



## Tutkintaselostus

C1/2010L

# Liikennelentokoneen polttoaineen syöttöhäiriö matkalennon aikana 17.12.2009

OH-SAK

AVRO 146-RJ85

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden ja tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös turvallisuustutkintalaissa (525/2011) sekä Euroopan Unionin parlamentin ja neuvoston asetuksessa n:o 996/2010. Tutkintaselostuksen käyttämisestä 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 / E-post / Email:** [turvallisuustutkinta@om.fi](mailto:turvallisuustutkinta@om.fi)

**Internet:** [www.turvallisuustutkinta.fi](http://www.turvallisuustutkinta.fi)

## TIIVISTELMÄ

Blue1 Oy:n reittilennolla BLF284 Vaasan lentoasemalta Helsinki-Vantaan lentoasemalle tapahtui 17.12.2009 noin kello 17.05 UTC polttoaineen syöttöhäiriöstä johtunut vaaratilanne. Lentokone, rekisteritunnukseltaan OH-SAK, oli BAE Systems Limited -yhtiön valmistama Avro 146-RJ85 -tyyppinen nelimoottorinen liikennelentokone. Lentokoneessa oli 64 matkustajaa ja neljä miehistön jäsentä.

Noin 11 minuuttia lentolähdön jälkeen nousun aikana ohjaamon varoitusjärjestelmään tuli häiriöilmoitus (R FEED TANK LO LEVEL) oikean siiven sisemmän moottorin polttoaineen syöttösäiliöstä. Ohjaamomiehistö aloitti häiriöön liittyvän tarkistuslistan läpikäymisen. Tarkistuslistan mukaan häiriötilanteessa on laskeuduttava niin pian kuin mahdollista, jos häiriöilmoitus ei poistu. Ohjaamomiehistö jatkoi lentoa kohti määräkenttää, vaikka varoitus oli edelleen päällä. Ohjaamomiehistö havaitsi Tampereen kohdalla, että oikean siiven ulomman moottorin syöttösäiliön polttoainemäärä oli alkanut laskea. Noin kaksi minuuttia myöhemmin varoitusjärjestelmä antoi häiriöilmoituksen myös vasemman siiven sisemmän moottorin syöttösäiliön polttoainemäärästä. Häiriötilanne oli tuolloin samanaikaisesti kolmessa eri syöttösäiliössä. Ohjaamomiehistö käytti laskeutumissa Helsinki-Vantaan lentoasemalle normaalia laskusiivekeasetusta 33 astetta. Häiriötä koskevan tarkistuslistan mukainen laskusiivekeasetus oli 24 astetta.

Lennonjohdon hälyttämiä pelastusyksiköitä oli kiitotien valmiuspaikoilla varmistamassa lentokoneen laskeutumista ja rullaamista. Vaaratilanteesta ei aiheutunut henkilövahinkoja tai vaurioita.

Lennon jälkeisessä teknisessä tarkastuksessa havaittiin, että polttoaineen joukossa ollut jäänyt vesi todennäköisesti aiheutti häiriöitä polttoaineen siirtymiseen pääsäiliöistä moottoreiden syöttösäiliöille, jolloin polttoainemäärä syöttösäiliöissä alkoi laskea. Normaali-tilanteessa moottorikohtaiset syöttösäiliöt ovat jatkuvasti täynnä polttoainetta. Lentokoneen valmistajalta saatujen tietojen mukaan vastaavia polttoaineen syöttöhäiriöitä on ollut myös muilla operaattoreilla ja niitä on esiintynyt eniten kylmien talvien aikana. Tapausten määrä on vähentynyt, kun operaattorit ovat lisänneet polttoainejärjestelmän vedenpoistojen lukumäärää. Vedenpoistossa tulee myös noudattaa valmistajan ohjeita polttoaineen minimilämpötilasta, jotta vedenpoisto olisi riittävän tehokasta. Blue1 alkoi myös käyttää veden jääytymistä estävää lisäainetta polttoaineen joukossa.

Vaaratilanteen syntyyn vaikutti myös se, että ohjaamomiehistö jätti noudattamatta häiriötilannetta koskevan tarkistuslistan kohdan, joka käskää laskeutua mahdollisimman nopeasti. Tampere-Pirkkala olisi ollut sijaintinsa, säätilansa ja kiitotieolosuhteidensa puolesta sopiva reittivarakenttä. Myötävaikuttaneita tekijöitä olivat ohjaamomiehistön puutteellinen hyvän ilmailutavan mukainen toiminta (airmanship) ja päätöksenteko. Häiriöön liittyvä tarkistuslista on ulkoasultaan monimutkainen ja raskaslukuinen.

Tutkinnan perusteella suositetaan, että Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA) velvoittaa lentokoneen valmistajaa BAE Systems Limited:iä selkeyttämään Feed Tank Low Level -tarkistuslistan käytettävyyttä.



## SAMMANDRAG

### STÖRNINGAR I BRÄNSLEMATNINGEN UNDER FLYGNING 17.12.2009

Blue1 Oy:s BLF284 var på en reguljärflygning från Vasa flygplats till Helsingfors-Vanda flygplats då en risksituation som berodde på störningar i bränslematningen inträffade den 2009-12-17 ungefär klockan 17:05 UTC . Flygplanet med beteckningen OH-SAK var ett fyrmotorigt trafikflygplan av typen Avro 146-RJ85 tillverkat av BAE Systems Limited. Det fanns 64 passagerare i flygplanet och fyra besättningsmedlemmar.

Ungefär 11 minuter efter starten under stigningen gav manöverpanelens varningssystem ett felmeddelande (R FEED TANK LO LEVEL), från matningstanken för högra vingens inre motor. Besättningen började gå igenom checklistan för denna störning. Enligt checklistan ska man landa så fort som möjligt om felmeddelandet inte försvinner. Flygbesättningen fortsatte flygningen till målflygplatsen trots att varningen fortfarande gavs. Flygbesättningen upptäckte i höjd med Tammerfors att bränslemängden i matningstanken för högra vingens yttre motor hade börjat minska. Ungefär två minuter senare gav varningssystemet ett störningsmeddelande även för bränslemängden i matningstanken för vänstra vingens inre motor. Störningssituationen fanns då samtidigt i tre olika matningstankar. Flygbesättningen använde vid landningen på Helsingfors-Vanda flygplats en normal klaffinställning på 33 grader. Enligt checklistan för den aktuella störningen skulle klaffvinkeln ha varit 24 grader.

De av flygledningen larmade räddningsenheterna var på sina stationsplatser för att säkerställa flygplanets landning på målflygplatsen. Inga person- eller sakskador uppkom vid risksituationen.

Vid den tekniska undersökningen efter flygningen konstaterades, att fryst vatten i bränslet sannolikt hade gett störningar i överföringen av bränslet från huvudtankarna till matningstankarna, varför bränslemängden i matningstankarna började minska. I normalfallet är de motorspecifika matningsbehållarna alltid fyllda med bränsle. Enligt uppgifter från flygplantstillverkaren har även andra operatörer haft motsvarande störningar i bränslematningen och de har mest förekommit under kalla vintrar. Antalet fall har minskat, eftersom operatörerna har ökat antalet dräneringar av bränslesystemen. Vid dräneringen bör man även följa tillverkarens instruktioner om bränslets minimitemperatur, för att dräneringen ska bli tillräckligt effektiv. Blue1 började också använda tillsatser som förhindrar frysning av bränslet.

En bidragande orsak till risksituationen var att besättningen inte tillämpade den punkt i checklistan som angav, att man bör landa så fort som möjligt. Tammerfors-Birkala skulle med tanke på placering, vädersituation och banförhållanden varit en lämplig reservflygplats. Bidragande faktorer var flygbesättningens brist på god tillämpning av luftfartsverksamhet (airmanship) och beslutsfattande. Den checklista som ska användas vid störningen är visuellt komplicerad och svårläst.

Grundat på haveriutredningen rekommenderas, att den europeiska byrån för luftfartssäkerhet (EASA) ålägger flygplanets tillverkare BAE Systems Limited att förbättra användbarheten av checklistan Feed Tank Low Level.



## SUMMARY

### AVRO RJ85 JETLINER FUEL FEED LOW LEVEL WARNING EVENT DURING THE CRUISE PHASE ON 17 DECEMBER 2009

On 17 December 2009, at approximately 17:05 an incident occurred to a Blue1 airliner which was on the scheduled flight BLF284 from Vaasa airport to Helsinki-Vantaa airport. The incident was caused by a fuel feed problem. The aircraft, registration OH-SAK, was a four-engine Avro 146-RJ85 manufactured by BAE Systems Limited. There were 64 passengers and four crew members onboard.

Approximately 11 minutes after takeoff, during the climb, the master warning panel annunciated the following right wing inner feed tank warning: R FEED TANK LO LEVEL. The flight crew began completing the related emergency checklist. The checklist instructs the flight crew to LAND ASAP, unless the warning disappears. The flight crew continued the flight to their destination even though the warning light remained on. As they were passing the city of Tampere the flight crew noticed that the fuel quantity in the right wing's outboard feed tank had begun to decrease. Approximately two minutes later the warning system also generated a fuel level warning from the left wing's inner feed tank. At that point in time the flight crew had simultaneous problems with three separate feed tanks. When the aircraft landed at Helsinki-Vantaa airport the flight crew used the normal trailing edge flap setting of 33 degrees. The checklist that relates to this particular malfunction calls for 24 degrees flaps.

The rescue units alerted by the air traffic control were ready at their stations, poised to provide assistance as the flight landed at its destination. The incident did not result in any injuries to persons nor damage.

A technical inspection following the landing showed that frozen water in the fuel probably obstructed the transfer of fuel from the main tank to the engines' feed tanks. This caused the fuel level in the feed tanks to drop. In a normal situation each engine's feed tank is always full of fuel. According to the information received from the aircraft's manufacturer, other operators, too, have had similar fuel feed problems, particularly during cold winters. The number of such occurrences decreased when operators increased the fuel tank water drain frequency. The manufacturer-recommended minimum fuel temperatures must also be observed during water draining so as to make the procedure adequately efficient. Blue1 also began to add anti-icing additive to its fuel.

The flight crew's decision to disregard the emergency checklist's LAND ASAP instruction also contributed to the incident. Due to its location, good weather and runway conditions Tampere-Pirkkala airport would have been a suitable en-route alternate. Contributing factors included the flight crew's poor airmanship and decision-making. The layout of the checklist for this emergency is both complex and verbose.

The investigation commission recommends that the European Aviation Safety Agency (EASA) oblige BAE Systems Limited, the aircraft manufacturer, to make the Feed Tank Low Level checklist easier to use.





## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY .....	VII
KÄYTETYT LYHENTEET .....	XI
ALKUSANAT .....	XIII
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET .....	1
1.1 Lennon kulku.....	1
1.2 Henkilövahingot.....	3
1.3 Ilma-aluksen vahingot .....	3
1.4 Muut vahingot.....	3
1.5 Henkilöstö .....	3
1.6 Ilma-alus.....	4
1.7 Sää.....	5
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat .....	5
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet .....	5
1.10 Lentopaikka.....	5
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet .....	6
1.12 Tapahtumapaikan tarkastus .....	6
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset .....	6
1.14 Tulipalo.....	6
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat .....	6
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	7
1.16.1 Lentokoneelle tehtyt tarkastukset lennon jälkeen.....	7
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	7
1.18 Muut tiedot .....	8
1.18.1 Polttoainejärjestelmän kuvaus.....	8
1.18.2 Polttoainesäiliöiden vedenpoisto .....	9
1.18.3 FEED LO LEVEL -häiriötilanne .....	9
1.18.4 Lentokoneen valmistajan toiminta liittyen FEED LO LEVEL -häiriötilanteisiin .....	10
1.18.5 Operaattorin toiminta liittyen FEED LO LEVEL -häiriötilanteisiin.....	11
2 ANALYYSI .....	13
2.1 Ohjaamomiehistön toiminta.....	13
2.1.1 Ohjaamon miehistöyhteistyö (CRM) ja hyvä ilmailutapa (Airmanship) .....	14
2.2 Feed Tank Low Level -tarkistuslistan sisältö ja ulkoasu.....	15



2.3	Tekninen analyysi .....	15
2.4	Lentokoneen valmistajan toiminta.....	16
2.5	Operaattorin toiminta .....	16
3	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	17
3.1	Toteamukset .....	17
3.2	Vaaratilanteen syyt ja myötävaikuttaneet tekijät .....	18
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	21
4.1	Toteutetut toimenpiteet .....	21
4.2	Turvallisuussuositukset.....	21
4.3	Muita huomioita ja ehdotuksia .....	21

#### LIITTEET

Liite 1. Feed Tank Low Level -häiriön tarkistuslista

Liite 2. Polttoainesäiliöiden ja polttoainepumppujen sijainti ja siiven poikkileikkaus

Liite 3. Yhteenveto tutkintaselostuksen lopullisesta luonnoksesta saaduista lausunnoista

## KÄYTETYT LYHENTEET

<b>Lyhenne</b>	<b>Englanniksi</b>	<b>Suomeksi</b>
AIP	Aeronautical Information Publication	Ilmailukäsikirja
AMM	Aircraft Maintenance Manual	Lentokoneen huoltokäsikirja
APU	Auxiliary Power Unit	Apuvoimalaite
ASIR	Accident and Safety Incident Report	Blue1:n lentoturvallisuusilmoitus
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Lähestymisalueen automaattinen tiedotuspalvelu
ATPL	Airline Transport Pilot Licence	Liikennealentäjän lupakirja
CPL	Commercial Pilot Licence	Ansiolentäjän lupakirja
CRM	Crew Resource Management	Miehistöyhteistyö
CVR	Cockpit Voice Recorder	Ohjaamoäänitin
EASA	European Aviation Safety Agency	Euroopan lentoturvallisuusvirasto
FDM	Flight Data Monitoring	Tallennettujen lentoarvojen systemaattinen seuranta
FDR	Flight Data Recorder	Lentoarvotallennin
FL	Flight Level	Lentopinta
ft	Feet	Jalka, pituuden mittayksikkö
hPa	Hectopascal	Hehtopascal, paineen mittayksikkö
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IMC	Instrumental Meteorological Conditions	Mittarisääolosuhteet
JAR	Joint Aviation Requirements	Yhteiseurooppalaiset ilmailumääräykset
METAR	Aviation Routine Weather Report	Määräaikainen lentosääsanoma
MPD	Maintenance Planning Document	Lentokoneen valmistajan julkaisema lentokoneiden huollon suunnitteluohje
NM	Nautical Mile	Meripeninkulma
OM-A	Operations Manual	Lentotoimintakäsikirja
QNH	Altimeter setting	Korkeusmittarin ilmanpaineasetus
SB	Service Bulletin	Huoltotiedote



SETR	Systems Engineering Technical Report	Lentokoneen valmistajan julkaisema tekninen tiedote
UK AAIB	United Kingdom Air Accident Investigation Branch	Yhdistyneen kuningaskunnan lentoonnettomuustutkintaviranomainen
UTC	Co-ordinated Universal Time	Koordinoitu maailmanaika

## ALKUSANAT

Blue1 Oy:n reittilennolla BLF284 Vaasan lentoasemalta Helsinki-Vantaan lentoasemalle tapahtui 17.12.2009 noin kello 17.05 UTC polttoaineen syöttöhäiriöstä johtunut vaaratilanne. Lentokone, rekisteritunnukseltaan OH-SAK, oli BAE Systems Limited -yhtiön valmistama Avro 146-RJ85 -tyyppinen nelimoottorinen liikennelentokone. Lentokoneessa oli 64 matkustajaa ja neljä miehistön jäsentä.

Noin 11 minuuttia lentolähdön jälkeen nousun aikana ohjaamon varoitusjärjestelmään tuli häiriöilmoitus (R FEED TANK LO LEVEL) oikean siiven sisemmän moottorin polttoaineen syöttösäiliöstä. Tarkistuslistan mukaan häiriötilanteessa on laskeuduttava niin pian kuin mahdollista, jos häiriöilmoitus ei ole poistunut. Ohjaamomiehistö jatkoi lentoa kohti määräkenttää, vaikka varoitus oli edelleen päällä. Häiriötilanne ilmeni myös kahdessa muussa syöttösäiliössä, jolloin syöttöhäiriö oli samanaikaisesti kolmessa eri syöttösäiliössä. Lentokone laskeutui määräkentälle Helsinki-Vantaalle. Vaaratilanteesta ei aiheutunut henkilövahinkoja tai vaurioita.

Ohjaamomiehistön toiminnan analyysi perustuu ohjaamoäänittimen (CVR) ja lentoarvotallentimen (FDR) tallenteista saatuihin tietoihin sekä ohjaamomiehistön kuulemisiin.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 14.1.2010 päätöksellään C1/2010L tutkintalautakunnan, jonka puheenjohtajaksi nimettiin erikoistutkija Tii-Maria Siitonen ja jäseniksi tutkijat Markus Bergman ja Risto Timgren. Tutkintalautakunnan kutsumina asiantuntijoina olivat äänitutkija Päivikki Eskelinen-Rönkä, tekninen asiantuntija Teemu Kuikka ja tutkija Risto Paajanen. Onnettomuustutkintakeskus vapautti päätöksellään 1.6.2011 Markus Bergmanin lautakunnan jäsenen tehtävästä hänen siirryttyään Liikenteen turvallisuusviraston palvelukseen.

Onnettomuustutkintakeskus teki tapahtumasta ICAO Annex 13 mukaisen ilmoituksen Yhdistyneen Kuningaskunnan lento-onnettomuustutkintaviranomaiselle (UK AAIB) ja Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (EASA). UK AAIB:n nimeämä valtuutettu edustaja oli Senior Inspector of Air Accidents Chris Scott.

Tutkintaselostuksessa käytetään Avro 146-RJ85 -tyypistä nimitystä Avro RJ.

EU-asetuksen 996/2010 mukaiset lausunnot pyydettiin asianosaisilta, operaattorilta, Liikenteen turvallisuusvirastolta (Trafi), Finavia Oyj:ltä, Keski-Uudenmaan pelastuslaitokselta, Euroopan lentoturvallisuusvirastolta (EASA), Yhdistyneen Kuningaskunnan lento-onnettomuustutkintaviranomaiselta (UK AAIB) ja lentokoneen valmistajalta BAE Systems Limited:ltä. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostuksessa.

Kaikki tutkintaselostuksessa käytetyt ajat ovat UTC-aikoja, jotka ovat Suomen normaaliaikoja -2 tuntia.

Tutkinta valmistui 4.10.2012.

Tutkintaselostus ja lähdeaineisto ovat taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.



## 1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

### 1.1 Lennon kulku

Tapahtumalennon miehistö aloitti työvuoronsa iltapäivällä Vaasassa yöpymisen jälkeen.

Lentokone saapui Vaasaan Helsingistä. Sitä ennen se oli käynyt Kööpenhaminassa sekä noin kahden tunnin tauon jälkeen Oulussa. Vallitseva sekä ennustettu sää lähtö-, määrä- ja varakentillä mahdollistivat lennon suunnittelun ja toteuttamisen normaalisti. Lentoasemilla lämpötila vaihteli Oulun noin -15 °C ja Vaasan -24 °C välillä.

Lennon BLF284 suunnittelu ja valmistelu Vaasan lentoasemalla sujuivat normaalisti. Ohjaamomiehistö valitsi Helsinki-Vantaan varakentäksi Tampere-Pirkkalan lentoaseman. Vaasassa käytettiin lentokoneen varavoimalaitetta (APU, Auxiliary Power Unit), joka saa polttoaineensa koneen vasemmassa siivessä sijaitsevasta pääpolttoainesäiliöstä. APU:n käyttö aiheutti epätasapainoa polttoainemääriin vasemman ja oikean pääpolttoainesäiliön välillä. Epätasapaino polttoainemäärissä on normaalia tässä tilanteessa.

Lentoonlähtö Vaasan lentoasemalta tapahtui kello 16.49. Kapteeni toimi ohjaavana ohjaajana. Lentoonlähdön jälkeen polttoainemäärissä oli epätasapainoa noin 200 kg. Ohjaamomiehistö käytti polttoainemäärien tasaamiseksi ristisyöttöjärjestelmää, jolloin vasemman puolen polttoainepumput sammutettiin ja oikean puolen pumpuilla syötettiin kaikkia neljää moottoria. Polttoainemäärien tasaamisen jälkeen ristisyöttöjärjestelmä kytkettiin normaaliin asentoon.

Noin kello 17.00 tuli ohjaamon varoitusjärjestelmään R FEED TANK LO LEVEL -häiriöilmoitus oikeanpuoleisesta sisemmästä polttoaineen syöttösäiliöstä kun lentokone oli nousussa lentopinnan (FL) 200 yläpuolella. Tämä häiriöilmoitus tulee, kun syöttösäiliön (feed tank) polttoainemäärä laskee alle 272 kg:n. Kyseisestä säiliöstä syötetään polttoaine oikean siiven sisemmälle moottorille. Tällöin vallitsi yö ja mittarilentosääolosuhteet (IMC).

Ohjaamomiehistö arvioi tilannetta ja aloitti häiriöön liittyvän tarkistuslistan (Feed Tank Low Level) läpikäymisen. Ohjaamomiehistö kävi läpi tarkistuslistaa siihen kohtaan, joka käskee laskeutumaan niin pian kuin mahdollista, "Land as soon as possible". Perämies totesi lentokoneen olevan noin 42 NM Tampere-Pirkkalan pohjoispuolella ja laskeutumisen Tampere-Pirkkalaan olevan ainoa vaihtoehto.

Ohjaamomiehistö jatkoi lentoa kohti Helsinki-Vantaan lentoasemaa nousten matkalentopinnalle 290 (noin 8800 metriä). Oikean siiven sisemmän syöttösäiliön polttoainemäärä alkoi nousta vaakalennon aikana ja vakiintui arvoon noin 250 kg. Häiriöilmoitus oli edelleen päällä.

Kapteeni pienensi oikean siiven sisemmän moottorin tehoasetusta säästääkseen polttoainetta vastaavassa syöttösäiliössä kun lentokone oli Tampere-Pirkkalan lentoaseman kohdalla noin kello 17.10 matkalentopinnan jättämisen jälkeen. Ohjaamomiehistö huomasi, että myös oikean siiven ulomman moottorin syöttösäiliön polttoainemäärä oli alka-

nut laskea. Tämän syöttösäiliön polttoainemäärän vähenemisestä ei tule tässä tilanteessa erillistä häiriöilmoitusta, koska oikeanpuolen häiriöilmoitus oli jo päällä. Tässä vaiheessa ohjaamomiehistö totesi, että Helsinki-Vantaalle oli lentoaikaa jäljellä 16 minuuttia. He totesivat myös, että tarkistuslistan mukaan oikeanpuoleisissa syöttösäiliöissä oli matkalentotehoasetuksilla polttoainetta 23 minuutiksi.

Vasemman siiven sisemmän moottorin syöttösäiliöstä tullut L FEED TANK LO LEVEL -häiriöilmoitus oli ollut päällä noin 20 sekunnin ajan kello 17.10 ja se syttyi uudelleen kello 17.12. Ainoastaan vasemman siiven uloimmaisessa syöttösäiliössä ei ollut syöttöhäiriöitä koko lennon aikana.

Kapteeni pyysi Tampereen alueenlennonjohdolta suoraa lähestymistä Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitotielle 15 ja etuoikeutta muuhun liikenteeseen nähden. Lennonjohto ilmoitti, että kiitotie 15 ei ole käytettävissä, koska sitä ei ollut aurattu. Tämän jälkeen kapteeni pyysi mahdollisimman lyhyttä reittiä laskeutumiseen ja toisti pyynnön etuoikeudesta. Oikean puolen sisemmän syöttösäiliön polttoainemäärä oli tällöin pienimmillään arvossa noin 150 kg. Alueenlennonjohto kysyi pelastuspalvelun tarvetta laskeutumisen aikana. Ohjaamomiehistö ilmoitti, ettei pelastuspalvelulle ole tarvetta.

Alueenlennonjohto luovutti lennon Helsingin lähestymislennonjohdolle. Lennonjohdon kysyttyä tilanteesta ohjaamomiehistö kertoi ongelmista polttoainesäiliöiden kanssa ja halusta päästä laskuun mahdollisimman suoraa reittiä. Tämän jälkeen lennonjohto ilmoitti tekevänsä lento-onnettomuusvaarahälytyksen. Lennonjohto kysyi ohjaajilta tietoa lentokoneessa olevasta polttoainemäärästä, henkilöluvusta ja mahdollisista vaarallisista aiheista.

Alkulähestymisen aikana kapteeni kertoi tilanteesta matkustamomiehistölle ja ohjeisti heitä valmistelemaan matkustamon laskua varten normaalitoiminnoin. Kapteeni tiedotti myös matkustajille lentokoneen teknisestä ongelmasta ja laskeutumisen aikana mahdollisesti näkyvistä paloautoista.

Ohjaamomiehistö teki normaalin lähestymiseen liittyvän tarkistuslistan mukaiset toimenpiteet. Tämän jälkeen kello 17.22 ohjaamomiehistö alkoi lukea polttoaineen syöttöhäiriöön liittyvän tarkistuslistan loppuosaa. Tässä osassa listaa on lueteltu vikatilanteessa vaadittavat toimenpiteet lähestymisen ja laskun aikana. Tarkistuslistan mukaan laskusii-vekeasetus tulee olla 24 astetta, mutta kapteeni päätti käyttää laskeutumisessa normaalia asetusta 33 astetta. Ohjaamomiehistön kertoman mukaan tämä päätös tehtiin kiitotien 04L huonojen kitka-arvojen vuoksi.

Lähestymisen aikana molemmat FEED TANK LO LEVEL -varoitukset vuoroin poistuivat ja palasivat uudelleen. Lentokone laskeutui Helsinki-Vantaalle kello 17.29. Maassa molemmat varoitukset poistuivat hetkeksi, mutta ne tulivat takaisin rullauksen aikana. Laskeutumisen jälkeen lentokoneessa oli yhteensä 2500 kg polttoainetta.

Lennonjohdon hälyttämiä pelastusyksiköitä oli kiitotien valmiuspaikoilla varmistamassa lentokoneen laskeutumista ja rullaamista. Rullauslennonjohto pyysi ohjaamomiehistöä ottamaan lennon jälkeen puhelimitse yhteyttä lennonjohdon vuoro-esimieheen.



Ohjaamomiehistö teki viranomaisille lentoturvallisuusilmoituksen (ASIR, Accident and Safety Incident Report) lentoturvallisuutta vaarantaneesta tilanteesta. Helsingin lähestymis- ja lähilennonjohtojen vuoro esimiehet sekä Helsinki-Vantaan lentoaseman pelastuspalvelu tekivät myös omat lentoturvallisuusilmoituksensa.

Operaattorin toimintakäsikirja (OM-A) edellyttää, että onnettomuuden tai merkittävän vaaratilanteen (major incident) tapahtuttua lennon päällikkö varmistaa tallenteiden säilymisen mahdollista turvallisuustutkintaa varten. Tapahtumalennon ohjaamoäänittimen (CVR) tallennetta ei varmistettu tutkintaa varten heti tapahtuman jälkeen. Operaattori varmistoi CVR -tallenteen seuraavana päivänä ja se sisälsi myös pääosan tapahtumalennon tiedoista.

Tapahtumalentoa käsiteltiin koko miehistön ja ryhmäpäällikön kanssa heti lennon jälkeen. Koko miehistö piti myös ennen seuraava lentoa jälki-briefingin, johon ei osallistunut ulkopuolisia henkilöitä.

## 1.2 Henkilövahingot

Ei henkilövahinkoja. Lentokoneessa oli 64 matkustajaa ja 4 miehistön jäsentä.

## 1.3 Ilma-aluksen vahingot

Ei vaurioita.

## 1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

## 1.5 Henkilöstö

**Lentokoneen päällikkö** Ikä 36 vuotta

Lupakirjat: JAR liikennelentäjä (ATPL),  
voimassa 17.10.2013 saakka

Lääketieteellinen  
kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 29.6.2010 saakka

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset voimassa

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla kone-tyypeillä	3 h 58 min	67 h	186 h	6111 h
Ko. ilma-alustyyppillä	3 h 58 min	67 h	186 h	2585 h

**Lentokoneen perämies** Ikä 37 vuotta  
 Lupakirjat: JAR ansiolentäjä (CPL), voimassa 23.2.2010 saakka  
 Lääketieteellinen kelpoisuustodistus: JAR luokka 1, voimassa 9.4.2010 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset voimassa

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	4 h 51 min	74 h 08 min	173 h 18 min	3320 h 51 min
Ko. ilma-alustyyppillä	4 h 51 min	74 h 08 min	173 h 18 min	2354 h 39 min



Kuva 1. Avro 146-RJ85.

## 1.6 Ilma-alus

Avro 146-RJ85 on lyhyille matkoille suunniteltu ylätasoinen liikennelentokone, jossa neljä Honeywell (Lycoming) LF507-1F -tyyppistä suihkuturbiinimoottoria. Lentokonetypin valmistus loppui vuonna 2001.

### Muut tiedot:

Valmistaja: BAE Systems Limited  
 Rekisteritunnus ja -numero: OH-SAK  
 Lentokelpoisuustodistus: voimassa 19.9.2010 asti  
 Valmistusnumero ja -vuosi: E2389, 2001  
 Omistaja: BAE Systems (operations) Limited  
 Käyttäjä: Blue1 Oy

Lentokoneen massa ja massakeskiö olivat sallituissa rajoissa.

## 1.7 Sää

Vallitseva sekä ennustettu sää lähtö-, määrä- ja varakentillä mahdollistivat lennon suunnittelun ja toteuttamisen normaalisti.

Ohjaamomiehistön käytössä olleet määräaikaiset lentosääsanomat (METAR):

Vaasa klo 16.20: Tyyntä, hyvä näkyvyys, vähän pilviä 4000 jalkaa, lämpötila -23 °C, kastepiste -26 °C, QNH 1032 hPa.

Tampere-Pirkkala klo 15.20: Tyyntä, hyvä näkyvyys, ei pilviä, lämpötila -19 °C, kastepiste -21 °C, QNH 1031 hPa.

Helsinki-Vantaa klo 16.47: Tuuli 030 astetta 3 solmua, näkyvyys 4 km, lumisadetta, pilviä vähän 1500 jalkaa, osittain pilvistä 2600 jalkaa, lähes pilvistä 3900 jalkaa, lämpötila -14 °C, kastepiste -16 °C, QNH 1031 hPa, ajoittain näkyvyys 2 km.

Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitotiellä 04L (ATIS J, 16.47 UTC) oli lähestymisen ja laskun aikana kuivaa lunta 1 mm syvyydeltä ja 50 metrin leveydeltä sekä ajelehtivaa lunta. Kitkakertoimet kiitotiellä olivat sen alkupäästä lukien kolmanneksittain 46, 37, 30. Jarrutusteho oli keskinkertainen.

## 1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

## 1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Lentokoneen ja lennonjohdon välisessä kommunikaatiossa käytetyt radiopuhelinyhteydet toimivat normaalisti.

Helsinki-Vantaan lentoaseman lähilennonjohdon tekemän lento-onnettomuusvaara-hälytyksen yhteydessä hälytysjärjestelmässä ilmeni toimintahäiriö, joka ei kuitenkaan estänyt hälytyksen tekemistä. Häiriötä on käsitelty tarkemmin kappaleessa ”1.15 Pelastustoiminta”.

## 1.10 Lentopaikka

Lentokone lähti Vaasan lentoasemalta (EFVA) ja laskeutui Helsinki-Vantaan lentoaseman (EFHK) kiitotielle 04L, jonka pituus on 3060 metriä ja leveys 60 metriä.

Reittivarakenttänä oli Tampere-Pirkkalan lentoasema (EFTP).

Tarkemmat tiedot lentopaikoista löytyvät Suomen ilmailukäsikirjasta (AIP).

## **1.11 Lennonrekisteröintilaitteet**

### **Lentoarvotallennin (FDR)**

Tutkintalautakunnalla oli käytössä operaattorin FDM (Flight Data Monitoring) järjestelmän avulla puretut lennon tiedot. Nämä tiedot vastaavat pääosin elektronisen (ei liikkuvia osia) lentoarvotallentimen (Solid State Flight Data Recorder, SSFDR) tallentamia tietoja. Lentoarvotallentimen tyyppi oli Honeywell 980-4700-003 ja sarjanumero 2328.

Tallenteen laatu oli hyvä ja siitä saatiin tutkinnan kannalta hyödyllistä tietoa. Lentoarvotallennin ei tallenna polttoainesäiliöissä olevan polttoaineen määrää. Laitteen tallennusaika on 25 tuntia.

### **Ohjaamoäänitin (CVR)**

Digitaalisen ohjaamoäänittimen (Cockpit Voice Recorder, CVR) tyyppi on British Aerospace Systems and Equipment (BASE) SCR500-120 ja sarjanumero 299412-0100. Ohjaamoäänittimen tallenneaika on kaksi viimeisintä tuntia lentokoneen operoinnista. Ohjaamoäänitin pysähtyy normaalisti, kun avioniikan päävirtakytkin (Avionics Master 1) kytketään pois päältä. Äänitin voidaan pysäyttää myös avaamalla äänittimen suojakaisin.

Ohjaamoäänittimen tallenne purettiin Yhdistyneen kuningaskunnan lento-onnettomuustutkintaviranomaisen (Air Accident Investigation Branch, AAIB) toimesta Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijan valvonnassa. Tallenteen laatu oli hyvä ja siitä saatiin tutkinnan kannalta hyödyllistä tietoa.

## **1.12 Tapahtumapaikan tarkastus**

Ei tarpeen tutkinnan kannalta.

## **1.13 Lääketieteelliset tutkimukset**

Lääketieteellisiä tutkimuksia ei tehty.

## **1.14 Tulipalo**

Tulipaloa ei syttynyt.

## **1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat**

Ohjaamomiehistö ilmoitti häiriötilanteesta sekä Tampereen alueenlennonjohdolle että Helsingin lähestymislennonjohdolle. Helsingin lähestymis- ja lähilennonjohdon esimiehet tekivät kello 17.17 lento-onnettomuusvaarahälytyksen. Lentokoneen laskeutumiseen oli tuolloin aikaa noin 12 minuuttia. Hätäkeskus sai ilmoituksen vaaratilanteesta kello 17.18 ja hälytystä laajennettiin muun muassa lentokoneen matkustajamäärän perusteella. Osa hälytetyistä yksiköistä oli kiitotien valmiuspaikoilla lentokoneen laskeutumisen aikana. Helsingin lähilennonjohdon esimies painoi keltaista lento-onnettomuusvaara-

painiketta, joka kytki päälle myös hälytyssummerin. Sen olisi pitänyt hiljentyä 10 sekunnin kuluttua painikkeen painamisesta. Päälle jääneen summerin ääni vaikeutti sekä lähilennonjohdon että pelastusyksiköiden työskentelyä. Lentoterminalin pelastusasemilla oli vaikeuksia saada selvää lennonjohdon tekemästä kuulutuksesta. Summeri saatiin kytkettyä pois päältä muutaman minuutin kuluttua. Tutkintalautakunnan saaman tiedon mukaan hälytyssummerin vika korjattiin muutaman päivän kuluttua tapahtuneesta.

## **1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset**

### **1.16.1 Lentokoneelle tehdyt tarkastukset lennon jälkeen**

Operaattorin tekninen henkilökunta kokeili sähköisiä polttoainepumppuja heti tapahtumalennon jälkeen asematasolla. Kokeilussa havaittiin, että polttoainepumput eivät siirtäneet polttoainetta syöttösäiliöihin. Kokeilun jälkeen lentokone siirrettiin operaattorin lämpimään halliin. Tekninen henkilökunta havaitsi lentokoneen polttoainejärjestelmälle tehdyn vedenpoiston aikana, että polttoaineen joukossa oli vettä. Vedenpoiston jälkeen polttoaine siirtyi jälleen normaalisti syöttösäiliöihin.

## **1.17 Organisaatiot ja johtaminen**

Blue1 Oy on SAS Group -konserniin kuuluva suomalainen lentoyhtiö, joka lentää säännöllistä reittiliikennettä sekä kotimaisiin että ulkomaisiin kohteisiin Euroopassa. Vuonna 2010 yhtiöllä oli 15 lentokonetta, joista suurin osa oli tyyppiä Avro RJ85/RJ100. Boeing 717 -kalusto korvasi kokonaan yhtiön Avro RJ85/RJ100 -kaluston syyskuussa 2011. Operaattorilla on oma huolto-organisaatio Helsinki-Vantaan lentoasemalla.

Operaattori käyttää lentoturvallisuusilmoitusten tekemiseen omaa ASIR -ilmoituslomaketta (Accident and Safety Incident Report).

### **Ohjaamoäänittimen pysäyttäminen**

Operaattorin toimintakäsikirja (OM-A) edellyttää, että onnettomuuden tai merkittävän vaaratilanteen (major incident) tapahduttua lennon päällikkö varmistaa tallenteiden säilymisen mahdollista tutkintaa varten. Tutkitussa vaaratilanteessa ohjaamoäänitin pysäytettiin vasta seuraavana päivänä, mutta lähes kaikki tapahtumalennon tiedot olivat vielä tallella. Operaattorin ASIR -ilmoituslomakkeessa on kohta, johon tulee merkintä tallentimien pysäyttämisestä. Tutkittavassa tapauksessa merkintää ei tehty.

### **Ohjaamon miehistöyhteistyökoulutus**

Operaattori antaa lentäjille säännöllisesti ohjaamoyhteistyökoulutusta (CRM, Crew Resource Management). Tapahtumalennon molemmat ohjaamomiehistön jäsenet olivat osallistuneet sekä operaattorin uusille lentäjille järjestettävään koulutukseen että noin kerran vuodessa järjestettyihin kertauskoulutuksiin. Operaattorilta saadun tiedon mukaan lentäjien CRM osaamista arvioidaan myös tarkastuslentojen yhteydessä. Tapahtumalennon ohjaajien saamat arvostelut olivat hyväksyttävällä tasolla.

## 1.18 Muut tiedot

### 1.18.1 Polttoainejärjestelmän kuvaus

#### Yleistä

Operaattorin käytössä olleissa Avro RJ -tyyppisissä lentokoneissa on kolme erillistä polttoainesäiliötä, yksi kummassakin siivessä ja yksi lentokoneen keskirungossa. Keskisäiliöstä polttoaine siirretään siipisäiliöihin, joista se syötetään moottoreihin. Siipisäiliöt muodostuvat kolmesta osasta: pääsiipisäiliöstä sekä sisemmästä ja ulommasta syöttösäiliöstä. Syöttösäiliö on moottorikohtainen ja sen kapasiteetti on 272 kg. Normaalitylanteessa syöttösäiliöt ovat jatkuvasti täynnä polttoainetta. Kummassakin siivessä on sisäinen huohotussäiliö (surge tank), joiden kautta polttoainesäiliöt huohottuvat ulkoilmaan.

Polttoainejärjestelmän käyttökytkimet, varoitusvalot ja syöttösäiliöiden analogiset määrämittarit ovat ohjaamon yläpaneelissa. Syöttösäiliöiden määrämittarien asteikkolukemat ovat 50 kg:n välein. Polttoaineen kokonaismäärän mittarit sijaitsevat moottorin valvontamittareiden yhteydessä mittaritaulussa keskikonsolin yläpuolella. Polttoaineen lämpötilasensori on asennettu oikeaan siipeen ja polttoaineen lämpömittari on ohjaamon yläpaneelissa.

#### Polttoainepumput

Lentokoneessa on yhteensä neljä sähkötoimista polttoainepumppua (electrical boost pump), kaksi kummassakin siivessä. Nämä pumput on nimetty seuraavasti: vasen / oikea uloimmainen ja vasen / oikea sisempi sijaintinsa mukaan vastaavasti nimetyissä syöttösäiliöissä (feed tank). Syöttösäiliöiden tarkoitus on taata polttoaineen jatkuva saatavuus sähkötoimisille polttoainepumpuille. Sähköiset pumput syöttävät polttoainetta paineella vastaaville moottoreille ja niiden mekaanisille polttoainepumpuille. Sähköiset polttoainepumput syöttävät myös polttoainetta tuottamaan käyttövoimaa ejektoripumpuille (jet-pump), jotka ylläpitävät polttoaineen jatkuvaa siirtoa pääsiipisäiliöistä syöttösäiliöihin. Ejektoripumppujen toiminta perustuu virtaavan nesteen paine-eroon venturissa, joka saa aikaan polttoaineen virtauksen.

Polttoaineen syöttö on normaalisti moottorikohtainen, mutta yhteissyöttö- ja ristisyöttötoiminnot (common feed ja cross feed) mahdollistavat minkä tahansa moottorin polttoaineen syöttämisen millä tahansa sähköisellä polttoainepumpulla. Mikäli sähkötoimiset polttoainepumput eivät toimi, ejektoripumput saavat käyttövoimansa hydraulisesti toimivilta varapumpuilta (standby pump) ja moottorit imevät polttoaineen syöttösäiliöistä. Polttoainepumppujen sijainti on esitetty liitteen 2 kuvassa 1.

#### Painovoimainen polttoaineen syöttö

Mikäli myös hydraulisesti toimivat polttoainepumput lakkaavat toimimasta, pääosa polttoaineesta voidaan syöttää moottoreille painovoimaisen polttoaineen syötön (gravity feed) ja moottoreiden imun avulla. Painovoimainen polttoaineen syöttö pääsiipisäiliöistä syöttösäiliöihin takaa moottoreiden normaalin toiminnan ainakin 20 000 jalan lentokorkeuteen saakka. Mekaaninen läppäventtiili päästää polttoaineen virtaamaan pääsiipisäiliöihin.

liöstä sisempään syöttösäiliöön. Polttoaine pääsee lisäksi virtaamaan sisemmästä syöttösäiliöstä ulompaan syöttösäiliöön yläpäästään avoimen väliseinän yli. Siiven poikkeusleikkaus on esitetty liitteen 2 kuvassa 2.

### 1.18.2 Polttoainesäiliöiden vedenpoisto

Lentokoneeseen tankattavan polttoaineen joukossa on aina vettä. Polttoainejärjestelmään muodostuu vettä myös kondensoitumalla suurissa lämpötilan vaihteluissa. Vesipisarat saattavat myös jäätyä, jolloin ne voivat aiheuttaa tukoksia polttoainejärjestelmässä.

Lentokoneen valmistajan julkaiseman Maintenance Planning Document (MPD) ohjeistuksen mukaan vedenpoisto on tehtävä vähintään 50 lennon välein. Operaattorit voivat harkintansa mukaan tehdä vedenpoiston niin usein, kun katsovat tarpeelliseksi. Valmistajan mukaan polttoaineen tulee vedenpoiston aikana olla riittävän lämmintä, jotta varmistutaan siitä, että polttoaineessa ei ole jäätä. Jotkut operaattorit käyttävät tarvittaessa polttoaineen lämmitykseen lämpimän huoltotilan lisäksi erillisiä lämmittimiä.

Lentokoneen molemmissa siivissä on viisi vedenpoistovenktiiliä. Valmistajan ohjeistuksen mukaan polttoainetta tulee olla siiven säiliöissä noin 800 kg ennen vedenpoiston aloittamista. Lentokoneen tulee myös olla paikallaan vähintään tunnin ajan, jotta säiliöissä oleva polttoainetta painavampi vesi ehtii laskeutua säiliöiden pohjalle. Valmistaja suosittelee lokakuussa 2010 tehdyssä huoltokäsikirjan (Aircraft Maintenance Manual, AMM) muutoksessa, että polttoaineen lämpötilan tulee olla vedenpoiston aikana yli  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vaaratilanteen tapahtuma-aikana suositus oli  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Polttoaineen seassa olevan veden jäätympiste on  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  välillä.

Vedenpoistossa polttoainetta lasketaan vedenpoistovenktiilin kautta yhtäjaksoisesti niin kauan, että polttoaineen joukossa ei ole havaittavissa vesijäämiä. Operaattoreilta saatujen kokemusten mukaan valmistaja suosittelee, että vettä tulee poistaa jokaisen vedenpoistovenktiilin kautta vähintään kahdeksan litraa. Havainnot vesijäämistä kirjataan viikkotarkastuksen työkorttiin.

Tapahtumalennon lentokoneelle tehtiin operaattorin huolto-ohjelman mukainen viikkotarkastus (BAE 146 Avro RJ Weekly Check) lentoa edeltävänä yönä. Viikkotarkastukseen kuuluu polttoainesäiliöiden vedenpoisto. Siiven polttoainesäiliöiden alapintoja oli lämmitetty infrapunälämmittimellä. Tapahtumalento oli lentokoneen kuudes lento viikkotarkastuksen jälkeen.

### 1.18.3 FEED LO LEVEL -häiriötilanne

Jos polttoainemäärä syöttösäiliössä laskee alle 272 kg:n, niin lentokoneen varoitusjärjestelmä antaa ohjaamomiehistölle FEED LO LEVEL -häiriöilmoituksen. Häiriöilmoitus ilmoittaa, kummassa siivessä on syöttöhäiriö. Häiriöön liittyvän tarkistuslistan mukaan ohjaamomiehistön tulee tarkistaa, mistä syöttösäiliöstä häiriöilmoitus tulee.

Jos häiriöilmoitus ei poistu tarkistuslistan mukaisten toimenpiteiden jälkeen, niin ohjaamomiehistön on laskeuduttava niin pian kuin mahdollista. Täydestä syöttösäiliöstä riittää

yhdelle moottorille polttoainetta 23 minuutiksi matkalentotehoasetuksilla tai liukuun matkalentokorkeudelta, lähestymiseen, yhteen ylösvetoon, uuteen lähestymiseen ja laskeutumiseen. Tarkistuslistassa todetaan, että ohjaajat voivat luottaa häiriötilanteessa ainoastaan moottorikohtaisen syöttösäiliön sisältämään polttoainemäärään.

Lentokoneen valmistajan mukaan FEED LO LEVEL -häiriöilmoitukset ovat johtuneet pääasiassa polttoaineessa olleen veden jääytymisestä. Jääytymistä käsitellään tarkemmin kohdassa 1.18.4.

#### **1.18.4 Lentokoneen valmistajan toiminta liittyen FEED LO LEVEL -häiriötilanteisiin**

Polttoaineessa olevan veden jäätyminen aiheuttaa häiriöitä ejektoripumppujen ja niiden putkistojen toimintaan rajoittaen polttoaineen virtaamista pääsäiliöistä syöttösäiliöille.

Valmistajan ilmoituksen mukaan Avro RJ -tyypin lentokoneille oli tapahtunut jääytymisestä johtuneita polttoaineen syöttöhäiriöitä lokakuusta 2005 helmikuuhun 2010 yhteensä 45 kappaletta. Suurin osa tapauksista oli ilmennyt lokakuun ja huhtikuun välisenä aikana ja niissä oli suuria vuosittaisia sekä operaattorikohtaisia vaihteluita. Syöttöhäiriöt olivat ilmenneet tyypillisesti joko matkalennon loppuvaiheessa tai liu'un ja lähestymisen aikana. Valmistaja kiinnitti tapauksiin huomiota jo talvella 2005–2006, jolloin asiasta tehtiin selvitys. Tämä selvitys kannusti operaattoreita kehittämään vedenpoistomenetelmiä ja jakamaan kokemuksiaan valmistajan kanssa.

Valmistaja suositti myös niitä operaattoreita, jotka olivat kokeneet tapauksia eniten, tekemään teknisen tiedotteen SB 28-029-01710A mukaisen muutostyön. Tekninen tiedote on julkaistu vuonna 2001 ja päivitetty vuonna 2005. Muutostyön tarkoituksena on parantaa polttoainesäiliöiden vedenpoistoa lisäämällä säiliön sisällä olevien vedenpoistoputkiston imupisteiden määrää. Blue1 Oy ei ollut tehnyt muutostyötä tapahtumalennon lentokoneeseen.

Valmistajan mukaan polttoainesäiliöiden pitäminen mahdollisimman täysinä saattaa vähentää tutkitun kaltaisia häiriötilanteita liu'un loppupuolen ja/tai lähestymisen aikana. Pääsäiliöissä sijaitsevat ejektoripumppujen imupisteet (pick-up points) pysyvät tuolloin kokonaan polttoainepinnan alapuolella.

Talvi 2009–2010 oli erittäin kylmä koko Euroopassa, jolloin myös tapauksia oli edellisiä vuosia enemmän. Valmistaja julkaisi jatkoselvityksen (SETR/146/1535) ja tämän perusteella tiedotteen (Electronic Service Information Leaflet 28-146-RJ-650-1) vuonna 2010. Tiedotteen tarkoituksena on kertoa valmistajan tekemistä tutkimuksista liittyen FEED LO LEVEL -häiriötilanteisiin ja ohjeistaa vedenpoiston menetelmiä.

Valmistajalla ei ole tiedossa, että tutkitun kaltainen polttoaineen syöttöhäiriö olisi aiheuttanut moottorin sammumisen lennon aikana.



### **1.18.5 Operaattorin toiminta liittyen FEED LO LEVEL -häiriötilanteisiin**

#### **Tekniikka**

Operaattori teki yhteistyötä lentokoneen valmistajan kanssa raportoimalla häiriötilanteista. Avro RJ -operaattorit ovat myös tehneet keskinäistä yhteistyötä jakamalla kokemuksia häiriöiden poistamisesta.

Operaattori teki viikkotarkastusten välissä ylimääräisiä vedenpoistoja aina kun niihin oli mahdollisuus.

Operaattorin teettämässä laboratoriotutkimuksissa Avro RJ -kaluston polttoainesäiliöissä ei havaittu biologista kasvustoa, joka olisi voinut aiheuttaa polttoaineen syöttöhäiriötä.

Lentokoneen moottorin valmistaja Honeywell sallii jäänestoaineen (AL41) käyttämisen polttoaineen joukossa. Polttoaineyhtiö lisäsi polttoaineeseen jäänestoainetta operaattorin tilauksesta 1.11.2010–31.3.2011 välisenä aikana kaikissa Helsinki-Vantaan lentoasemalla tapahtuneissa Avro RJ -kaluston polttoainetäydennyksissä. Operaattorilta saadun tiedon mukaan jäänestoaineen käyttäminen ja vedenpoistojen lisääminen poisti FEED LO LEVEL -häiriöt miltei kokonaan.

#### **Lentotoiminta**

Tutkinnan aikana tehtyjen haastattelujen perusteella FEED LO LEVEL -tapauksista oli käyty keskustelua Avro RJ-ryhmän sisällä. Ryhmän lentäjät olivat harjoitelleet simulaattorissa FEED TANK LEAK -häiriötilannetta vuonna 2008. Tämä simulaattoriharjoitus vastaa simulaattorikouluttajien mukaan FEED LO LEVEL -tilannetta. Perämies oli tehnyt kyseisen harjoituksen vuonna 2008. Vastaavista häiriötilanteista oli myös kerrottu keväällä 2009 ilmestyneessä operaattorin laatu- ja turvallisuusosaston julkaisemassa ”Quality and Safety Feedback” -julkaisussa.



## 2 ANALYYSI

### 2.1 Ohjaamomiehistön toiminta

Lentoonlähtö Vaasan lentoasemalta tapahtui kello 16.49. Ohjaamon varoitusjärjestelmään tuli R FEED TANK LO LEVEL -häiriöilmoitus oikeanpuoleisesta sisemmästä polttoaineen syöttösäiliöstä noin 11 minuuttia lentoonlähdon jälkeen. Tällöin lentokone oli nousussa lentopinnan (FL) 200 yläpuolella. Häiriöilmoitus johtui ilmeisesti polttoainejärjestelmässä olleen veden jääytymisestä.

Oikeanpuoleisen häiriöilmoituksen tultua ohjaamomiehistö aloitti tarkistuslistan (Feed Tank Low Level) mukaiset toimenpiteet. He tulivat kohtaan, joka käskee laskeutumaan mahdollisimman nopeasti ("Land as soon as possible"), jos häiriöilmoitus ei poistu tarkistuslistan mukaisilla toimenpiteillä. Perämies kertoi kapteenille etäisyyden (42 NM) Tampere-Pirkkalan lentoasemalle. Hän muistutti, että tarkistuslistan mukaan se oli ainoa vaihtoehto laskukentäksi. Kapteeni ei heti ottanut tähän kantaa. Noin yhdeksän minuutin kuluttua häiriöilmoituksesta kapteeni totesi, että lentoa jatketaan kohti Helsinki-Vantaata. Häiriöilmoitus oli edelleen päällä. Jos häiriöilmoitus olisi poistunut, niin tarkastuslista olisi päättynyt kohtaan "monitor fuel quantity" eli käskyyn tarkkailla polttoainemäärää. Tässä tilanteessa lentoa olisi voitu tarkistuslistan mukaan jatkaa määräkentälle.

Lentokoneen varoitusjärjestelmä antoi vasemmanpuoleisen L FEED TANK LO LEVEL -häiriöilmoituksen ja ohjaamomiehistö oli havainnut hetkeä aikaisemmin polttoainemäärän laskeneen myös oikeanpuoleisen siiven ulomman moottorin syöttösäiliössä. Häiriötilanne oli nyt samanaikaisesti kolmessa eri syöttösäiliössä. Perämies sanoi heidän olevan Tampereen kaupungin kohdalla. Kapteeni ei kommentoinut asiaa. Perämies ei aktiivisesti vaatinut kapteenilta kannanottoa tarkistuslistan kohtaan mahdollisimman nopeasta laskeutumisesta. Kapteeni ei tehnyt päätöstä laskeutumisesta Tampere-Pirkkalan lentoasemalle. Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan Tampere-Pirkkala olisi ollut ainoa sopiva reittivarakenttä. Lisäksi lentoaseman säätila ja kiitotieolosuhteet olivat paremmat kuin määräkentällä Helsinki-Vantaalla.

Häiriötä koskevan Feed Tank Low Level -tarkistuslistan lukeminen keskeytyi noin 15 minuutiksi. Ohjaamomiehistö luki häiriöön liittyvän tarkistuslistan loppukohdat approach and landing (lähestyminen ja lasku) vasta noin kuusi minuuttia ennen laskeutumista. Tarkistuslistan loppuosan viidestä kohdasta jäi kaksi kokonaan lukematta.

Lentokoneen valmistajan mukaan häiriöön liittyvää tarkistuslistaa on noudatettava, koska häiriöilmoitus voi tulla useasta eri syystä. Ohjaamomiehistön ei pidä luottaa täysin painovoimaisen polttoaineen syötön toimintaan. Painovoimainen polttoaineen syöttö voi häiriytyä, jos esimerkiksi säiliöiden välissä olevat läppäventtiilit juuttuvat auki tai kiinni. Läppäventtiilien mahdollisesta toimintahäiriöstä ei tule varoitusta ohjaamoon.

Häiriötä koskevan tarkistuslistan lukeminen eteni hitaasti ja siitä jäi monta oleellista kohtaa kokonaan lukematta. Ohjaamomiehistön olisi tullut suhtautua määrätietoisemmin koko tarkistuslistan lukemiseen ja sen sisältämiin käskyihin. Tutkintalautakunnan mielestä ohjaamomiehistön tulee luottaa kaikissa ja varsinkin häiriötilanteissa lentokoneen etukä-

teen suunniteltuihin toimintaohjeisiin. Tarkistuslistan muoto on ehdoton, koska häiriöilmoituksen todellinen syy voi kätkeytyä ohjaamomiehistölle tuntemattoman tapahtumaketjun taakse.

Häiriöön liittyvän tarkistuslistan mukaan laskeutumisen aikana olisi pitänyt käyttää 24 asteen laskusiivekeasetusta, mutta ohjaamomiehistö päätyi käyttämään normaaliasetusta 33 astetta kiitotieolosuhteiden vuoksi. Lentokoneen valmistajan mukaan tarkistuslistan määrittelemää laskusiivekeasetusta tulee ehdottomasti noudattaa laskeutumisen aikana, jotta lentokoneen asentokulma olisi mahdollisimman loiva. Loiva asentokulma takaa mahdollisimman suuren polttoaineen virtauksen syöttösäiliöihin, jos ohjaamomiehistö joutuu tekemään ylösvedon. Tutkintalautakunta yhtyy lentokoneen valmistajan näkemykseen.

### 2.1.1 Ohjaamon miehistöyhteistyö (CRM) ja hyvä ilmailutapa (Airmanship)

Ohjaamon miehistöyhteistyö eli Crew Resource Management (CRM) on muun muassa miehistön jäsenten välistä vuorovaikutusta, johtajuutta ja päätöksentekoa lennolla. Tapahtumalennon molemmat ohjaajat olivat osallistuneet operaattorin järjestämiin CRM -koulutuksiin.

Ohjaamomiehistön jäsenten keskinäistä päätöksenteko- ja auktoriteettisuhdetta voidaan kuvata ohjaamon auktoriteettigradientilla eli "hattukulmalla"<sup>1</sup>. Sopiva hattukulma mahdollistaa sujuvan ja turvallisen ohjaamoyhteistyön. Liian jyrkkänä se luo ohjaamoon jäykkän ja autoritäärin ilmapiirin. Jos ohjaamomiehistön keskinäinen hattukulma on vastaavasti liian loiva, niin ilmapiiri ohjaamossa muodostuu helposti liian rennoksi.

Suomen kielessä airmanship -käsitteestä käytetään usein nimityksiä "hyvä ilmailutapa" tai "hyvä lentäjätapa". Hyvään ilmailutapaan sisältyy lentäjän ammattiin liittyvää asennetta, tietoja ja taitoja. Se ei ole pelkästään teknistä taitavuutta, vaan myös ohjaajan tietoisuutta lentokoneesta, ympäristöstä ja hänen omasta kapasiteetistaan. Hyvän ilmailutavan peruseräkkeitä ovat muun muassa taito, ammattimaisuus, tilannetietoisuus ja itsekuri sovitettuna yhteen turvallisella ja tehokkaalla tavalla.

Hyvä ilmailutapa muodostuu ihmisen henkisten ominaisuuksien perusteella. Se kehittyy lentäjille eri tavoin yleisen asenteen, koulutuksen ja kokemuksen kautta. Niistä yhdessä muodostuu terve turvallisuusasenne ja hyvä ilmailutapa.

Tutkintalautakunnan mielestä tapahtumalennon kapteenin ja perämiehen välinen hattukulma oli hyvin loiva. Tämä johti siihen, että ohjaamosta puuttui ajoittain johtajuus ja hyvä ilmailutapa jäi osin toteutumatta. Tämä ilmeni puutteellisena tilannetietoisuutena ja päätöksentekona muun muassa seuraavissa seikoissa:

- Ohjaamomiehistö noudatti tarkistuslistoja vain osittain. Tiukempi suhtautuminen tarkistuslistojen noudattamiseen olisi antanut ohjaamomiehistölle enemmän aikaa kriittiseen ja joustavaan ajatteluun sekä lähestymisen ja laskun valmisteluun Tampere-Pirkkalaan.

<sup>1</sup> Human Performance & Limitations, Vapaavuori & Sorsa

- Ohjaamomiehistö suhtautui käytettävissä olevan polttoaineen määrään matkana, ei aikana. He ajattelivat polttoaineen riittävyyttä määräkentän etäisyyden suhteen, vaikka olivat varakentäksi kelpaavan lentokentän yläpuolella.
- Ohjaamomiehistön olisi ollut mahdollista laskeutua käyttämällä tarkistuslistan käskemää laskusiivekeasetusta 24 astetta, vaikka Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitotien 04L kitkakertoimet olivat keskinkertaiset (46, 37, 30).

## 2.2 Feed Tank Low Level -tarkistuslistan sisältö ja ulkoasu

Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan Feed Tank Low Level -tarkistuslista on monimutkainen ja raskaslukuinen (katso liite 1). Tekstiä on paljon ja tarkastettavat sekä ohjaamomiehistön toimenpiteitä vaativat kohdat hukkuvat helposti pitkien virkkeiden sekaan. Nämä seikat aiheuttavat ohjaamomiehistölle turhaa kuormitusta normaalista poikkeavassa tilanteessa.

Tarkistuslistassa todetaan, että ohjaamomiehistö voi luottaa häiriötilanteessa ainoastaan moottorikohtaisen syöttösäiliön sisältämään polttoainemäärän mittarilukemaan. Tämä tieto on ohjaamomiehistölle erittäin tärkeä. Toteamus katoaa helposti muun tekstin joukkoon, koska sitä ei ole korostettu.

Tarkistuslistan puolessavälissä sijaitsevassa listakohdassa lukee, että täydestä syöttösäiliöstä riittää yhdelle moottorille polttoainetta 23 minuutiksi matkalentotehoasetuksilla tai liukuun matkalentokorkeudelta, lähestymiseen, yhteen ylösvetoon, uuteen lähestymiseen ja laskeutumiseen. Tämä tarkistuslistan kohta saattaa ohjata ohjaamomiehistöä tekemään päätöksen lennon jatkamisesta matkalentokorkeudella. Ohjaamomiehistön tulisi kuitenkin ensisijaisesti noudattaa tarkistuslistan käskyä laskeutua mahdollisimman nopeasti.

Tarkistuslistasta ei ilmene, mistä hetkestä 23 minuutin laskeminen alkaa. Tapahtumalennolla ohjaamomiehistö luki kyseisen listakohdan 12 minuutin kuluttua häiriön alkamisesta, koska listan lukeminen oli välillä keskeytynyt.

## 2.3 Tekninen analyysi

### Tapahtumalennon FEED LO LEVEL -häiriö

Lentokoneen polttoainejärjestelmän vedenerottelu oli tehty lentokonehallissa viikkotarkastuksen yhteydessä tapahtumalentoa edeltäneenä yönä. Tässä toimenpiteessä noudatettiin yhtiön omaa ohjeistusta, joka nojautuu lentokoneen valmistajan julkaisemiin ohjeisiin.

Operaattorin tekninen henkilökunta kokeili sähköisiä polttoainepumppuja heti tapahtumalennon jälkeen. Kokeilussa havaittiin, että polttoainepumput eivät siirtäneet polttoainetta syöttösäiliöihin. Kokeilun jälkeen lentokone siirrettiin lentoyhtiön lämpimään halliin teknisiä tutkimuksia varten. Lentokoneelle tehtiin polttoainejärjestelmän vedenpoisto, jonka jälkeen polttoaine siirtyi normaalisti syöttösäiliöihin. Operaattorin mukaan nämä havainnot viittasivat siihen, että ejektoripumppuissa oli jäätä.

## **Polttoaineen vedenpoisto**

Lentokoneen valmistajatehtaan tietojen mukaan operaattorit ovat joutuneet lisäämään vedenpoistokertoja syöttöhäiriötilanteiden välttämiseksi. Valmistajan mukaan päivittäinen vedenpoisto on osoittautunut toimivaksi keinoksi estää jäätymisestä johtuvia polttoaineen syöttöhäiriöitä. Kaikki kylmissä ilmasto-olosuhteissa toimivat operaattorit eivät aina pysty tekemään päivittäisiä polttoainejärjestelmän vedenpoistoja, koska se rajoittaisi lentokoneiden käyttöastetta.

Valmistaja oli suositellut operaattoreille teknisen tiedotteen SB 28-029-01710A mukaista muutostyötä vedenpoiston parantamiseksi. Valmistajan mukaan yksi muutostyön tehnyt operaattori kertoi muutostyön lisänneen vedenpoiston yhteydessä havaitun veden määrää. Muutostyö ei vaikuttanut vedenpoistokertojen tarpeeseen.

### **2.4 Lentokoneen valmistajan toiminta**

Valmistajan ilmoituksen mukaan Avro RJ -tyypin operaattorit ovat raportoineet jäätymisestä johtuneita polttoaineen syöttöhäiriöitä lokakuusta 2005 helmikuuhun 2010 yhteensä 45 kertaa. Suurin osa tapauksista oli ilmennyt lokakuun ja huhtikuun välisenä aikana ja niissä oli suuria vuosittaisia sekä operaattorikohtaisia vaihteluita. Valmistaja keräsi häiriötilanteeseen liittyvää tietoa operaattoreilta ja pyrki etsimään toimivia käytäntöjä häiriöiden poistamiseksi. Talvet 2005–2006 ja 2009–2010 olivat normaalia kylmempiä koko Euroopassa, jolloin myös polttoaineen syöttöhäiriötilanteita ilmeni muita talvia enemmän. Valmistaja suosittelee selvityksen SETR-1535 perusteella vedenpoiston lisäämistä.

Valmistaja on kiinnittänyt huomiota myös tarkistuslistan noudattamiseen. Valmistajan koelentäjien mielestä päätös varakentälle menosta pitäisi tehdä ripeästi. Jos häiriöön liittyvää tarkistuslistaa noudatetaan, niin polttoainemäärä riittää lentoon varakentälle ja laskeutumiseen mahdollisimman nopeasti.

### **2.5 Operaattorin toiminta**

Operaattori oli tutkinut mahdollisuutta pitää polttoainesäiliöitä mahdollisimman täysinä lentojen aikana veden jäätymisestä aiheutuvien ongelmien vähentämiseksi. Ylimääräisen polttoaineen kuljettaminen aiheuttaa kuitenkin lisäkustannuksia ja mahdollisesti operatiivisia rajoituksia, joten tämä toimintamalli ei osoittautunut käyttökelpoiseksi.

Operaattori oli jo ennen talvea 2010–2011 kokeillut polttoaineen jääestoaineen käyttöä muutamassa koneyksilössä. Kaikissa Helsinki-Vantaan lentoasemalla tapahtuneissa 1.11.2010–31.3.2011 välisenä aikana tehdyissä Avro RJ -kaluston polttoainetäydennyksissä käytettiin järjestelmällisesti jääestoainetta. Operaattorin kokemusten perusteella jääestoaineen käyttö on kylmissä ilmasto-olosuhteissa toimiva ratkaisu jäätymisestä johtuvien polttoaineensyöttöhäiriöiden estämiseksi. Operaattori teki myös ylimääräisiä vedenpoistoja viikkotarkastuksen yhteydessä tehtävien vedenpoistojen lisäksi.

### 3 JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Toteamukset

1. Ohjaamomiehistöllä oli voimassa olevat tehtäviin vaadittavat lupakirjat ja kelpuutukset.
2. Lentokoneen lentokelpoisuus- ja rekisteröimistodistukset olivat voimassa.
3. Lento oli aikataulun mukainen reittilento. Lennolla oli 64 matkustajaa ja 4 miehistön jäsentä.
4. Tapahtumapäivän sää oli kylmä. Lämpötila Vaasan lentoasemalla oli - 23 °C ja Helsinki-Vantaan lentoasemalla - 14 °C.
5. Nousun aikana ohjaamon varoitusjärjestelmään tuli häiriöilmoitus oikeanpuoleisen sisemmän moottorin syöttösäiliön vajaasta polttoainemäärästä (R FEED TANK LO LEVEL).
6. Normaalitylanteessa moottorikohtaiset syöttösäiliöt ovat jatkuvasti täynnä polttoainetta.
7. Tutkitun tapauksen FEED LO LEVEL -häiriöilmoituksen todennäköinen syy oli polttoainejärjestelmässä olleen veden jäätyminen.
8. Veden jäätyminen aiheutti häiriötä ejektoripumppujen ja niiden putkistojen toimintaan rajoittaen polttoaineen virtaamista pääsäiliöstä moottoreiden syöttösäiliölle.
9. Häiriöilmoitus ei poistunut ohjaamomiehistön tekemillä tarkistuslistan mukaisilla toimenpiteillä.
10. Ohjaamomiehistö ei noudattanut tarkistuslistan käskyä laskeutua niin pian kuin mahdollista.
11. Tampere-Pirkkala olisi ollut sijaintinsa, säätilansa ja kiitotieolosuhteidensa puolesta sopiva reittivarakenttä.
12. Häiriötä koskevan tarkistuslistan lukeminen keskeytyi välillä ja siitä jäi listakohtia kokonaan lukematta.
13. Tampereen kohdalla vasemman siiven sisemmän moottorin syöttösäiliöstä tuli häiriöilmoitus vajaasta polttoainemäärästä (L FEED TANK LO LEVEL). Häiriöilmoitus poistui, mutta se tuli uudelleen noin kahden minuutin kuluttua.
14. Ohjaamomiehistö huomasi myös oikeanpuoleisen ulomman moottorin syöttösäiliön polttoainemäärän laskeneen. Tässä tilanteessa ei tule erillistä häiriöilmoitusta, koska oikeanpuolen häiriöilmoitus oli jo päällä.

15. Ohjaamomiehistö pyysi etuoikeutettua lähestymisvuoroa Helsinki-Vantaalle, mutta he eivät julistaneet hätätilaa.
16. Helsingin lennonjohto teki lento-onnettomuusvaarahälytyksen. Lennonjohdon ja pelastusasemien hälytyssummerit eivät kytkettyneet pois suunnitellulla tavalla.
17. Ohjaamomiehistö käytti laskeutumisen aikana normaalia laskusiivekeasetusta 33 astetta. Häiriötä koskevan tarkistuslistan mukainen laskusiivekeasetus oli 24 astetta loivan asentokulman takaamiseksi.
18. Lennonjohdon hälyttämiä pelastusyksiköitä oli kiitotien valmiuspaikoilla varmistamassa lentokoneen laskeutumista ja rullaamista.
19. Lentokoneen laskeutuminen sujui normaalisti.
20. Ohjaamomiehistö ei varmistanut ohjaamoäänittimen tallenteen säilyttämistä välittömästi lennon jälkeen. Operaattori varmisti tallenteen seuraavana päivänä tutkintalautakunnan käyttöön.
21. Koko miehistö ja ryhmäpäällikkö pitivät defusingtilaisuuden heti lennon jälkeen.
22. Ohjaamomiehistö, Helsingin lähestymis- ja lähilennonjohtojen vuoro-esimiehet sekä Helsinki-Vantaan lentoaseman pelastuspalvelu tekivät lentoturvallisuusilmoitukset.
23. Lennon jälkeisessä teknisessä tarkastuksessa havaittiin, että sähköiset polttoainepumput eivät siirtäneet polttoainetta syöttösäiliöihin. Tämä johtui ilmeisesti polttoainejärjestelmässä olleen veden jääytymisestä.
24. Lentokoneen polttoainejärjestelmälle tehtiin vedenpoisto lämpimässä huoltohallissa. Polttoainepumput toimivat normaalisti vedenpoiston jälkeen.
25. Lentokoneen valmistajan mukaan Avro RJ -tyypin lentokoneille oli tapahtunut jääytymisestä johtuneita polttoaineen syöttöhäiriöitä lokakuusta 2005 helmikuuhun 2010 yhteensä 45 kappaletta.
26. Operaattorin kokemusten perustella jääestoaineen käyttö on kylmissä olosuhteissa toimiva ratkaisu FEED LO LEVEL -tapausten estämiseksi.

### 3.2 Vaaratilanteen syyt ja myötävaikuttaneet tekijät

Vaaratilanteen todennäköisin syy oli polttoaineen joukossa olleen veden jäätyminen. Jäätyminen aiheutti häiriöitä polttoaineen siirtymiseen pääsäiliöistä moottoreiden syöttösäiliöille. Tästä seurasi, että polttoainemäärä kolmessa syöttösäiliöissä neljästä alkoi laskea.

Toinen vaaratilanteen syntymiseen vaikuttanut tekijä oli se, että ohjaamomiehistö jätti noudattamatta häiriötilannetta varten laaditun tarkistuslistan kohdan, joka käskee laskeutua mahdollisimman nopeasti.



Myötävaikuttaneina tekijöinä olivat ohjaamomiehistön puutteellinen hyvän ilmailutavan (airmanship) mukainen toiminta ja päätöksenteko.

Häiriöön liittyvä tarkistuslista on ulkoasultaan monimutkainen ja raskaslukuinen.



## **4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET**

### **4.1 Toteutetut toimenpiteet**

Operaattorilta saadun tiedon mukaan Avro RJ -kaluston polttoainejärjestelmään lisättiin lisäainetta kylmänä aikana 1.11.2010–31.3.2011. Lisäaineen lisääminen koski kaikkia Helsingissä tapahtuvia Avro RJ -kaluston polttoainetäydennyksiä. Tämän lisäksi operaattori otti käyttöön ylimääräisiä vedenpoistoja. Avro RJ -kalusto poistui suunnitellusti operaattorin käytöstä syyskuussa 2011.

Lentokoneen valmistaja on muuttanut vedenpoistoa käsittelevässä huolto-ohjeessa (AMM) polttoaineen suosituslämpötilaksi -1 °C. Aikaisempi suosituslämpötila oli -5 °C. Valmistaja on myös toimittanut tutkintalautakunnalle luonnoksen häiriötä koskevasta tarkistuslistasta. Luonnoksessa on huomioitu tutkintaselostuksen suosituksessa esiin tuotuja asioita.

### **4.2 Turvallisuuksuositukset**

1. Syöttösäiliön polttoaineen syöttöhäiriötä (Feed Tank Low Level) koskevan tarkistuslistan ulkoasu on monimutkainen ja raskaslukuinen. Tarkistuslistassa on paljon tekstiä ja päätöksentekoon tarvittavat tiedot eivät tule riittävän selkeästi esille.

*Suositetaan, että EASA velvoittaa lentokoneen valmistajaa BAE Systems Limited:iä selkeyttämään Feed Tank Low Level -tarkistuslistan käytettävyyttä.*

### **4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia**

ICAO Annex 6:n mukaan operaattorien tulee varmistaa ohjaamoäänittimen (CVR) tallenne turvallisuustutkinnan käyttöön heti lentoturvallisuutta vaarantaneen tapahtuman jälkeen.

Helsingissä 4.10.2012

Tii-Maria Siitonen

Risto Timgren



**Feed Tank Low Level -häiriön tarkistuslista**

AWP/146RJ/10009  
Appendix 4

**Feed Tank Low Level**

... FEED  
LO LEVEL

FUEL ↑

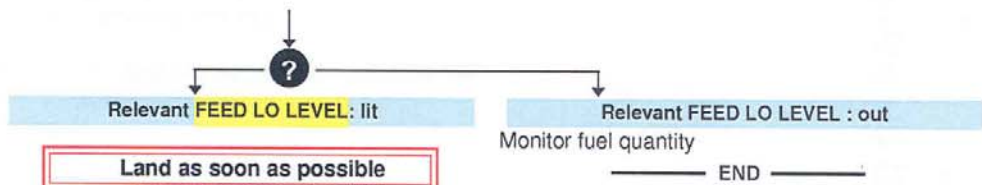
If low fuel state is due to operational conditions (eg diversion) and not a fuel system failure , then use the normal procedure **Flight at Low Fuel Quantity - No System Failures** on Page 9.09.

If the low fuel state is due to a fuel leak, use the **Fuel Leak Initial Procedure** on Page 9.10.

If both the INNER and STBY pump have failed on the same side, use the procedure **Inner and Standby Pumps on the Same Side Failed** on Page 9.05.

**In all other conditions:**

- L and R STBY PUMPS ..... ON
- FEED TANKS 1, 2, 3 and 4..... Check contents
- WING TANKS ..... Check contents
- Relevant INNER PUMP ..... Check ON (if not failed)



On the affected side, only the fuel in the feed tanks can be relied upon.

**Feed tank capability:**

A full feed tank is sufficient to supply one engine for either:

- A minimum of 23 minutes continued operation at cruise power.
- OR
- A descent from high level, an approach, a go-around and a further approach to landing.

**Fuel Feed**

Use CROSS FEED, COMMON FEEDS and selective pump switching as required to feed engines. Keep within asymmetry limit of 680 kg (1 500 lb).

**Approach and Landing**

Use 24° of flap for landing - see **24° Flap Landing** below.

Select the COMMON FEEDS and X FEED to OPEN.

Select all serviceable PUMPS to ON (INNER, OUTER and STBY).

Apply thrust changes smoothly and slowly.

If a climb or go-around is required, use the minimum pitch attitude and thrust required for safe flight.

**24° Flap Landing**

Use  $V_{REF24}$  from the speed cards

Fully factored landing distance is increased by 25%.

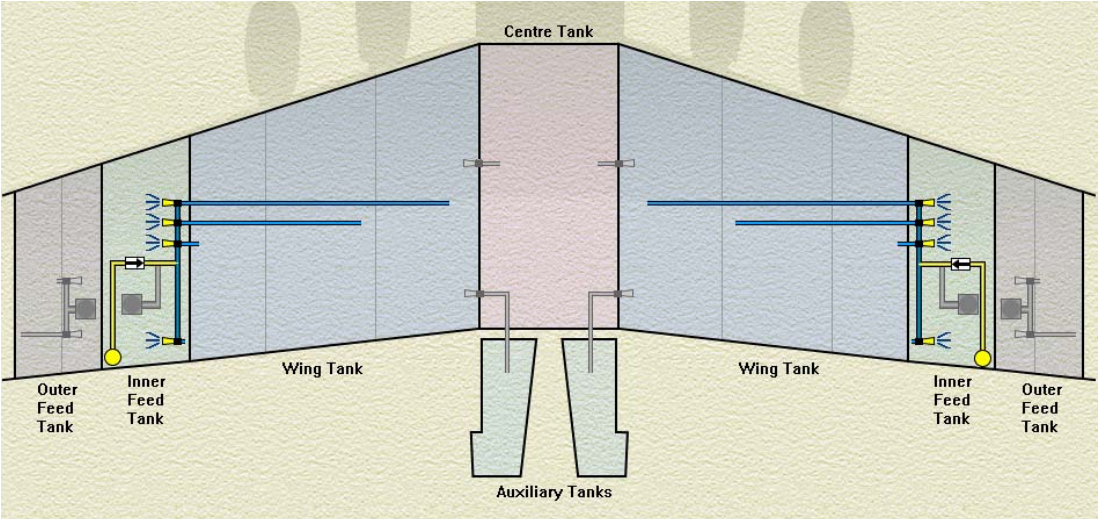
If landing without the full safety factors, see **Landing at Abnormal Flap Settings** on Page 7.20

**On Approach:**

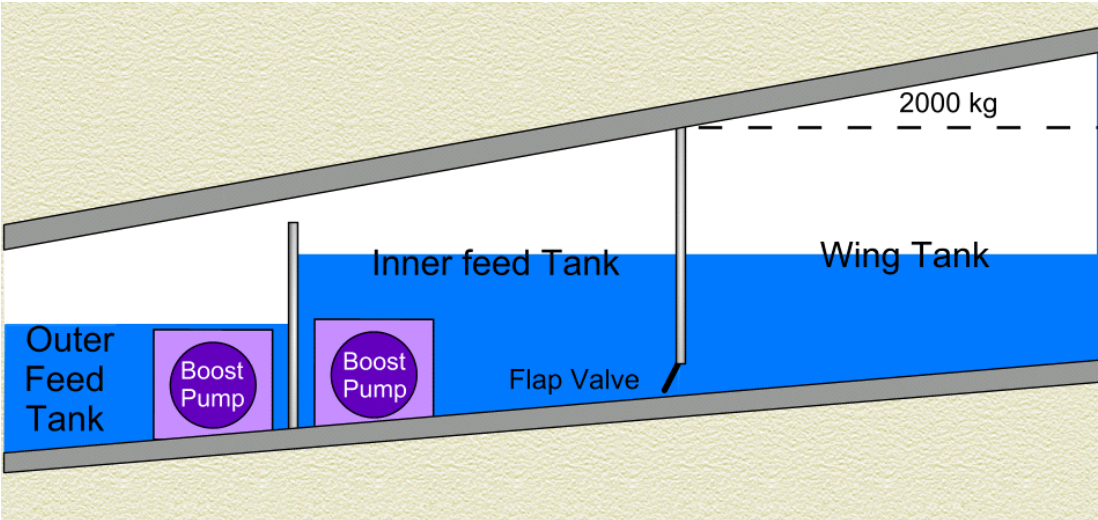
GPWS FLAP WARN OVRD button..... Press



Polttoainesäiliöiden ja polttoainepumppujen sijainti ja siiven poikkileikkaus



Kuva 1. Polttoainesäiliöiden ja polttoainepumppujen sijainti. Lähde: BAE Systems.



Kuva 2. Siiven poikkileikkaus. Lähde: BAE Systems.





## **YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUKSEN LOPULLISESTA LUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA**

### **LIIKENTEEN TURVALLISUUSVIRASTO**

Liikenteen turvallisuusvirastolla ei ollut lausuttavaa.

### **BLUE1 OY**

Blue1 Oy:llä ei ollut lausuttavaa.

### **FINAVIA OYJ**

Finavia Oyj:lla ei ollut lausuttavaa.

### **KESKI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS**

Keski-Uudenmaan pelastuslaitos toi esille, että hätäkeskus sai ilmoituksen vaaratilanteesta kello 17.18 UTC. Osa pelastuslaitoksen hälytetyistä yksiköistä on ollut kiitotie 1:n valmiuspaikoilla lentokoneen laskeutumisen aikana. Hälytystä oli laajennettu muun muassa lentokoneen matkustajamäärän perusteella. Hälytysjärjestelmän vika koski Finavian pelastusasemia.

### **EUROOPAN LENTOTURVALLISUUSVIRASTO**

Euroopan lentoturvallisuusvirasto toi esille, että säädöksiin on tulossa tarkennus, joka selvittää ilma-aluksen päällikön velvollisuuksia liittyen tallentimien sisältämän tiedon varmistamiseen turvallisuustutkintaa varten.

### **BAE SYSTEMS**

Tutkintaselostusta on monin osin täydennetty valmistajalta saatujen kommenttien pohjalta.

Kohdassa 2.5 valmistaja tuo esille, että polttoainesäiliöiden pitäminen mahdollisimman täysinä on eri operaattoreiden kokemusten mukaan vähentänyt FEED LO LEVEL -häiriöiden määriä liu'un loppuvaiheen ja/tai lähestymisen aikana.

Valmistajan mukaan tarkistuslistassa on huomioitu kaikki ne skenaariot, jotka voivat aiheuttaa FEED LO LEVEL -varoituksen.

Valmistaja ei ollut tietoinen, että operaattori oli kokenut polttoaineen lisäaineen käytön toimivaksi ratkaisuksi FEED LO LEVEL -häiriöiden estämiseksi. Valmistaja pohti lausunnossaan, voisiko polttoaineen lisäaineen käytöstä antaa suositusta.

### **YHDISTYNEEN KUNINGASKUNNAN LENTO-ONNETTOMUUSTUTKINTA- VIRANOMAINEN (AAIB)**

Yhdistyneen kuningaskunnan lento-onnettomuustutkintaviranomaisella ei ollut lausuttavaa.