



## **Tutkintaselostus**

C 18/1996 L

**Lentokoneelle OH-LGC lennoilla 3.10.1996 ja 4.10.1996 sattuneet polttoainavuodot**

OH-LGC

Mc Donnell-Douglas MD-11

**1 PERUSTIEDOT**

<b>Ilma-alus</b>	McDonnell Douglas MD-11, OH-LGC
<b>Tapahtumapaikka ja -aika:</b>	Matkalla Helsingistä Pekingiin 3.10.1996 ja lentoonlähdössä Pekingistä 4.10.1996
<b>Lentojen tyyppi:</b>	Reittilento
<b>Henkilömäärä:</b>	AY051 Pekingiin, miehistö 15, matkustajia 295 AY052 Pekingistä, miehistö 14, matkustajia 266

**2 TAPAHTUMAT**

Noin kaksi tuntia Helsingistä lähdön jälkeen tuli kakkostason varoitus "Fuel QTY/USED CHK" osoittaen polttoainevuotoa tai normaalia suurempaa kulutusta. Kulutusero oli kuitenkin niin pieni, että se ei aiheuttanut lennon keskeytystä. Kaikki moottorinarvot olivat normaalit. Ei ollut pääteltävissä mistä ylimääräinen polttoaineen kulutus johtui. Kone laskeutui normaalisti Pekingiin. Ylimääräinen polttoaineen kulutus oli 4870 kg ja polttoainetta jäi jäljelle 18400 kg.

Polttoaine oli vuotanut ykkösmoottorin polttoainepumpun ja suodatinkotelon välisestä liitoksesta. Laippaan kiinnitetty kumitiiviste oli vaurioitunut. Laippa tiivisteineen vaihdettiin ja moottori koekäytettiin tyhjäkäynnillä. Vuotoa ei esiintynyt.

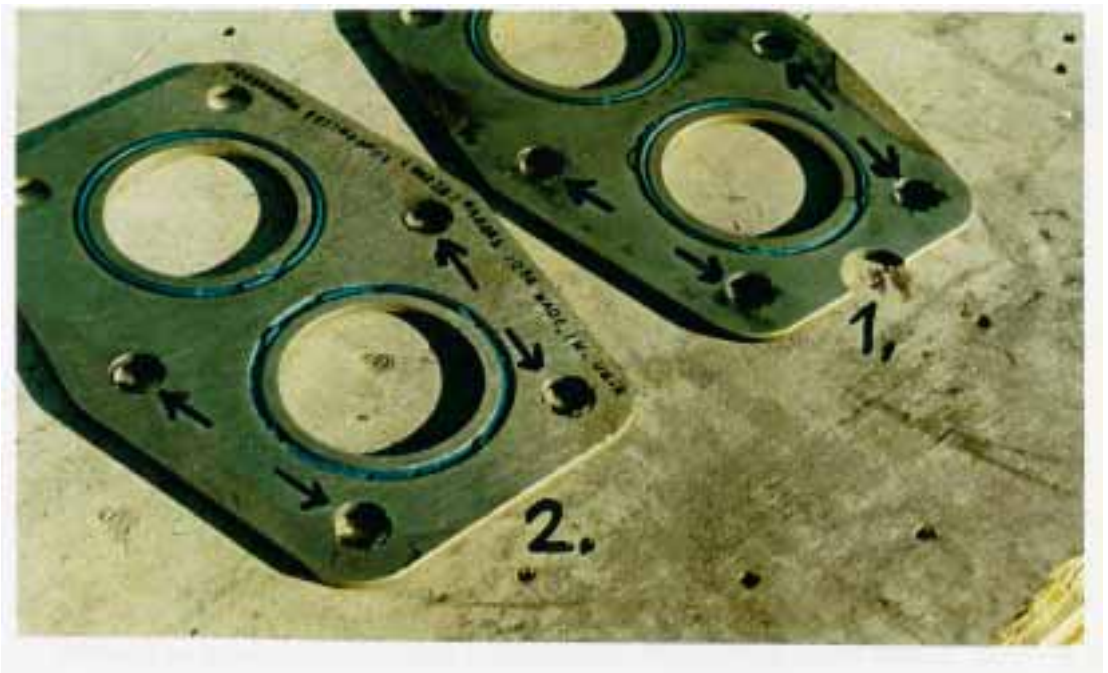
Matkustajat otettiin koneeseen ja lento aloitettiin kohti Helsinkiä. Lentoonlähdössä ykkösmoottorin N1 kierrosluku oli 6% alle normaalin. "Engine Fail" varoitus tulee N1 kierrosluvun ollessa alle 11% normaalin. Polttoaineen virtaus oli 200 kg alle normaalin. Nousua jatkettaessa tuli jälleen kakkostason varoitus "Fuel QTY/USED CHK". Polttoainetta kului nousun aikana 2000 kg yli normaalin kulutuksen. Ohjaajat dumppasivat polttoainetta, sammuttivat ykkösmoottorin ja palasivat Pekingiin. Lento kesti 1 h 9 min.

Suuren polttoaineen kulutuksen aiheutti saman laipan tiivisteiden vaurioituminen. Pumpussa olevat irtokierteet olivat nousseet pois paikoiltaan pumpun rungon pinnan yläpuolelle muutama kymmenesosa milliiä, mistä johtuen liitosta ei saatu pitäväksi. Irtokierteiden jättämät jäljet olivat sekä Pekingiin mennessä moottorissa olleessa tiivistelaipassa että Pekingissä vaihdetussa laipassa.

Helsingistä lähetettiin tarkastaja uuden polttoainepumpun kanssa. Pumppu vaihdettiin ja moottori koekäytettiin suurella teholla. Kone pääsi lähtemään paluulennolle.



Polttoainepumpun runko. Nuolet osoittavat paikoiltaan nousseita irtokierteitä.



Tiivistelaipat vaurioituneine tiivisteineen, Helsingistä Pekingiin lennolla ollut laippa nro 1, Pekingissä vaihdettu laippa nro 2. Kummassakin laipassa nähtävissä irtokierteiden painamat jäljet nuolella merkittyjen reikien reunoilla.

### 3 ANALYYSI

Polttoainepumppu oli Sundstrand Aerospacen valmistama, osanumero 5006834 ja sarjanumero 1023. Pumpun kokonaiskäyntiaika oli 16474 h ja irtokierteiden vaihdon jälkeen 6562 h. Pumpulle ei oltu sen laitevalvonnan mukaan tehty korjauksia, eikä usean viimeisen kuukauden huoltohistoriikissä ollut merkintöjä, että vuotanutta liitosta olisi jostain syystä avattu.

Polttoainepumppu lähetettiin valmistajatehtaalle, jonka tekemissä yksityiskohtaisissa tutkimuksissa todettiin, että pumpun laipan rei-issä, joihin irtokierteet asennetaan, oli ylimääräiset kierteet eri kierrejoilla. Alkuperäisissä, oikeissa kierteisissä oli 14 kierrettä tuumalla ja kierteet olivat anodisoituneet tummiksi. Ylimääräiset kierteet (16kierrettä tuumalla) olivat kirkkaan alumiinin väriset. Irtokierteen ja laipan välisen liitoksen lujuus oli kaksien kierteiden vuoksi heikentynyt ja irtokierteet olivat nousseet pois paikoiltaan niiden kuormittuessa. Pumpun runkomateriaali todettiin tutkimuksissa oikeaksi.

Moottorivalmistaja General Electric oli julkaissut CF6-80C2 Service Bulletin 73-175 Revision 1, March 3, 1993 (S/B 73-175 julkaistu 15.7.1992), jolla määrättiin vaihdettaviksi polttoainepumpun ongelmia aiheuttaneet irtokierteet. Kierteisissä oli esiintynyt aineen siirtymää (galling) ja korroosiota. Tämä aiheutti ylimääräistä kitkaa kiinnityspulttiin, jolloin pultteja ohjeen mukaiseen momenttiin kiristettäessä saattoi liitos jäädä löysälle ja aiheuttaa polttoainevuodon.

Finnair oli tehnyt ko. bullettiin pohjalta Engineering Orderin jossa selitettiin muutostyön tausta, annettiin tarvittavat tiedot ja työohjeet. Teknillinen toimisto seurasi ensimmäistä muutostyötä ja totesi työohjeen toimivuuden. Aiemmin oli todettu, että ohjeessa on annettu väärät porien mitat. Oikeat mitat korjattiin käsin työohjeeseen. Ohjeen mukaan tuli käyttää Helical-kierretappia tarvittaessa kierteen puhdistamiseen, mutta ohjeen antama tappi ei ollut oikea. Alkuperäisestä SB:sta kopioidut ohjeet olivat myös tältä osin virheelliset.

Muutostyötä varten oli tehty laatikko, johon pumppu sijoitettiin vanhoja irtokierteitä porattaessa. Työssä tarvittavat työkalut säilytettiin tässä laatikossa. Ei oltu varmoja missä vaiheessa laatikko oli otettu käyttöön, mutta sitä ei kuitenkaan ollut muutostyötä ensimmäistä kertaa tehtäessä.

Kyseinen muutostyö oli kirjattu valmiiksi tehdyksi ensimmäisen kerran Finnairissa 5.4.1993, toisen kerran 22.1.1994 ja kolmannen kerran 21.2.1994. Kolmas muutostyö oli tehty kyseessä olevalle pumpulle. Seuraavat kaksi muutosta oli tehty 4.4.1994 ja 31.5.1994. Muutostyöt 3, 4 ja 5 tehnyt asentaja kielsi käyttäneensä kierretappia irtokierteitä vaihtaessaan. Hänen mukaan kierteitä ei tarvinnut puhdistaa kierretapilla. Irtokierteet olivat löysiä, joten ne oli helppo kiertää paikoilleen. Kyseinen asentaja oli ollut Finnairin palveluksessa vuodesta 1973. Hän oli tenyt irtokierreasennuksia lähes koko Finnairissa olon ajan.

Kaksi muuta kyseisiä muutoksia tehnyttä asentajaa kertoivat myös, että irtokirteet olivat löysiä kiertää paikoilleen, joten kierretappia ei tarvinnut käyttää. Väärän kierretapin käyttö olisi vaatinut jonkin verran voimaa koska tappi olisi leikannut osittain uudet kierteet. Tällöin olisi pitänyt havaita väärä työkalu.

Finnair julkaisi tarkastusmääräyksen jolla määrättiin tarkastettaviksi kaikki pumput joihin oli tehty kyseinen muutostyö Finnairissa. Tarkastuksessa kinnityspultit kiristettiin ylimomenttiin. Jos kierteet eivät liikkuneet pumppu hyväksyttiin käyttöön. Pumput saatiin tarkastetuksi 4.6.1997 mennessä. Kaikki pumput läpäisivät tarkastuksen.

Finnairissa tehtiin kokeita tekemällä kierteet ensin oikealla kierretapilla (14 kierrettä tuumalla) ja sitten väärällä Helical-kierretapilla (16 kierrettä tuumalla). Jälkimmäisessä tapauksessa pulttia kiristettäessä irtokierre nousi paikoiltaan alle pulttien normaalin kiristysmomentin 150-160 tuumanaulaa. Pumpun valmistajatehdas on koekuormittanut oikein asennettuja kierteitä, jolloin mm. kahdessa tapauksessa on tarvittu 516 ja 540 tuumanaulan momenttiin kiristäminen ennenkuin irtokierteet ovat nousseet paikoiltaan.

GE Aircraft Engine on julkaissut CF6-80C2 Service Bulletin 73-175 Revision 1, 3.3.1993. Siinä esiintyi useita virheitä. GE:n Suomessa oleva edustaja on ilmoittanut näistä virheistä GE:lle, joka on luvannut julkaista korjatun S/B:n syksyn 1997 kuluessa. S/B:ssä olleiden virheiden ei ole todettu vaikuttaneen kyseiseen työvirheeseen.

Moottoria koekäytettiin tiivisteiden vaihdon jälkeen Pekingissä tyhjäkäynnillä seisontapaikalla. Tällöin ei esiintynyt polttoainevuotoa ja koneen katsottiin olevan lentokelpoinen. Korjattu liitos alkoi vuotaa moottorin käydessä suurella teholla lentoonlähdessä.

Koekäytöstä ei ole täsmällisiä ohjeita millä teholla moottoria tulisi koekäyttää tällaisen korjauksen jälkeen. Yleensä on tyhjäkäynnillä tehdyn koekäytön katsottu riittävän koska siinä paljastuu mahdollinen löysän liitoksen aiheuttama nestevuoto.

Pekingissä tiivisteiden vaihtaneet mekaanikot eivät huomanneet koholle nousseita kierteitä, jotka estivät pitävän liitoksen aikaansaamisen.

**4 TOTEAMUKSET**

1. Tutkimuksessa ei voitu todeta työvirhettä tapahtuneen Finnairin korjaamalla Kierteiden muutostyötä tehtäessä.
2. Polttoainepumpulle ei ole tehty muita korjauksia tai muutoksia kuin kyseinen kierteiden muutostyö Finnairissa.
3. Kuumaan moottoritilaan on vuotavasta liitoksesta suihkunnut polttoainetta suurella paineella. Tämä on aiheuttanut tulipalovaaran.

Helsingissä 15.10.1997

Johtava tutkija

Seppo Hämäläinen

Lähdeaineisto taltioituna Onnettomuustutkintakeskukseen:

1. Ohjaajien raportit
2. Kopio matka- ja teknillisenpäiväkirjanko lentoja koskevasta sivusta
3. Ko lentoja koskevat operatiiviset lentosuunnitelmat
4. Pumpun valmistajan Sundstrandin tutkimusselostus
5. GE Aircraft Engines Service Bulletin 73-175 Revision 1
6. Polttoainepumpun irtokierteiden vaihtoa koskeva Finnairin työohje
7. Polttoainepumpun PN 5006834, SN 1023 laitevalvontahistoria
8. Muistio Finnairin laitekorjaamalla tehdyistä muutostyön tutkimuksista