohdon sekä Helsinki-Vantaan lennonjohdon radiopuhelin- ja puhelinyhteydet toimivat normaalisti.

Shanghain lentoaseman radiopuhelin- ja puhelinyhteyksistä ei ollut vikailmoituksia.

## 1.10 Lentopaikat ja lennonjohdon toiminta

### 1.10.1 Lentopaikat

Lentoonlähtöpaikka oli Shanghai Pudongin kansainvälinen lentoasema ZSPD. Lentoaseman kartta ja OH-LQE:n rullausreitti ovat liitteenä 1. Lentoonlähtö tapahtui kiitotieltä 17L.

Laskeutumispaikka oli Helsinki-Vantaan kansainvälinen lentoasema EFHK. Lentoaseman kartta ja OH-LQE:n laskeutumisreitti ovat liitteenä 2. Laskeutuminen tapahtui kiitotielle 22L.

### 1.10.2 Lennonjohdon toiminta Helsinki-Vantaalla

Helsinki-Vantaan lennonjohto oli noin kello 08 saanut Finnairin operaatiokeskukselta (NCC) tiedon OH-LQE:n hydrauliviasta Valmistautuakseen tilanteeseen vuoro esimies pyysi kello 10.40 kysymään koneelta seuraavia asioita:

- pystyykö kone poistumaan kiitotieltä omin avuin
- tekeekö kone lähestymisen tavanomaista suuremmalla vai pienemmällä nopeudella
- pakkotyhjentääkö kone polttoainetta EFHK:n ilmatilassa.

Aikaisemmin noin kello 09 oli Finnairin NCC:n kautta selvitetty koneessa olevien henkilöiden määrä, polttoaineen arvioitu määrä laskussa sekä se, ettei koneessa ollut vaarallista rahtia (dangerous goods, DGR). Antamassaan vastauksessa koneen päällikkö arvioi koneen pystyvän poistumaan kiitotieltä, mutta tarvitsevan sen jälkeen hinausapua ja käyttävän lähestymisessä todennäköisesti normaalia pienempää nopeutta. Laskumatkan hän arvioi olevan noin 20 % normaalia pitempi. Polttoaineen pakkotyhjennykseen ei ollut tarvetta.

Vuoroesimies suunnitteli tämän mukaan kiitoteiden käytön. Kiitotie 22L varattiin OH-LQE:n käyttöön. Vuoroesimiehellä oli jo noin kello 11.10 tieto, että koneelle oli Shanghaissa sattunut myös rengasvaurio, jonka vuoksi suunnitelmassa otettiin huomioon kiitotien harjaus ja tarkastus koneen laskun jälkeen. Noin 13 minuuttia ennen laskua koneen päällikkö vastasi lennonjohdon tiedusteluun, ettei kone pysty poistumaan kiitotieltä, vaan jää sinne. Lennonjohto muutti tällöin toimintasuunnitelmaa niin, että muun liikenteen käyttöön jäisi vain kiitotie 22R. Nopean liikennetarkastelun jälkeen vuoroesimies päätti kuitenkin siirtyä ns. Open-V -menettelyyn, jolloin kiitotie 22R varattiin lentoonlähtöihin ja kiitotie 15 laskeutuville koneille. Tallinnan lennonjohtoa varoitettiin vain yhden laskeutumiskiitotien käytön mahdollisesti aiheuttamasta viiveestä Tallinnan alueen kautta lähestyville lentokoneille. Kiitoteiden 15 ja 22L risteyksen sekä kiitotie 22L:n harjaukseen oli varattu kolme harja-ajoneuvoa. Tämä menettely toteutettiin ja toiminta onnistui niin, ettei lähestymisalueella (Terminal Control Area, TMA) olleille lähestyville koneille aiheutunut viivytyksiä. Yhden laskukiitotien käyttöön siirtyminen aiheutti myöhemmin noin tunnin viiveen jaettuna muun liikenteen kesken.

Lennonjohto toimi lento-onnettomuusvaaratilanteita varten ennalta laaditun suunnitelman mukaan. Tilanteen hoitamisesta vastasi lennonjohdon vuoroesimies apunaan lähilennonjohdossa toiminut koordinaattori. Epävarmuutta aiheutti muun muassa se, ettei lennonjohdolla ollut selvää kuvaa siitä, minkälaisia seurauksia hydraulivika aiheutti ja kuinka laajoja vaurioita vasemmanpuoleisessa laskutelineessä oli. Tämä merkitsi sitä, ettei ollut varmuutta siitä, kuinka kauan kiitotie 22L olisi varattuna. Valmiustila purettiin kello 12.30.

#### 1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

##### Lentoarvotallennin (DFDR):

Tyyppi	Honeywell SSFDR
Osanumero	980-4700-042
Sarjanumero	SSFDR-14422
Tallennuskapasiteetti	25 tuntia

DFDR:n kello käynnistyy ensimmäisen moottorin käynnistyksen yhteydessä ja näyttää aikaa sekunteina käynnistymisestä. Tallenteessa on myös UTC-aika. Lentoarvotallennin irrotettiin Helsinki-Vantaalla lennon jälkeen. Tallenne purettiin Finnairin toimesta ja analysoitiin Onnettomuustutkintakeskuksessa.

##### Ohjaamoäänitin (CVR)

Tyyppi	Honeywell SSCVR
Osanumero	980-6022-001
Sarjanumero	CVR 120-11850
Tallennuskapasiteetti	2 tuntia (120 minuuttia)

Ohjaamoäänittimen tallenne purettiin Finnairin toimesta ja analysoitiin Onnettomuustutkintakeskuksessa.

#### 1.12 Vaaratilannepaikan ja ilma-aluksen tarkastus

Finnairin tekninen henkilöstö tarkasti koneen heti laskun jälkeen ennen koneen hinaamista pois kiitotieltä. Vauriot kirjattiin ja valokuvattiin. Lentoaseman kunnossapitohenki-



löstö tarkasti kiitotien ja harjasi koneesta laskeutumisen aikana irronneet renkaanpalaset pois. Kiitotielle vuotanut hydraulineeste poistettiin.

Shanghaissa oli kiitotien tarkastuksessa löydetty irronneet renkaanpalaset. Niiden tarkasta löytöpaikasta ei ole tietoa.

### **1.13 Lääketieteelliset tutkimukset**

Lääketieteellisiä tutkimuksia ei tehty.

### **1.14 Tulipalo**

Tulipaloa ei syttynyt. Koneessa oli laskun jälkeen noin 6900 kg polttoainetta. Vasemman päälaskuteliveen jarrujen lämpötilat olivat korkeat ja tulipalon vaara oli olemassa. Pyörän numero 2 jarruletkun vaurioituneesta liitoksesta suihkusi hydraulineestettä kuumien jarrujen päälle, jossa se höyrystyi. Palokunta jäähdytti savutuulettimilla vasenta laskutelineitä. Finnairin tekninen tarkastaja vähensi turvallisuussyistä vaurioituneesta renkaasta painetta.

### **1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat**

#### **1.15.1 Pelastusorganisaatioiden hälyttäminen**

Lennonjohto oli saanut useita tunteja ennen koneen laskeutumista Finnairin operatiokeskuksesta (NCC) tiedon OH-LQE:n hydraulihäiriöstä. Sen perusteella lennonjohto pystyi informoimaan pelastusorganisaatiot hyvissä ajoin sekä sopimaan menettelytapoista. Tieto Shanghaissa sattuneesta rengasvauriosta tuli lennonjohdolle noin 45 minuuttia ennen laskeutumista. Koneen kapteeni informoi lähestymisen loppuvaiheessa lennonjohtoa koneessa ilmenneiden häiriöiden vaikutuksesta laskeutumiseen. Laskukiitotien läheisyyteen ryhmittyneillä pelastusyksiköillä ei ollut tietoa rengasvauriosta. Mikäli tämä tieto olisi ollut, olisi se vaikuttanut pelastuskaluston ryhmytykseen.

Lennonjohto teki pysyväisohjeidensa mukaisen virallisen hälytyksen noin puoli tuntia ennen koneen laskeutumista kello 11.22. Tällöin hälytys meni pelastustoimen eri organisaatioille. Lennonjohto ilmoitti koneen miehistölle kohotetusta valmiustilasta. Painikehälytyksen jälkeen lennonjohto ilmoitti puhelimitse hätäkeskukselle tarkemmat tiedot koneesta, sen ongelmista, polttoaineen määrästä, matkustajien määrästä ja käytettävän kiitotien. Hätäkeskus huolehti ohjeensa mukaisesti jatkohälytyksistä.

Jatkohälytyksiä ja tiedonantoja tehtiin lukuisiin paikkoihin. Lähialueen hätäkeskukset informoitiin. Lääkinnällinen pelastustoimi hälytettiin hätäkeskuksesta soittamalla Töölön ja Peijaksen sairaaloihin.

#### **1.15.2 Pelastustoimintaan valmistautuminen**

Ennen lennonjohdon tekemää virallista hälytystä tapahtui lennonjohdon, lentoaseman pelastustoimen, Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen, lääkinnällisen pelastustoimen, poliisin ja Medi-Helin välillä epävirallista tiedon siirtoa jo tunteja ennen koneen laskeutumista. Tiedossa oli silloin, että koneella olisi ollut pelkästään hydraulihäiriö Shanghain kentältä lähdön jälkeen.

Lennonjohto ilmoitti tilanteesta ensin lentoaseman palokunnan päällystöpäivystäjälle (Lento P3). Lento P3 soitti ohjeen mukaan Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen päivystävälle palomestarille (KUP P3) noin kello 08.30 ja kertoi koneen olevan tulossa laskuun noin kolmen tunnin kuluttua. Tiedon kulku on esitetty liitteessä 3. Osa aikatiedoista on muistinvaraista, koska tarkkaa päiväkirjaa ei ennen virallisen hälytyksen antamista pidetty. KUP P3 jatkoi tiedon välittämistä ja soitti ensin poliisin kenttäjohtajalle (K-1) Vantaan poliisiin ja sitten Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen lääkintäesimiehelle (KUP L4) arviolta kello 09.30. KUP L4 soitti tiedon Medi-Helin lääkärille ja kertoi koneen saapuvan noin kolmen tunnin kuluttua. Lisäksi KUP L4 soitti kohteeseen todennäköisesti saapuville hälytysvasteen mukaisille sairaankuljetusyksiköille ja kertoi saapuvasta koneesta. KUP P3 informoi myös Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen päivystävän päällikön (KUP P2) ja paloasemat. Päivystävän päällikön kanssa KUP P3 sopi johtokeskuksen (JOKE) pystyttämistä valmiiksi ennen koneen laskua. Suullinen ilmoitus JOKE:n toimintavalmiudesta tuli kello 10.45.

Kello 11.13 KUP P3 ilmoitti hätäkeskukseen odotettavissa olevasta onnettomuusvaaratilanteesta ja ohjeisti hätäkeskuksen toimimaan virallisen hälytyksen tullessa pysyväisohjeen mukaisesti.

Kello 11.22 lennonjohto painoi "lento-onnettomuusvaara" -painiketta, jolloin virallinen hälytys tapahtui. Lennonjohdon varmistussoiton jälkeen hätäkeskus nosti hälytysvasteen "lento-onnettomuusvaara, suuri" mukaan.

### **1.15.3 Pakkotilannevalmistelut koneessa**

Koneen miehistö sai kello 10.01 Finnairin operaatiokeskukselta (NCC) alustavan tiedon siitä, että Shanghaiin kentältä löytyneet renkaanpalaset olivat peräisin heidän koneestaan. Miehistöllä ei ollut tietoa vaurioiden laajuudesta eikä koneen käyttäytymisestä laskukiidossa ollut varmuutta. Tämän vuoksi koneen kapteeni teki kello 11.12 päätöksen koneen matkustamon valmistelusta pakkotilannetta varten. Valmisteluun oli riittävästi aikaa ja se sujui ongelmitta. Kapteeni antoi käskyn "Brace for impact" kello 11.52 eli kaksi minuuttia ennen laskeutumista. Koneen pysähdytyä todettiin, ettei evakuointia tarvittu ja kapteeni antoi luvan palata matkustamossa normaalitoimintaan.

## **1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset**

### **1.16.1 Laskutelineen renkaan pinnoituksen irtoaminen**

Vaurioitunut rengas oli irrotettu OH-LQB:stä 14.9.2008 renkaassa havaitun naulan takia. Rengas pinnoitettiin Bridgestone S.A:lta Belgiassa, mutta pinnoittajalle ei ilmoitettu pistoreiästä eikä pinnoittaja sitä tarkastuksessa havainnut. Renkaalla oli ennen irrotusta tehty 202 laskua. Pinnoituksen jälkeen rengas asennettiin OH-LQE:en 11.3.2009. Rengas irrotettiin koneesta 22.6.2009, jolloin sillä oli tehty 186 laskua. Finnairin rengaskorjaamon mukaan A340:n rengas irrotetaan kulumisen vuoksi noin 400 laskun jälkeen.

Renkaalla ei ole maksimilaskumäärää, vaan vaihdon ratkaisee renkaan kunto. Rengaspaineet mitataan 800 lentotunnin välein tehtävässä A-huollossa, mutta muuten ne tarkastetaan vain ohjaamonäytöiltä, paitsi renkaan vaihdon jälkeen.





Menolennolla Shanghaihin ei koneen ACARS-järjestelmä lähettänyt mitään hydraulikkaan, renkasiin tai jarruihin liittyviä vikaraportteja. Paluulennolla ohjaamossa olevat pyörien rengaspaineen ilmaisimet olivat näyttäneet koko ajan normaaliarvoja.

Finnairin jarru- ja pyöräkorjaamo tutki renkaan vauriot. Renkaasta oli irronnut kappaleina koko kulutuspinna ja osittain vahvikevöitä. Pinnoitteen ja vahvikevöiden välissä on aramidinen suojakudos. Vahvikevyöt ovat nylonmateriaalia. Suurin irronneista kuminkappaleista painoi 1,9 kiloa.

Renkaan selästä löydettiin vuotokohta, joka oli jo aiemmin merkitty löydettyksi välittömästi lentokoneen laskeutumisen jälkeen. Syytä siihen, miksi rengas ei reiästä huolimatta tyhjentynyt lennon aikana, ei tutkimuksissa löytynyt. Pyörälle suoritettiin painekoe, jossa rengas paineistettiin turvallisuussyistä vain 3,85 baarin paineeseen. Mittausten perusteella havaittiin vuodon olevan melko nopeaa. Paine aleni yhden tunnin aikana 3,41 baariin ja seuraavan puolen tunnin jälkeen 3,31 baariin. Pyörän käyttöpaine on noin 14 baaria. Rengas ei kuitenkaan ollut tyhjentynyt lennon aikana. Ohjaamon mittarinäytöissä oli noin tunti 20 minuuttia laskun jälkeen renkaan nro 6 paine 185 psi (12,7 bar) ja muiden 220–230 psi (15,2–15,8 bar). Renkaasta nro 6 oli tällöin jo vähennetty painetta.

Pyörää purettaessa havaittiin pistojälki vuotokohdan paikalla renkaan sisäpinnalla. Muita vaurioita ei sisäpinnalta löydetty.

Vanteen painekanavat olivat auki ja puhtaat. Sähköisen paineenmittausjärjestelmän adapterin kanavat olivat auki. Vanteenpuoliskojen välinen tiivisterengas oli ehjä ja oikein paikallaan. Vanteen lämpösulakkeet (2 kpl) laukeavat 177 asteen lämpötilassa. Ne eivät olleet laenneet.

Kumimateriaali oli irronnut renkaasta satunnaista leikkauspintaa pitkin mielivaltaisina muotoina. Kumia oli irronnut vyökudosten päältä suoraan eli huomattavasti syvemmältä, kuin missä pinnoituksen rajapinta on. Vyökudosten pinnalla oli ohut sileä kumikerros ja havaittavia valumisen merkkejä. Vyökudoksen nylonkuitu oli katkennut suoraan ja sileästi yhdessä kumimateriaalin kanssa. Renkaasta irronneissa kuminpalasissa oli havaittavissa taivuttaessa syviä halkeamia. Renkaasta irronneesta lähtöpaikalta talteen otetusta vyökudoksen riekaleesta löytyi vastaava lävistymä kuin renkaan selästä (kuva 4). Lähtöpaikalta kerättyjen kuminkappaleiden pinnat olivat kuivat ja puhtaat. Laskun aikana irronneita kuminpalasia Helsinki-Vantaalla ei kerätty talteen lukuun ottamatta telineen akselin päälle jäänyttä pinnoitteen palaa.



Kuva 2. Vaurioitunut rengas



Kuva 3. Revennyt pinnoite ja aramidi-suojakudosta (valkoinen materiaali)

Bridgestone S.A:n (renkaan pinnoittaja) 14.8.2009 päivätyssä tutkimusraportissa todettiin seuraavaa:

- renkaan molemmat kyljet olivat ehjät
- pinnoite oli irronnut renkaasta vaihtelevasti ensimmäisen ja toisen vyökudoksen välistä
- renkaassa ollut reikä ei ollut havaittavissa paljain silmin, mutta se ulottui koko renkaan rungon ja vyökudosten läpi
- reikää ei ollut uudessa pinnoitteessa, joten se oli jäänyt renkaan runkoon uuden pinnoitteen alle.

Tutkimusraportissa arvioitiin, että renkaan rungossa olleen pistoreiän kautta renkaan painetta olisi vuotanut vyökudosten ja pinnoitteen väliin, jolloin pinnoite olisi alkanut irtautua ja lopullisesti revennyt lentoonlähdössä Shanghaissa. Staattisessa tilassa vuoto pistoreiän kautta on ollut vähäistä, mutta se on todennäköisesti kasvanut voimakkaasti dynaamisissa olosuhteissa rullauksissa, lentoonlähdöissä ja laskuissa. Paine on tällöin asteittain kasvanut renkaan vyökudosten ja pinnoitteen välissä, ja pinnoite on vähitellen alkanut irrota. Pinnoittaja pitää tapahtumaa erittäin harvinaisena.



Kuva 4. Pistoreikä renkaassa ja vyökudoksessa

### 1.16.2 Hydraulijärjestelmä

Tutkimuksissa havaittiin, että vasemman siiven takasalkoon laskutelinekuilussa kiinnitetyt vihreän hydraulijärjestelmän molemmat hydrauliputket olivat vaurioituneet. Hydrauliputket ovat suojaamattomina laskutelinekuilussa. Kyseessä olevat putket toimivat vuortellen paine- tai paluuputkena laskutelineen liikkeen suunnasta riippuen. Kuvassa 7 oleva ylempi (paksumpi) putki on painelinja laskutelinettä alas ajettaessa ja alempi (ohuempi) laskutelinettä sisään vedettäessä. Painelinjassa on hydraulipumppujen tuottama paine 3000 psi. Paluulinjassa on alle 1450 psi:n paluuvirtauspaine. Telineen tultua sisään normaalisti ja telineluukkujen sulkeuduttua molemmat putket kytkeytyivät paluuvirtauspuolelle. Kuvassa 7 näkyvä alempi putki oli revennyt noin 10 mm pituudelta ja putki vuoti. Vihreä järjestelmä vuoti repeämästä 3000 psi paineella kunnes laskutelineluukut olivat sulkeutuneet.

Ylemmän putkeen (kuva 7) oli tullut painuma samalle kohtaa mistä toinen putki oli revennyt, mutta putki ei vuotanut. Kokeilussa painumakohtassa alkoi pistemäinen vuoto noin 2200 psi:n paineella. Putki ei ole vuotanut lennon aikana.

Vauriokorjausten aikana havaittiin, että spoilerijärjestelmässä oli vuoto T-liittimen puutteellisen kiristämisen takia. Vuotoa oli tapahtunut aina kun vihreässä hydraulijärjestelmässä oli painetta. Todennäköisesti tämän vuodon takia vihreään järjestelmään oli lisätty hydraulinestettä seuraavasti: 5.6.2009 kolme litraa, 12.6. kaksi litraa, 18.6. kaksi litraa, 19.6. kolme litraa ja 20.6. yksi litra. Vasemman laskutelineen joustintuessa oli ha-



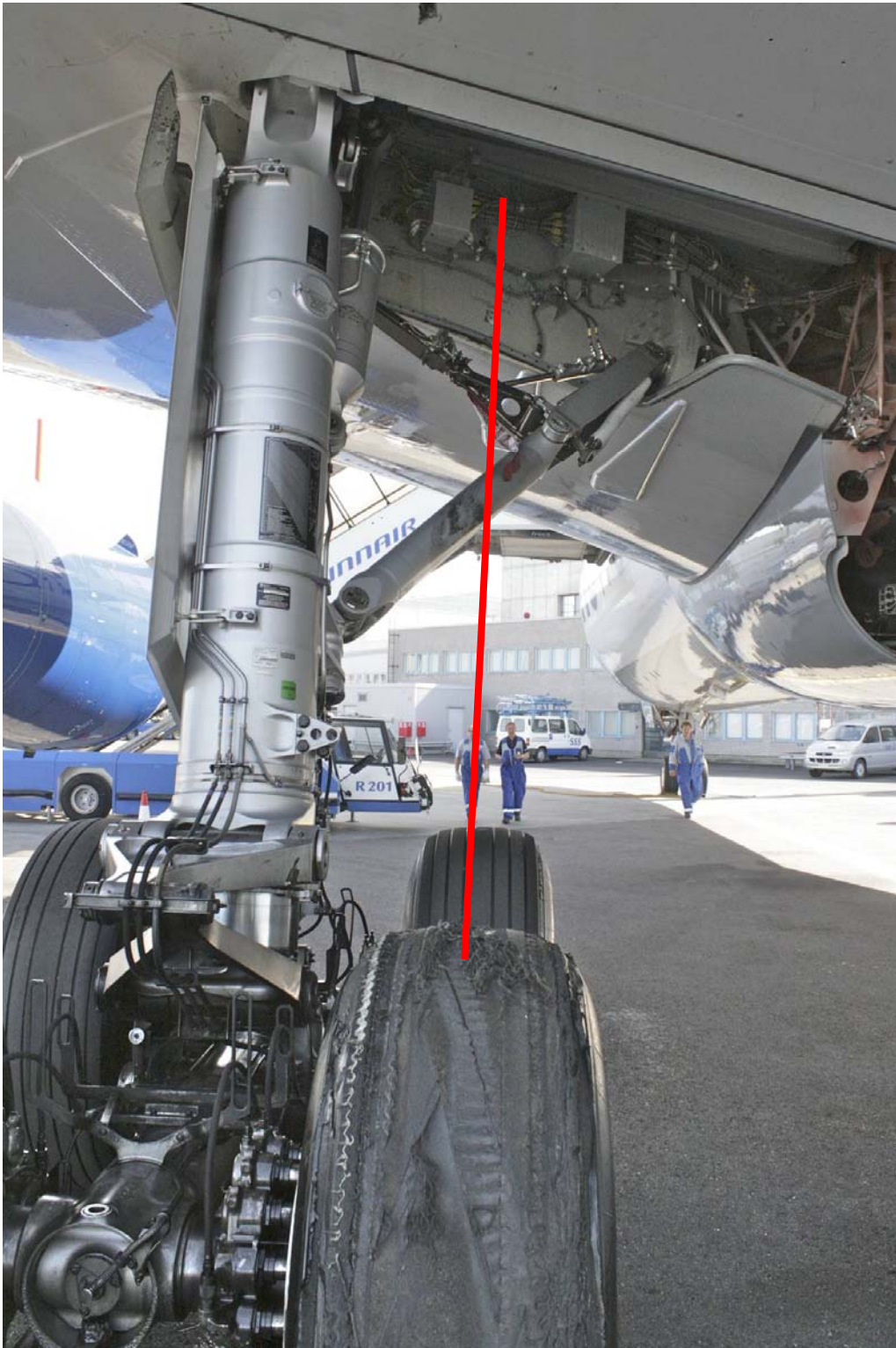
vaittu hydraulinestejämiä 17.6., 19.6. ja 20.6. Vähäinen vuoto tästä liittimestä jatkui siihen asti kun miehistö otti moottorikäyttöiset hydraulipumput pois päältä eli 37 minuuttia lentoonlähdön jälkeen. Tämän jälkeen ei vihreä järjestelmä ole koneen valmistajatehtaan mukaan enää vuotanut.

Vihreässä järjestelmässä on säiliön jälkeen kaksi suuntaisventtiiliä, joiden piti huoltokäsikirjan mukaan estää säiliön tyhjeneminen hydrauliputkien vaurioituessa. Kysyttäessä Airbusin hydrauliasiantuntija kuitenkin ilmoitti, että venttiilien tarkoitus on estää paineiskut tai säiliön nopea tyhjeneminen esim. huoltojen yhteydessä. Asiantuntijalausannon mukaan koneen hydraulijärjestelmä on toiminut normaalisti. Airbus on ilmoittanut, että se tulee muuttamaan huoltokäsikirjassa olevan tekstin vastaamaan todellisuutta suuntaisventtiilien osalta.

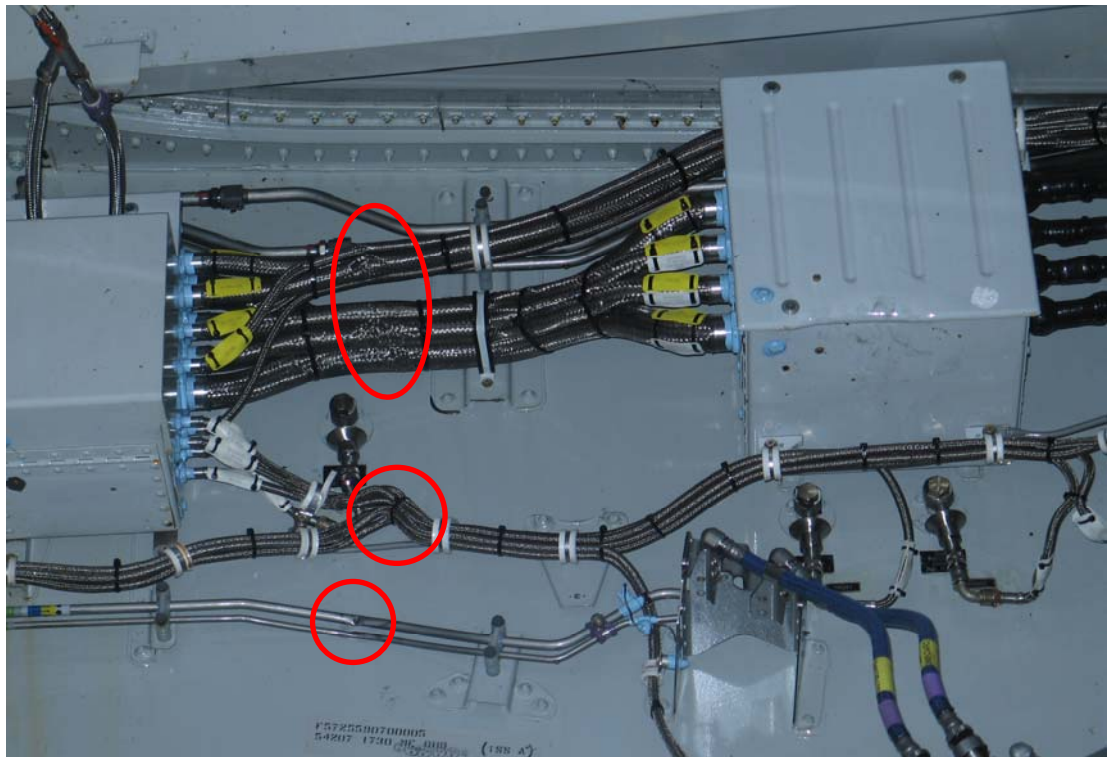
Vasemman laskutelineen pyörän numero 2 jarruletkun liitos oli vaurioitunut. Jarrutus tapahtuu normaalisti vihreällä järjestelmällä, mutta vaurion takia järjestelmä oli automaattisesti vaihtanut jarrutuksen siniseen varajarrujärjestelmään. Sinisessä järjestelmässä on normaalisti 3000 psi:n paine ja varajarrujärjestelmässä luistoneston ollessa päällä 2540 psi:n paine, mutta jarruputkisto paineistuu vasta jarruja käytettäessä. Koneen pysähtyessä vuoto jatkui sinisestä säiliöstä niin kauan kun moottori numero 2 oli käynnissä, koska sen hydraulipumppu paineistaa sinisen järjestelmän. Kun moottorit sammutettiin ja seisontajarru oli päällä, jatkui vuoto painevaraajien paineella. Painevaraajat tyhjenivät noin 2,5 minuutin kuluessa. Painevaraajien tilavuus on 6,2 litraa, minkä perusteella on laskettavissa, että jarruletkun vaurion kautta nestettä vuoti noin 2,5 litraa minuutissa. Vihreässä jarrujärjestelmässä on vuotoventtiili (safety valve) jokaiselle jarrulle. Sinisessä järjestelmässä on yksi vuotoventtiili samalla akselilla olevaa jarruparia kohti. Vuotoventtiilit on mitoitettu siten, että jos jarrujärjestelmän vuoto on 25–27 litraa minuutissa, sulkeutuu venttiili alle viidessä sekunnissa. Tämä estää järjestelmän tyhjentymisen. Venttiili pysyy kiinni niin kauan, että vuoto on alle 10 litraa minuutissa. Jos järjestelmän havaitsema vuoto on alle 10 litraa minuutissa, ei venttiili sulkeudu. Tässä tilanteessa vuodon arvioitiin olleen 2,5 litraa minuutissa, minkä vuoksi vuotoventtiili ei sulkeutunut.

Hydraulinestemäärät eivät rekisteröidy lennontaltiomisjärjestelmään, joten nestemäärän vajauksen kehitystä vihreässä järjestelmässä ei tutkinnassa pystytty seuraamaan. Valmistajatehtaan mukaan nestemäärä vihreässä järjestelmässä on vuodoista johtuen ilmeisesti laskenut lähelle alhaisen nestemäärän huomautusrajaa – kahdeksan litraa. Lennon jatkuessa ja hydraulinesteen jäähtyessä, sen tilavuus pieneni huomautusrajaan ja sen alle. Huomautus vihreän säiliön alhaisesta nestemäärästä tuli 4 tuntia 22 minuuttia lentoonlähdön jälkeen.

Tunti kaksikymmentä minuuttia laskun jälkeen ohjaamosta otetuista valokuvista havaittiin, että sininen hydraulijärjestelmä on tyhjä, mutta vihreässä järjestelmässä on noin 2/3 normaalista nestemäärästä. Osa tästä nestemäärästä voidaan selittää eri järjestelmien, esimerkiksi laskutelineen ulosoton, aiheuttamalla paluuvirtauksella. Finnairin tekniikan mukaan on myös mahdollista, että rikkoutuneesta hydrauliputkesta on imeytynyt ilmaa, aiheuttaen hydraulinesteen vaahtoutumista ja siten suurentanut mittausjärjestelmän havaitsemaa nestemäärää.



Kuva 5. Irronneen pinnoitteen iskemälinja hydraulii- ja sähköputkistoihin



Kuva 6. Hydraulij- ja sähköputkistojen vauriot laskutelinekuilussa



Kuva 7. Vaurioitunut hydrauliputkisto



### 1.17 Käytetyt tutkintamenetelmät

Tutkinnassa käytettiin tavanomaisia tutkintamenetelmiä. Renkaan vaurioiden tutkimuksessa nojaututtiin renkaan pinnoittajan Bridgestone S.A:n ja FinnairOyj:n tutkimuksiin ja selvityksiin.





## 2 ANALYYSI

### 2.1 Rengasvaurio

Menolennolla Shanghaihin ei tekniikalle tullut ACARS-järjestelmän kautta mitään mainittavia vikatietoja. Paluulennolla Shanghaista ohjaamossa olevat pyörien rengaspaineen ilmaisimet olivat näyttäneet koko ajan normaaliarvoja. Laskun jälkeen ei rengaspaineita mitattu. Laskun jälkeen vaurioituneen renkaan painetta alennettiin räjähdysvaaran vuoksi ohjaamonäytön mukaan 185 psi (12,7 bar). Pyörän käyttöpaine on noin 14 baaria.

Lentoonlähdön jälkeen pyörän numero 6 pyörintänopeus alkoi DFDR-tallenteen mukaan hidastua muita nopeammin. Syynä tähän on todennäköisesti ollut pinnoitteen irtoamisesta johtuva inertian pieneneminen ja irtoavien kuminpalasten mahdollisesti aiheuttama lisäkitka. Laskussa pyörä numero 6 pyöri normaalisti.

Finnairin pyöräkorjaamon mukaan renkaan pinnoitteessa oli valumisjälkiä, jotka viittaavat lämpövaurioon. Lämpövaurioon ei ole löydetty mitään syytä. Renkaassa on ollut ohjaamonäyttöjen mukaan oikea paine, kone ei ole ollut ylipainoinen ja DFDR:n mukaan rullausnopeus on ollut normaali. Lämpövaurio ei ole aiheutunut jarrujen kuumentumisesta, koska sen olisi ensin pitänyt kuumentaa vannetta, josta lämpö olisi johtunut varsinaiseen renkaaseen. Vanteen lämpösulakkeet eivät kuitenkaan laenneet, mikä osoittaa, ettei vanne ole kuumentunut. Vauriokorjauksen yhteydessä ei kyseessä olevassa jarrussa havaittu mitään poikkeavaa.

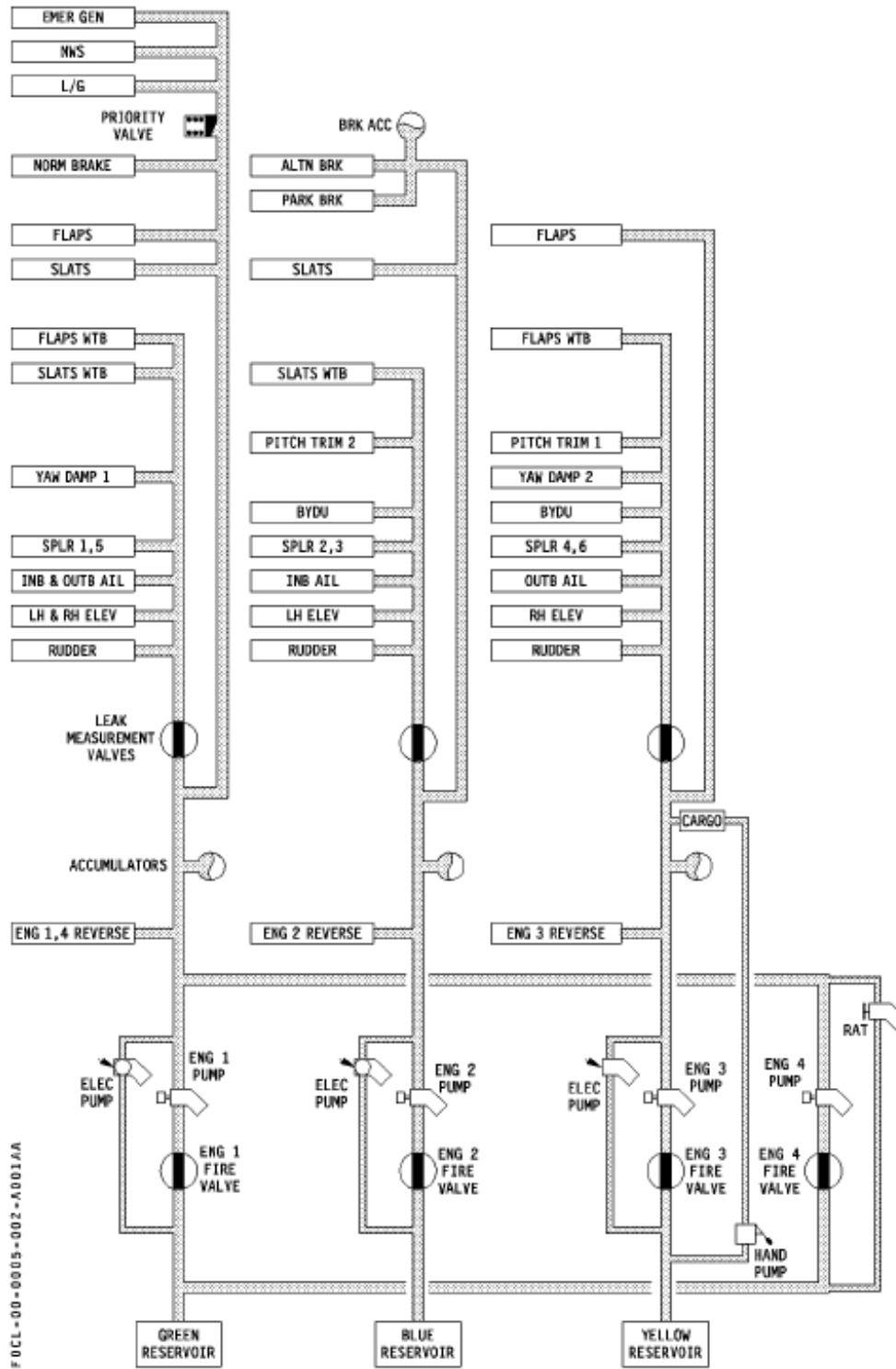
Bridgestonen tutkimusraportissa ei mainita lämpövauriota. Myöhemmässä kirjeenvaihdossa todetaan kuitenkin, että kumipinnassa oli havaittavissa värimuutoksia, jotka viittaavat kitkan aiheuttamaan kuumentumiseen. Renkaassa ollut pistoreikä ei ollut havaittavissa paljain silmin, mutta se ulottui koko renkaan rungon ja vyökudosten läpi. Reikää ei ollut uudessa pinnoitteessa, joten se oli jäänyt uuden pinnoitteen alle. Tutkimusraportissa arvioitiin, että pistoreiän kautta renkaan painetta olisi vuotanut renkaan vyökudosten ja pinnoitteen väliin, jolloin pinnoite olisi alkanut irtautua ja lopullisesti revennyt lentoonlähdössä Shanghaissa.

Tutkimuslautakunnan käsitys on, että pinnoitteen irtoaminen on johtunut pistoreiästä pinnoitteen ja vyökudosten väliin vuotaneesta renkaan paineesta. Pinnoite on vähitellen irronnut ja revennyt lopullisesti irti lentoonlähdössä Shanghaissa. Tutkimuksessa havaittiin renkaan kumimateriaalissa kuumentumisen aiheuttamia värimuutoksia. On mahdollista, että kuumentuminen on heikentänyt pinnoitteen ja vyökudosten lujuutta, mikä on edistänyt pinnoitteen irtoamista.

### 2.2 Hydraulivauriot

Airbus 340-koneessa on kolme hydraulijärjestelmää: vihreä, sininen ja keltainen. Jokaisessa järjestelmässä on hydraulinesesäiliö, pumput ja painevaraajat. Pumput tuottavat 3000 psi:n (206 barin) hydraulipaineen. Järjestelmän toimintaa valvoo HSMU (Hydraulic System Monitoring Unit).

**HYD ARCHITECTURE**



F0CL-00-0005-002-A001AA

Vihreä                      Sininen                      Keltainen

Kuva 7. Airbus A340:n hydraulijärjestelmät  
(Lähde: Airbus 340 lentokäsikirja)



Vihreään järjestelmään hydraulipaineen tuottavat moottoreiden numero 1 ja 4 pumput. Lisäksi järjestelmässä on automaattinen tai käsin ohjattu sähköpumppu. Varajärjestelmänä on patopaineturbiinin (RAT) käyttämä pumppu. Hydraulinesesäiliön suurin täyttötilavuus on 38 litraa. Vihreä järjestelmä tuottaa paineen muun muassa laskutelinejärjestelmään, nokkapyöräohjaukseen, jarruihin, laskusiivekkeisiin, etureunasolakoihin, spoilerille numero 1 ja 5, luisunvaimentimelle (yaw damper), ohjaimille sekä moottoreiden numero 1 ja 4 reversseille.

Siniseen järjestelmään hydraulipaineen tuottaa moottorin numero 2 pumppu ja käsin ohjattu sähköpumppu. Nestesäiliön suurin täyttötilavuus on 29,5 litraa. Järjestelmä tuottaa paineen muun muassa varajarrujärjestelmälle, seisontajarrulle, etureunasolakoille, ohjaimille, spoilerille 2 ja 3, pituustrimmille ja moottorin numero 2 reverssille.

Keltaisen järjestelmän paineen tuottaa moottorin numero 3 pumppu sekä automaattinen tai käsin ohjattu sähköpumppu. Nestesäiliön suurin täyttötilavuus on 19 litraa. Järjestelmä tuottaa paineen muun muassa laskusiivekkeille, pituustrimmille, luisunvaimentimelle, spoilerille numero 4 ja 6, ohjaimille ja moottorin numero 3 reverssille.

Vihreän hydraulijärjestelmän molemmat laskutelinejärjestelmän hydrauliputket on kiinnitetty vasemman siiven takasalkoon laskutelinekuilussa. Putket ovat suojaamattomia ja molemmat putket olivat vaurioituneet. Vasemman laskutelineen alempi putki (kuva 7) oli revennyt noin 10 mm pituudelta. Putkessa on täysi 3000 psi:n (206 bar) paine telinettä sisään vedettäessä. Vihreä järjestelmä vuoti putken repeämästä. Ylemmässä putkessa oli painuma, ja siinä oli ollut alle 1450 psi:n paluuvirtauspaine. Putki ei vuotanut lennon aikana. Kokeilussa painumakohdassa alkoi pistemäinen vuoto noin 2200 psi (155 bar) paineella.

Kun kaikki telineluukut ovat kiinni ja lukossa, laskutelinejärjestelmässä on vain moottoreiden vuodatusilman tuottama peruspaine 50–60 psi (3,5–4,2 bar). Kun lentokone tämän jälkeen saavuttaa nopeuden 280 kts, eristää lentoneen automatiikka laskutelineiden hydraulijärjestelmän koneen muusta hydraulijärjestelmästä. Eristys päättyy kun nopeus laskee alle 280 kts ja laskutelinevipu on ala-asennossa. Tämä merkitsee sitä, ettei vaurioituneesta laskutelineen hydrauliputkesta ole voinut vuotaa nestettä matkalennon aikana. Vaikka lähestymisen aikana Helsinkiin vihreän järjestelmän säiliössä oli jonkin verran nestettä, ei vihreään järjestelmään syntynyt painetta kun miehistö yritti ensiksi saada laskutelinettä alas hydraulilla. Se miksi painetta ei syntynyt, ei selvinnyt tutkinnassa. Lennon aikana vajaan nestemäärää näyttänyt hydraulinesesäiliö oli laskun jälkeen täydempi, koska telineen alasotossa sisäänvetopuolella toimintasyntereissä sekä muissa järjestelmissä ollut neste oli tullut paluuvirtauksena hydraulinesesäiliöön.

Vauriokorjauksen yhteydessä löydetty vuoto spoilerijärjestelmässä ei tutkintalautakunnan käsityksen mukaan ollut ratkaiseva tekijä säiliön vajautumiseen. Vähäinen vuoto spoilerin liittimestä on jatkunut siihen saakka, kunnes moottorikäyttöiset hydraulipumput kytkettiin pois päältä.

Vasemman laskutelineen pyörän numero 2 jarruletkun liitos oli vaurioitunut. Tutkinnassa ei selvinnyt, syntyikö vaurio lentoonlähdyssä vai vasta laskussa. Jarrutus tapahtuu normaalisti vihreällä järjestelmällä, mutta vihreän järjestelmän vaurion takia automatiikka oli

vaihtanut siniseen järjestelmään. Sinisen järjestelmän tuottama paine varajarrujärjestelmälle luistoneston ollessa päällä on 2450 psi (175 bar). Jarruputkisto paineistuu vasta jarruja käytettäessä. DFDR-tallenteen mukaan sinisen järjestelmän paine vuodosta huolimatta oli normaali. Tallenteen mukaan jarrupaine oli jarrutuksen aikana enintään 600 psi, eivätkä jarrut puoltaneet. Koneen pysähtyttyä vuoto jatkui, koska seisontajarru oli päällä. Kun moottorit sammutettiin noin kaksi ja puoli minuuttia koneen pysähtymisen jälkeen, sinisen järjestelmän hydraulipaine alkoi pudota. Painetta tuottivat vain painevaaraajat. Ne tyhjenivät noin 2,5 minuutin kuluttua, jolloin järjestelmä oli paineeton, eikä seisontajarru enää toiminut. Nestevuoto oli niin vähäinen (noin 2,5 litraa minuutissa), ettei vuotoventtiili sukeutunut. Tekniikka ei saanut ACARS:in kautta tietoa sinisen järjestelmän viasta, koska lennonjälkeinen raportointi (Post Flight Reporting, PFR) loppuu, kun koneen nopeus laskee alle 80 solmun.

Noin 1,5 tuntia laskun jälkeen otetuista valokuvista havaitaan, että pyörän numero 2 jarrun lämpötilat vastaavat muiden vasemmassa laskutelineessä olevien jarrujen lämpötiloja. Tämä osoittaa, että vuodosta huolimatta pyörä numero 2 jarruuntui yhtäläisesti muiden pyörien kanssa.

### 2.3 Koneen muiden järjestelmien toiminta

Koneen viestintä-, valvonta- ja varoitusjärjestelmät ovat toimivat suunnitellusti. ACARS viestintäjärjestelmä ilmoitti viat Helsinkiin ja toimi samalla tehokkaana neuvotteluyhteytenä miehistön ja NCC:n välillä.

Valvonta- ja varoitusjärjestelmä ECAM antaa huomioilmoituksia (caution, keltainen/amber) ja varoitusilmoituksia (warning, punainen). Sekä huomioilmoitukset että varoitukset tuovat ohjaamon näyttöön myös kyseessä olevan järjestelmän kaavion sekä toimenpideohjeet häiriötilanteissa. Lisätietoja miehistö saa tarvittaessa QRH-oppaasta sekä koneen lentokäsikirjasta.

Lentoonlähdessä ilmoituksia ei pääsääntöisesti näytetä ennen 1500 jalan korkeuden saavuttamista. Laskun yhteydessä ilmoitukset on estetty välillä 800 jalan korkeus – nopeus alle 80 solmua. Tällä vapautetaan miehistö keskittymään lennon kriittisiin vaiheisiin.

Lentoonlähdön aikana ohjaamoon tuli keltainen (amber) huomautus BRAKES HOT. Huomautus tuli vasemman laskutelineen toisesta takimmaisesta jarrusta. Pyörän numero 5 jarrun lämpötila oli ilmassa 290 astetta, mutta myös pyörän numero 6 jarru oli kuuma. Lentokäsikirjan mukaan lentoonlähtöä ei saa aloittaa, jos ECAM:iin tulee BRAKES HOT ilmaisu, mutta lentoonlähtöä ei tarvitse sen takia keskeyttää. Jarrujen kuumeneminen johtui siitä, että DFDR:N mukaan vasemman puolen jarruja käytettiin rullauksen aikana voimakkaammin kuin oikeanpuoleisia.

Kaikki ilmaisut hydraulivuodosta tulivat ECAM-näyttöön ja välittyivät myös Helsinkiin.



## 2.4 Miehistön toiminta

Miehistön toimintaa analysoitiin ohjaamomiehistön ja matkustamon esimiehen kuulemisten perusteella. Apuna käytettiin myös ACARS -viestejä, DFDR:n ja CVR:n tallenteita sekä lennonjohdon nauhoituksia.

Lennon kapteeni oli ohjaavana ohjaajana (Pilot Flying). Perämies toimi avustavana ohjaajana (Pilot non-Flying). Lennolla oli myös päällikkökelpuutuksen omaava kolmas ohjaaja, joka toimi ohjaajana lepotaukojen aikana (Second in Command).

Lennon valmistelu sujui normaalisti, eikä koneen ulkopuolisessa tarkastuksessa havaittu mitään epänormaalia. Rullausaika lähtökiitotielle kesti 15 minuuttia ja rullauksen aikana kone pysäytettiin useita kertoja liikenteen vuoksi. Rullausnopeus oli suorilla osuuksilla suurimmillaan 30 solmua ja käännoksissä 8 solmua eli lentokäsikirjan ohjearvojen mukainen. Jarrutusten aikana käytettiin vasemman telineen jarruja voimakkaammin kuin oikean telineen, mikä aiheutti huomautuksen BRAKES HOT lentoonlähdön aikana. Lentoonlähtöä ei kuitenkaan keskeytetty, koska koneen lentokäsikirja ei sitä edellytä. Ilmaan nousun jälkeen laskuteline pidettiin ulkona normaalia pidempään jarrujen jäähdyttämiseksi.

Hydraulijärjestelmän huomautusten kohdalla ohjaajat toimivat ECAM:in ohjeiden mukaan sekä tarkistivat QRH:sta (Quick Reference Handbook, pikaopas, jossa on muun muassa tarkastuslistoja), mitä koneen päähydraulijärjestelmän menettäminen vaikuttaa lennon suoritukseen. Finnair Oyj:n tekniikan kanssa vaihdettiin tilanteesta viestejä ACARS:in välityksellä. Tällöin selvisi muun muassa, että kyseessä olevaan vihreään järjestelmään oli lisätty kahden edellisen viikon aikana useasti hydraulinestettä. Tämä tuki miehistön epäilyä siitä, että säiliön vajautuminen tällä lennolla oli tuntemattomassa paikassa olevan pitempiaikaisen vuodon syytä.

Koneen kapteeni kertoi matkustamon esimiehelle (Chief of Cabin, CC) hydraulihäiriöstä mutta totesi, ettei se toistaiseksi aiheuta toimenpiteitä matkustamossa. Tieto saatettiin myös matkustamon takaosasta vastaavan lentoemännän tietoon. Kun saatiin tieto rengasvauriosta, ei mikään viitannut sen yhteydestä hydraulihäiriöön. Muiden mahdollisten vaurioiden laajuudesta laskutelineessä ja laskutelinekuilussa ei ollut tietoa. Koneen käyttäytymisestä laskeutumisessa ei ollut varmuutta, joten kapteeni määräsi matkustamohenkilökunnan valmistelemaan matkustamon pakkotilannetta varten.

Ohjaamomiehistö oli aktiivisesti yhteydessä NCC:n kanssa, mutta he eivät varmistaneet, että lennonjohto olisi ollut tietoinen vaurioiden laajuudesta ja matkustamossa suoritettua valmistelusta. Ohjaajat saivat lennonjohdolta tiedon lentoaseman kohotetusta pelastusvalmiudesta.

Koneen koko miehistön yhteistyö sujui hyvin ja toimenpiteet tehtiin ohjeistuksen mukaisesti.

## 2.5 Lennonjohdon ja kunnossapidon toiminta

Helsinki-Vantaan lennonjohdon ja Finnair Oyj:in operaatiokeskuksen hyvän yhteistyön johdosta lennonjohto sai tiedon odotettavissa olevasta vaaratilanteesta varhain

ja pystyi siten ennakoimaan tilanteen oikein. Kiitotie 22L järjestettiin koneen vapaasti käytettäväksi, eikä lähestymiselle ollut rajoituksia. Odottamattoman tilanteen uhkasi aiheuttaa varsin myöhään tullut tieto rengasvauriosta sekä siitä, ettei kone pysty omin avuin poistumaan kiitotieltä. Kiitotie 22L jäisi suljetuksi epämääräiseksi ajaksi ja rullaus-tie Z koneen hinauksen vaatimaksi ajaksi, mikä olisi haitannut rullausliikennettä myös muille kiitoteille. Näytti siltä, että ainoaksi kiitotieksi jäisi 22R. Se olisi aiheuttanut viivästyksiä jo ilmassa olevalle lähestyvälle liikenteelle. Nopea tilannearviointi osoitti kuitenkin, että lähestymislennonjohdon tutkalennonjohtajat pystyvät kääntämään tulevan liikenteen laskuun kiitotielle 15, jolloin kiitotie 22R jäisi käytettäväksi lentoonlähtiöihin. Kriittiseksi jäisi kiitoteiden 22L ja 15 risteyksen puhdistaminen OH-LQE:sta mahdollisesti irtoavista esineistä. Kunnossapito varautui siihen kolmen harja-ajoneuvon voimin. Näillä järjestelyillä pystyttiin ylläpitämään lentoaseman liikenteellinen toimintakyky eikä viivytyksiä tullut. Samalla lennonjohto pystyi antamaan ennakkovaroitukset muille lentoaseman viranomaisille ja pelastuspalvelulle.

## 2.6 Pelastuspalvelu ja pelastautumistoimenpiteet

Useita tunteja ennen OH-LQE:n laskeutumista saadut tiedot koneen hydraulivauriosta ja odotettavissa olevasta vaaratilanteesta mahdollistivat pelastusorganisaation informoimisen hyvissä ajoin etukäteen. Ennakkovalmistelut käynnistettiin antamalla pelastusyksiköille tiedot mahdollisesti tarvittavasta pelastustoiminnasta. Tarvittava hälytysvaste pystyttiin arvioimaan. Johtokeskukset perustettiin tuntia ennen koneen laskeutumista. Tarkka tieto rengasvauriosta tuli lennonjohdolle ja pelastusorganisaatiolle vasta 13 minuuttia ennen koneen laskeutumista. Koneen laskeutuessa koko hälytysvasteen mukainen pelastusorganisaatio oli valmiusasemissa ja koneen pysähtyttyä se ryhmittyi paikoilleen mahdollisen tulipalon tai evakuoinnin varalta. Koska kone pysyi kiitotiellä, mitään lisävaurioita ei tullut eikä matkustajien evakuointi ollut tarpeen, varsinaista pelastustoimintaa ei toteutettu. Ainoa uhkatilanne syntyi, kun vasemman laskutelineen kuumille jarruille suihkuava hydraulineeste höyrystyi ja aiheutti epäilyksen palovaarasta. Palokunta jäähdytti jarrut, jolloin höyrystyminen loppui. Palokunta imeytti sen jälkeen kiitotielle valuneen hydraulineesteen pois. Pelastuspalvelu toimi hyvin ja suunnitellulla tavalla.

Koneen päällikkö päätti noin 40 minuuttia ennen laskua, että matkustamo valmistellaan pakkotilanteen varalta. Matkustamohenkilökunta toteutti valmistelun ohjeiden mukaisesti eikä mitään levottomuutta syntynyt. Matkustajat olivat pakkotilanneasennossa noin kolme minuuttia. Kapteenin päätös oli aiheellinen, koska miehistöllä ei ollut tietoa vaurioiden laajuudesta eikä koneen käyttäytymisestä laskukiidossa. Tietoa valmisteluista ei kuitenkaan välitetty lennonjohdolle.

Tutkinnan aikana tutkintalautakuntaan otettiin yhteyttä sen johdosta, etteivät sairaalat saaneet ennakkotietoa vaaratilanteesta riittävän ajoissa. Sairaaloille jäi puoli tuntia aikaa valmistautua mahdollisesti suureenkin potilasmäärään. Tämä aika on kieltämättä lyhyt hoitovalmiuden kohottamiseksi. Tutkintalautakunnan saaman selvityksen mukaan hätäkeskus antaa hälytyksen sairaaloille. Virallinen hälytys annettiin noin puoli tuntia ennen koneen laskeutumista ja sairaalat saivat tiedon kuusi minuuttia sen jälkeen. Hätäkeskuksilla on ohje hälyttää sairaalat vasta virallisen hälytyksen tultua. Mahdollisista muu- toksista ohjeisiin tulisi eri osapuolten sopia keskenään.



## 2.7 Tapahtuman vakavuuden arviointi

ICAO:n Annex 13:ssa määritetään ne tapahtumat, jotka luokitellaan vakavaksi vaaratilanteeksi (serious incident). Sellainen on mm. ilma-aluksen toimintaa merkittävästi haittaavien useiden vikojen yhtäaikainen ilmeneminen yhdessä tai useammassa ilma-aluksen järjestelmässä. Euroopan Unionin neuvoston direktiivissä 94/56/EY oleva luettelo vakavista vaaratilanteista on samanlainen.

Tutkittavana olevassa tapauksessa koneen vasemman laskutelineen renkaan pinnoite oli lentoonlähdössä repeytynyt ja irronneet palaset olivat sinkoutuneet suurella nopeudella laskutelinekuiluun ja koneen muihinkin rakenteisiin. Laskutelinekuilussa oleviin hydrauliputkiin oli tullut repeämä ja painuma. Pyörän numero 2 jarruletkun liitokseen oli tullut vaurio. Laskusiivekkeeseen oli tullut repeämä, mutta se ei haitannut laskusiivekkeen toimintaa. Myös muualla koneen rakenteissa oli osumajälkiä.

Koneen vihreän hydraulijärjestelmän nestemäärä väheni alle minimiarvon. Tästä aiheutuivat seuraavat viat:

- laskuteline oli otettava ulos varajärjestelmällä (gravity extension), jolloin keskiteline jäi sisään
- nokkapyräohjaus ei toiminut
- moottoreiden numero1 ja 4 reverssit eivät toimineet
- yksi spoileripari ei toiminut, mikä pidentää laskumatkaa noin 15 %
- jarrutuksessa tuli käyttöön varajärjestelmä (alternate braking).

Jarrujärjestelmä käyttää varajärjestelmänä automaattisesti sinistä hydraulijärjestelmää. Varajarrujärjestelmään pyörän numero 2 jarruletkun liitokseen tulleen vaurion kautta sininen järjestelmä tyhjentyi koneen pysähtyttyä. Myös jarrujärjestelmän painevaraajat tyhjenivät, jolloin sininen järjestelmä ei toiminut. Kone oli pysäytetty kiitotielle ja matkustajat olivat koneessa. Tutkintalautakunta katsoo, että kyse oli ilma-aluksen toimintaa merkittävästi haittaavista vioista kahdessa eri hydraulijärjestelmässä samalla lennolla.

Shanghain kentältä löytyneet renkaan pinnoituksen jäännökset olivat peräisin pyörästä numero 6. Rengaspaineen ilmaisimien ohjaamossa näytti normaalia rengaspainetta. Miehistöllä ei ollut mitään keinoa todeta, oliko mahdollisesti muihin pyöriin tullut vaurioita ja kestäisikö vaurioitunut rengas laskeutumisen. Koneen käyttäytymisestä laskussa ei ollut varmuutta. Tämän vuoksi kapteenin päätös valmistella matkustamo pakkotilanteen varalta oli aiheellinen ja perusteltu.

Tutkintalautakunta katsoo, että kyseessä oli vakava vaaratilanne (serious incident).







### 3 JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Toteamukset

1. Koneen lentokelpoisuus- ja rekisteröimistodistukset olivat voimassa.
2. Koneen miehistön lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa.
3. Lentoonlähdössä ja laskussa vallitsivat näkösääolosuhteet.
4. Lento oli aikataulunmukainen matkustajia kuljettava reittilento.
5. Lentoonlähdön loppuvaiheessa koneen vasemmanpuoleisen laskutelineen taaemman renkaan numero 6 pinnoite repesi ja kuminpalaset sinkoutuivat kovalla voimalla koneen rakenteisiin.
6. Pinnoitteen jäännökset löydettiin lähtökentältä ja niistä ilmoitettiin Finnair Oyj:lle.
7. Finnairin tekniikka tunnisti valokuvista renkaassa olevien merkintöjen perusteella sen olevan peräisin OH-LQE:stä ja ilmoitti asiasta koneen miehistölle.
8. Kuminpalaset vaurioittivat laskutelinekuilussa kulkevia laskutelineen hydrauliputkia, pyörän numero 2 jarruletkun liitosta, sähköjohtojen suojusputkia ja laskusiivekettä sekä aiheuttivat muita vähäisempiä vaurioita.
9. Koneen vihreän hydraulijärjestelmän nestemäärä väheni lennon aikana alle minimiarvon.
10. Koneen ACARS-järjestelmä ilmoitti vaurioista Helsinkiin Finnair Oyj:n tekniikalle
11. Koneen valvontajärjestelmä varoitti miehistöä hydraulijärjestelmän vauriosta.
12. Miehistö ryhtyi valvontajärjestelmän edellyttämiin toimenpiteisiin, neuvotteli tilanteesta ACARSin välityksellä tekniikan kanssa sekä valmistautui laskeutumiseen ottaen huomioon rengasvaurion ja hydraulivaurion seuraukset.
13. Finnair Oyj:n operaatiokeskus ilmoitti lennonjohdolle odotettavissa olevasta vaaratilanteesta.
14. Lennonjohto antoi ennakkovaroituksen lentoaseman palokunnalle, joka välitti tiedon Keski-Uudenmaan pelastuslaitokselle ja poliisille
15. Noin puoli tuntia ennen koneen laskua lentoasemalla saatettiin voimaan virallinen valmiustila ”lento-onnettomuusvaara, suuri” ja toteutettiin pysyväsiohjeen mukaiset pelastusvalmiuden kohottamistoimenpiteet ja hälytykset.
16. Noin 40 minuuttia ennen laskeutumista koneen kapteeni määräsi matkustamon valmisteltavaksi pakkotilanteen varalta.

17. Laskeutuminen sujui onnistuneesti. Laskun jälkeen koneen sininen hydraulijärjestelmä tyhjeni jarruletkun vaurioituneesta liitoksesta.
18. Kone ei nokkapyöräohjauksen puuttumisen takia pystynyt poistumaan kiitotieltä. Se hinattiin asematasolle, jossa matkustajat pääsivät poistumaan.
19. Koneen miehistölle pidettiin kaksi jälkikeskustelua (de-briefing) tapahtuman jälkeen.
20. Kyseessä oli ICAO:n Annex 13:n luokituksen mukaan vakava vaaratilanne (serious incident).

### 3.2 Vaaratilanteen syyt

Vaurioitunut rengas oli aikaisemmin ollut toisessa koneessa. Rengas oli lähetetty pinnoitettavaksi siinä havaitun pistoreiän takia. Pinnoittajalle ei ollut ilmoitettu pistoreiästä eikä sitä pinnoituksessa havaittu. Pinnoituksen jälkeen rengas oli asennettu OH-LQE:hen. Sen jälkeen pistoreiästä oli alkanut vähitellen päästä painetta pinnoituksen ja vyökudosten väliin, jolloin pinnoitus oli alkanut irrota ja revennyt lopullisesti lentoonlähdessä Shanghaissa. Tutkinnassa renkaan kumimateriaalissa havaittiin kuumenemisen aiheuttamia värimuutoksia. On mahdollista, että kuumeneminen on heikentänyt pinnoitteen ja vyökudosten lujuutta, mikä on edistänyt pinnoitteen irtoamista.

Vihreän ja sinisen hydraulijärjestelmän vuodot olivat aiheutuneet suurella nopeudella irronneiden kuminpalasten iskuenergiasta näiden osuessa laskutelinekuilussa oleviin hydrauliputkiin ja pyörän numero 2 jarruletkun liitokseen.



## 4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

### 4.1 Toteutetut toimenpiteet

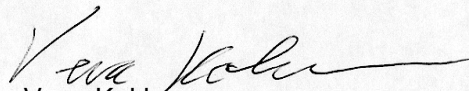
1. Tutkinnan aikana Airbus Industries ilmoitti, että se muuttaa Airbus A340 huoltokäsikirjassa olevan tekstin hydraulijärjestelmän suuntaisventtiilien osalta vastaamaan todellisuutta. Muutos huoltokäsikirjaan on tehty 1.4.2010.
2. Finnair Oyj on muuttanut ohjeistustaan pinnoitettavaksi lähetettävien renkaiden vika-tarkastus- ja vaurioilmoitusmenettelystä.


### 4.2 Turvallisuussuosituksien turvatoimet

Perustelu: Tutkinnassa todettiin hydraulijärjestelmän vaurion aiheutuneen suurienergiisten kuminkappaleiden osumisesta laskutelinekuilussa olleisiin hydraulijärjestelmän suojaamattomiin putkiin. Kuminkappaleet olivat aiheuttaneet vaurioita myös sähkökaapeleiden suojaputkiin.

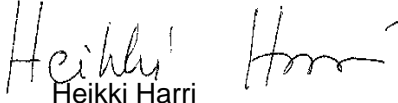
1. Tutkintalautakunta suosittaa, että Airbus Industries selvittää valmistamissaan koneityypeissä laskutelinekuiluihin sijoitettujen hydraulijärjestelmien suojaamistarpeet ja -mahdollisuudet.

Helsinki 27.4.2010

  
Vesa Kokkonen

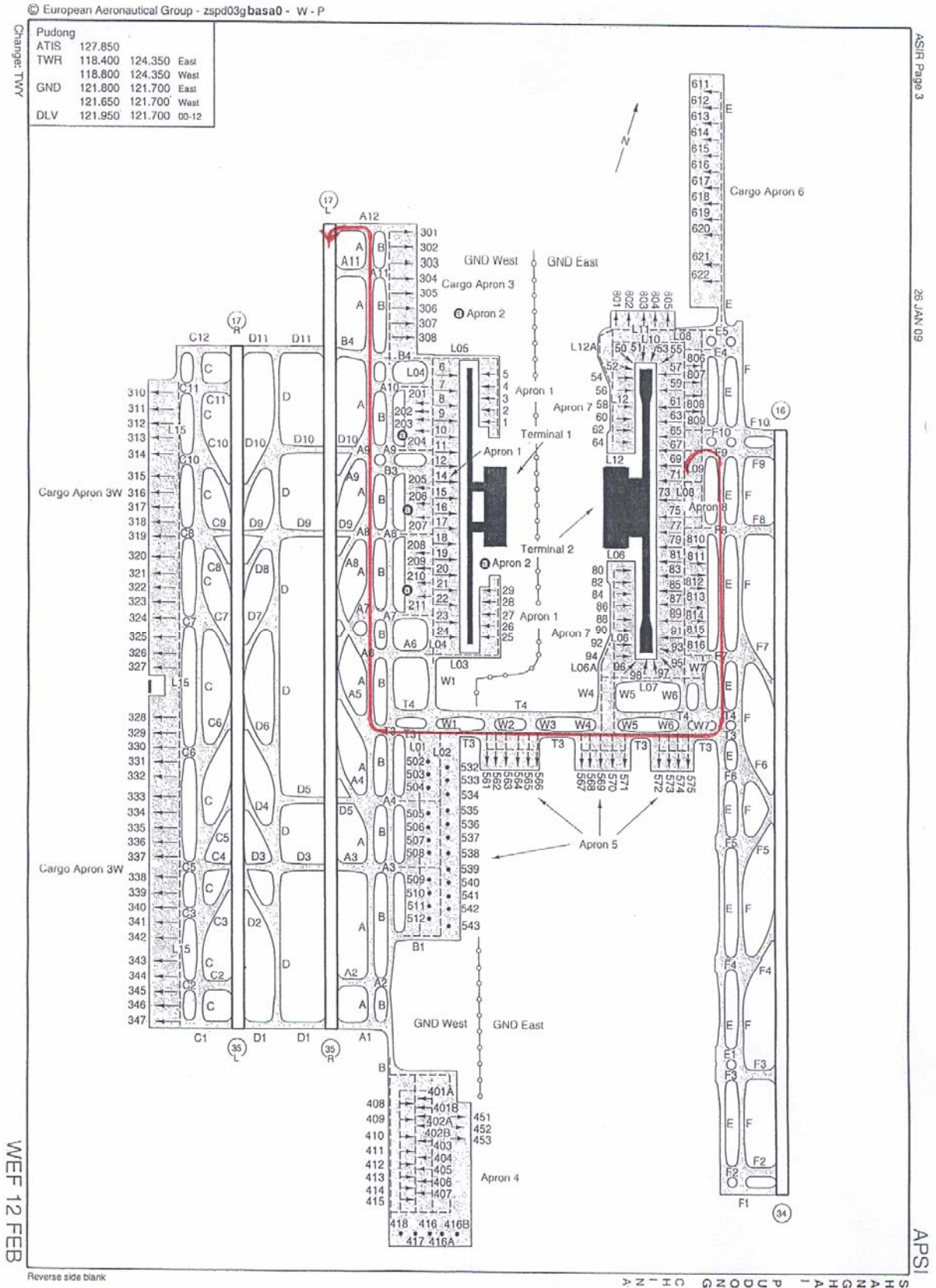
  
Jouko Koskimies

  
Niina Aintila

  
Heikki Harri



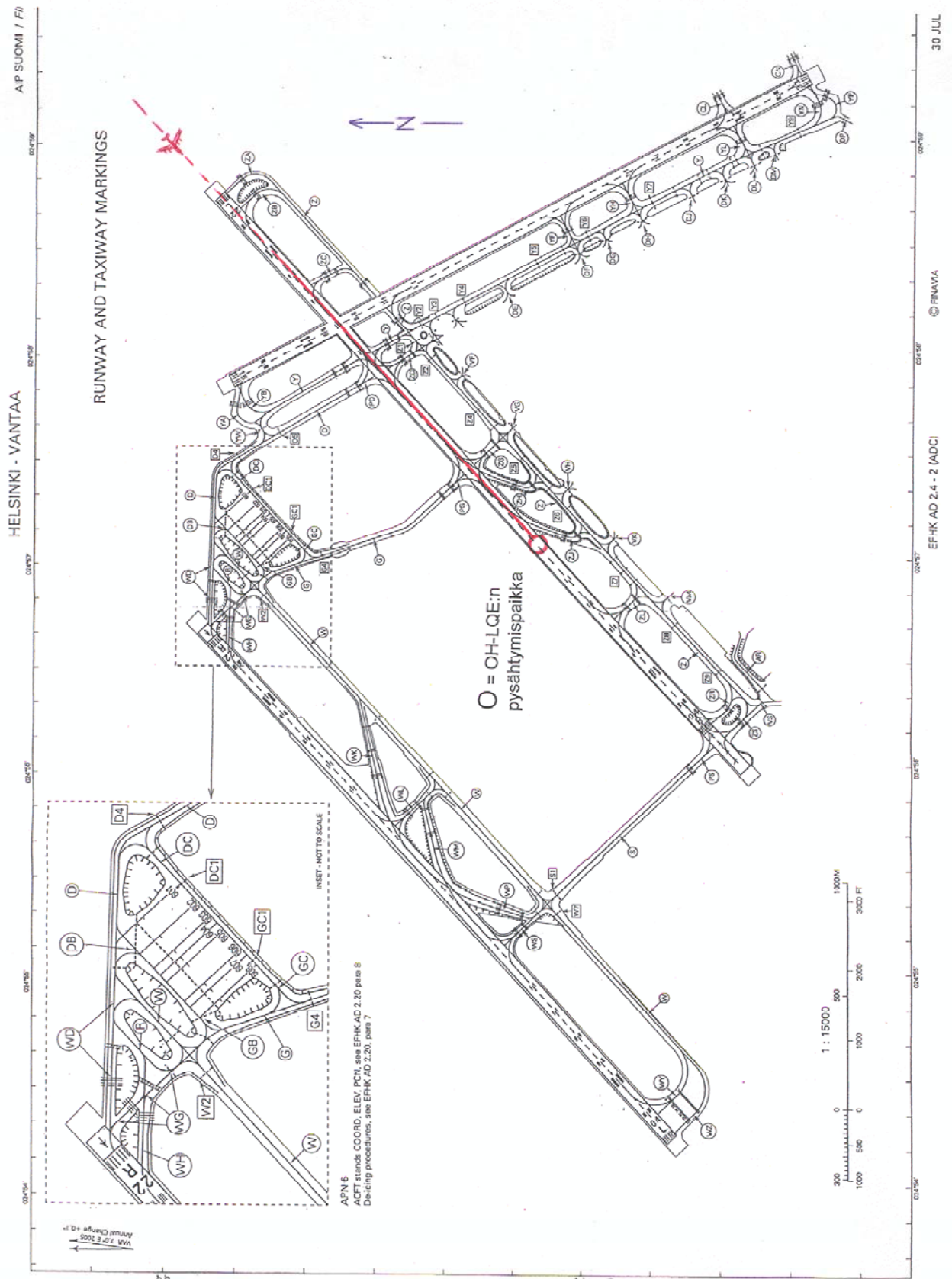
Shanghai lentoeseman kartta ja OH-LQE:n rullausreitti



Lähde: European Aeronautical Group



Helsinki-Vantaan lentoaseman kartta ja OH-LQE:n laskeutumisratapiirros



Lähde: Suomen Ilmailukäsikirja (AIP)





**Liite 3 Tiedon kulku pelastustoimen organisaatiossa 22.6.2009**

Liitteestä ilmenee OH-LQE:n vaaratilannetta koskevan tiedon kulku pelastustoimen organisaatiossa. Osa ajoista on muistinvaraisia, osa tarkkoja, pelastusorganisaation dokumentointiin perustuvia. Muistinvaraiset tapahtumat on merkitty kursiivilla. Ajat ovat Suomen aikaa tuntia/minuuttia, suluissa UTC-aikaa (3 tuntia jäljessä Suomen kesäajasta).

11.00 (08.00)

*Finnairin operaatiokeskus (NCC) ilmoittaa OH-LQE:n ongelmista lennonjohdolle.*

11.25 (08.25)

*Lennonjohto soittaa lentoaseman palokunnan päällystöpäivystäjälle (Lento P3) ja kertoo koneen ongelmista. Ilmoitushetkellä tiedossa oli vain hydraulikka-ongelma. Kone arvioidaan laskeutuvan noin kolmen tunnin kuluttua.*

11.30 (08.30)

*Lento P3 soittaa Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen päivystävälle palomestarille (KUP P3) ja kertoo koneen ongelmista. Tiedossa on vain hydraulikka-ongelma. Koneen arvioidaan tulevan laskuun noin kolmen tunnin kuluttua.*

11.30–12.00 (08.30 – 09.00)

*KUP P3 soittaa Vantaan poliisin kenttäjohtajalle ja kertoo samat tiedot, jotka on saanut itse Lento P3:lta. Asianomaiset sopivat, että kenttäjohtaja tulee lentoasemalle noin kello 14.*

*KUP P3 soittaa Keski-Uudenmaan päivystävälle päällikölle (KUP P2) ja he sopivat johtokeskuksen (JOKE) perustamisesta hyvissä ajoissa ennen koneen laskeutumista.*

*KUP P3 soittaa Keski-Uudenmaan pelastuskeskuksen lääkintäesimiehelle (KUP L4) ja kertoo tilannetiedot. He sopivat, että myös L4 on lentoasemalla valmiina Toiminta-alueen johtoelimen (TOJE) käynnistämistä varten. KUP P3 pyysi L4 ilmoittamaan tilanteesta lääkintätoimen puolelle.*

*KUP P3 soittaa Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen paloasemille 1 ja 2 ja kertoo yksiköiden esimiehille tulossa olevasta koneesta.*

12.00 (09.00)

*KUP L4 soittaa Medi-Helille sekä hälytykseen tuleville sairaankuljetusyksiköille varautumisesta tulevaan tehtävään.*

13.00 (10.00)

*KUP P3 kuuluttaa paloasemalla 3 (lentoasemalla) OH-LQE:n tilanteesta ja pyytää lisävoimia JOKE:en ja TOJE:en.*

13.45 (10.45)

*KUP P3 saa suullisen ilmoituksen, että JOKE on perustettu ja valmis.*

14.13:24 (11.13)

*KUP P3 soittaa hätäkeskuksen päivystäjälle ja kertoo ennakkotietona saamansa tiedot OH-LQE:sta. He sopivat, että lennonjohdon hälytyspainikkeen painamisella edetään suureksi onnettomuusvaaratilanteeksi.*

14.21:00 (11.21)

*Poliisin kenttäjohtaja liittyy TOJE:en*

14.21 (11.21)

Lähilennonjohto (TWR) painaa onnettomuusvaara-painiketta ja tilanne käynnistyy virallisesti.

14.22 (11.22)

TWR soittaa varmistussoiton hätäkeskukseen ja kertoo koneella olevan hydraulikkavian, matkustajamäärän olevan 202 kpl, polttoaineen määräksi 7000 kiloa, koneen laskeutuvan kiitotielle 22L ja arvioi laskeutumisajaksi 14.45.

14.24 (11.24)

Hätäkeskus nostaa hälytysvasteen "lento-onnettomuusvaara, suuri".

14.25 (11.25)

Hätäkeskus ilmoittaa Keski-Uudenmaan paloasemille 4, 5 ja 6 onnettomuusvaaratilanteesta Helsinki-Vantaan lentoasemalla.

14.25 (11.25)

Lähilennonjohto soittaa hätäkeskukseen ja kertoo koneen arvioiduksi laskeutumisajaksi kello 14.47.

14.26 (11.26)

Hätäkeskus ilmoittaa onnettomuusvaaratilanteesta Töölön sairaalaan.

14.27 (11.27)

Hätäkeskus (vuoromestari) ilmoittaa onnettomuusvaarasta Helsingin hätäkeskukseen ja Länsi-Uudenmaan hätäkeskukseen.

14.29 (11.29)

Hätäkeskus ilmoittaa onnettomuusvaaratilanteesta Peijaksen sairaalaan.

14.30 (11.30)

Hätäkeskus ilmoittaa onnettomuusvaaratilanteesta lääninhallituksen pelastusosaston päivytykselle.

14.31 (11.31)

Hätäkeskus hälyttää lisähälytyksenä vasteen "onnettomuusvaara, suuri" mukaan.

14.43 (11.43)

*TWR ilmoittaa Lento P3:lle, että Shanghain kentältä on löytynyt OH-LQE:n renkaan palasia ja että koneella on hydraulikkavuoto vasemmassa laskutelineessä eikä kone liiku omin voimin pois kiitotieltä.*

14.43 (11.43)

*Lento P3 ilmoitti saamansa tiedon KUP P3:lle, joka välitti sen pelastustoiminnan toiminta-kaistoille ja JOKE:een.*

14.54 (11.54)

*Kone laskeutuu.*

15.12 (12.12)

KUP P3 ilmoittaa tilanteen purkamisesta.

15.20 (12.20)

Lennonjohto ilmoittaa, että tilanne ohi.