



ONNETTOMUUSTUTKINTAKESKUS
Kasarmikatu 44
PL 1
00131 HELSINKI
Puh. 09-18251, telefax 09-18257811

**LENTOKONEEN OH-LMC, DC-9-87 MOOTTORIN
RIKKOUTUMINEN JA LENTOONLÄHDÖN KESKEYTYS
HELSINKI-VANTAAN LENTOASEMALLA 29.10.1996**

Tutkintaselostus
No: C 19/1996 L

Tämä tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi. Siinä ei käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tutkintaselostuksen käyttäminen muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

SISÄLLYSLUETTELO

1 Perustiedot	1
2 Tapahtumatiedot	1
3 Moottorin pysähtymisen syy	2
4 Akselin katkeamisen syy	2
5 Akselin tarkastushistoria	4
5.1 Service Bulletinin ja Engineering Orderin kulku	7
5.2 Tiedonkulun katkos	9
6 Syyt tiedonkulun katkeamiseen ja EO:n suorituksen seuranta	10
7 Toteamukset	10
8 Ehdotukset	11

1 PERUSTIEDOT

Ilma-alus:	Douglas DC-9-87, OH-LMC, s/n 49405, 1988, lentoaika 20018 h.
Pysähtynyt moottori:	JT 80-291, s/n 726833, käyntiaika 10542 h
Tapahtumapaikka ja -aika:	Helsinki-Vantaan lentoasema 29.10.1996, klo 08.31.
Lennon tyyppi:	Liikennelento
Sää:	Tiedotus R, klo 05.20 UTC, rata 22, TL 60 wet, birds, CAT2, 160/10, 140V210, 2500 m, slight rain, mist, 0/200, VV 400, temp 8, dewpoint 7, QNH 995
Henkilömäärä:	5/17
Henkilövahingot:	Ei henkilövahinkoja
Ilma-aluksen vauriot:	Ei vaurioita
Massa ja massakeskiö:	Massa oli alle maksimilentomassan ja massakeskiö oli sallitulla alueella.
Ilma-aluksen miehistö:	
Päällikkö:	Liikennelentäjä, mies, ikä 47 v. Liikennelentäjän lupakirja. Kokonaislentokokemus noin 11 000 h, Ko. konetyypillä noin 1500 h.
Perämies:	Liikennelentäjä, mies, ikä 39 v. Liikennelentäjän lupakirja. Kokonaislentokokemus noin 4300 h.

2 TAPAHTUMATIEDOT

Kysymyksessä oli aikataulun mukainen lento Helsingistä Zürichiin klo 08.00. Lentokoneessa oli viiden hengen miehistö ja 17 matkustajaa.

Moottorit käynnistyivät normaalisti. mutta vasemman moottorin generaattori ei kehittänyt sähköä. Miehistö epäili syyksi sähkövikaa ja teki tarkistuslistan mukaiset toimenpiteet. mutta vika ei poistunut. Toimenpiteiden jälkeen miehistö otti yhteyden korjaamolle, josta tuli sähkö tarkastaja käymään ohjaamossa. Hän totesi saman kuin miehistökin ja teki generaattorille muutaman uudelleenkytkennän, mutta häiriö ei poistunut. Miehistö sekä tarkastaja tarkastivat myös generaattorin vakiokierrossäätimen (CSD) toimintaa osoittavat mittarinäytöt. joista moottorin lyhyen käynnissä oloajan vuoksi ei ollut pääteltävissä mitään erityistä. Siitä, paloiko CSD:n öljynpaineen varoitusvalo, ei ole täyttä varmuutta. CSD:n voimansiirtoa ei kytketty mekaanisesti irti.

Miehistö katsoi MEL-listasta, millä edellytyksin lento oli mahdollista suorittaa. Listan mukaan lennolle voidaan lähteä, jos APU:n generaattori kytketään syöttämään vasenta sähkökiskoa. He tarkastivat AC-crosstie:n toiminnan myös "lentotilassa".

Tarkastajan poistuttua lentokone rullattiin lähtöpaikalle. Lentokoneen kapteeni oli ohjaavana ohjaajana. Koska kiitotie oli märkä, lentoonlähtökiidossa käytettiin täysia voimia vaikka lentokone oli kevyt. Moottorit kiihtyivät normaalisti tehon ollessa 2,0 EPR ja autokaasu piti ne siinä. Lentokoneen nopeus kiihtyi erittäin nopeasti. V1-nopeudeksi oli laskettu 117 solmua, joka oli myös minimi nopeus. Kiidon aikana perämies ilmoitti nopeuden 100 solmua, jolloin nopeusnäytöt verrattiin. Heti sen jälkeen kapteeni havaitsi vasemman moottorin EPR-mittarin hypähtäneen arvoon 2.04 EPR, minkä vuoksi hän veti tehovipua vähän taaksepäin. Heti sen jälkeen hän havaitsi vasemman moottorin pyörimisnopeusmittarin ja EPR mittarien näyttöjen menevän nolllaan. Samalla lentokone nytkähti. Kapteeni totesi perämiehelle vasemman moottorin pysähtyneen, veti kaasun kiinni ja reverssit päälle. Tällöin autospoilerit ja automaattinen jarrutus kytkeytyivät päälle. Lentokoneen hidastuvuus oli määstä kiitotien pinnasta huolimatta hyvä.

Perämies havaitsi nytkähdyksen, mutta ei havainnut moottorin pysähtymistä, sillä hän seurasi keskittyneenä nopeusmittaria, koska lentokone oli juuri saavuttamassa V1-nopeuden. Moottorin pysähtymisen yhteydessä ei kuulunut tavanomaisia sähkönsyöttöreleiden rapsahduksia, koska pysähtyneen moottorin sähkönsyöttö tuli jo APU:lta.

Ohjaaja rullasi lentokoneen highspeed-rullaustien kautta seisontapaikalle.

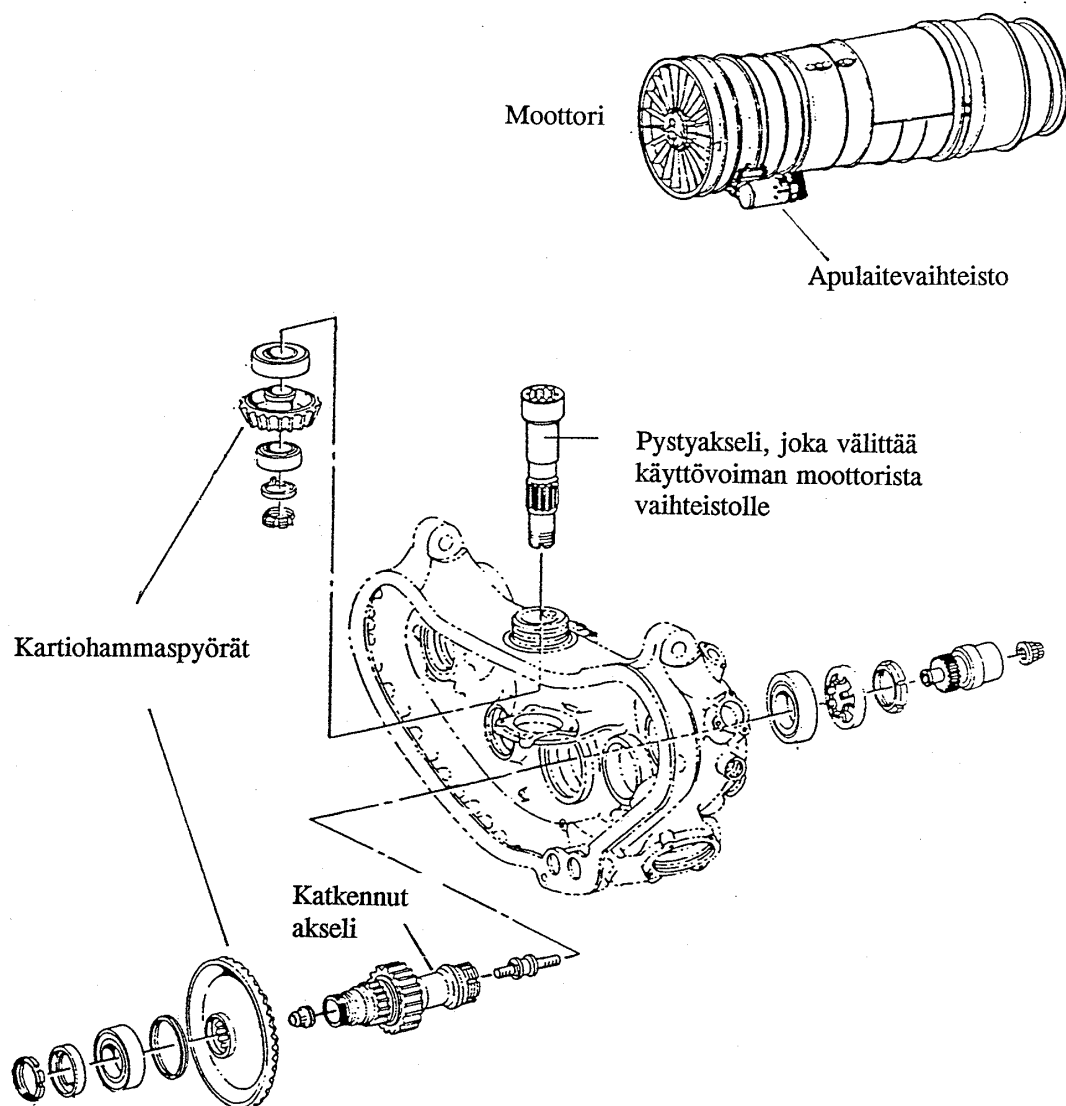
2 MOOTTORIN PYSÄHTYMISEN SYY

Käynnistyksen yhteydessä vasemman moottorin apulaitevaihteiston akseli katkesi. Akselissa on kartiohammaspyörä, johon tulee koko apulaitevaihteiston tarvitsema käyttövoima moottorista, sekä lieriöhammaspyörä, josta apulaitevaihteistoon kiinnitetyt apulaitteet saavat käyttövoimansa. Katkennut akseli siirtää käyttövoiman generaattorin vakiokierrossäätimelle (CSD:lle). Akselin katkettua kartiohammaspyörän puoleinen pää jäi yhden laakerin varaan. Siitä oli seurauksena, että moottorista käyttövoimaa välittävän akselin hammaspyörän ja katkenneen akselin hammaspyörän välinen hammaskosketus petti lentoonlähtökiidon aikana, jolloin polttoainepumppu ja tehonsäädin pysähtyivät. Tästä seurasi moottorin pysähtymisen.

3 AKSELIN KATKEAMISEN SYY

Akselin murtopinta tutkittiin Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa. Murtuman syyksi todettiin väsymismurtuma, joka on alkanut raerajamurtumana akselin sisäpinnalta sisäpuolisen hammastuksen vierestä kohdasta, jossa akselin seinämäpaksuus muuttuu. Todennäköisin syy raerajamurtumaan on valmistuksessa. Esimerkiksi teräkseen jäänyt vety aiheuttaa raerajamurtuman karkaisun yhteydessä tai sen jälkeen. Myös rasiuskorroosiota esiintyy raerajamurtumassa.

Valmistaja oli tietoinen akselierän virheellisyydestä, minkä vuoksi se oli toimittanut tarkastusohjeet käyttäjille.



Kuva 1. Piirros apulaitevaihteistosta ja katkenneesta akselistä.

5 AKSELIN TARKASTUSHISTORIA

Moottorin valmistajatehdas lähetti kaikille Pratt & Whitney JT8D moottorien käyttäjille 16.12.1993 päivätyn kirjeen, jonka sisältö oli seuraava:

"Tällä sähköellä ilmoitamme teille raerajakorroosiosta aiheutuvasta, vaihteiston vakionopeutta välittävän käyttökoneiston väliakselissa tapahtuvasta murtumasta sekä pyydämme, että sekä lentokoneeseen asennettuja ja asentamattomia vaihteiston vakionopeussäätimen (CSD) akseleita tarkastetaan. Tätä akselia käytetään JT8D-1- -17AR sekä JT8D-200 sarjan moottoreissa.

Pratt & Whitney on todennut, että 339 CSD väliakseliasennuksessa P/N 644475saattaaolla sisähammastuksen unen (=adjacent to the internal drive spline) vieressä säteen suuntaisia halkeamia. Halkeamisesta on seurannut viiden JT8D-200 vaihdelaatikon CSD akselin murtuma. Ensimmäinen viidestä murtumasta tapahtui elokuussa 1992. Katkeamiset tapahtuivat sellaisissa moottoreissa, joissa moottorin ja osien käyttöikä vaihteli 211 ja 3650 tunnin välillä. Kaikki viisi katkeamista tapahtuivat moottoreita käynnistettäessä, ja niille oli tyypillistä nopea N2 kiihtyvyys 40 %:iin. Katkeaminen ei näkynyt N1 :ssä.

Tutkimuksemme ovat osoittaneet, että murtumien taustalla oli väsyminen, jossa oli merkkejä raerajakorroosiosta (=intergranular attack). Tämä korrosio alkoi akselia valmistettaessa, jolloin kuparikerroksen annettiin olla väliakselin sisällä induktiokarkaisuvaiheen aikana. Kupari tunkeutui raerajoihin silloin, kun osaa kuumennettiin induktiokarkaisua varten. Olemme muuttaneet valmistus- ja laadunvalvontamenetelmiämme varmistuaksemme, että jatkossa osilta ei ole tätä ominaisuutta ja että kaikilla osilta on tarkastustodistus.

Ehkäistäkseen potentiaalista CSD väliakselissa tapahtuvaa katkeamista moottoria käynnistettäessä omistajia / operaattoreita / huoltajia, jotka saavat epäilyttäviä CSD väliakseleita P/N 644475, pyydetään tekemään alempana kohdissa A ja B mainittuja tarkastuksia. Tarkastusmenetelmiä ja työkaluja koskevat tekniset tiedot annetaan tammikuussa 1994 julkaistavaksi suunnitellussa Service Bulletinissa. Akselia koskevassa Service Bulletinissa ilmoitetaan epäilyttävien akselien P/N 644475 sarjanumerot. Tämän lisäksi kullekin asianomaisen omistajan / operaattorin / huoltajan kenttäedustajalle lähetetään luettelo epäilyttävistä osista ja sarjanumeroista. Epäilyksiä herättävät akselit jakautuvat kahteen ryhmään. Ensimmäiseen, eniten epäilyksiä herättävään ryhmään kuuluvat ne akselit, joita valmistettiin samaan aikaan (samat valmistuserät) kuin viisi murtunutta akselia. Näiden osalta suosittelemme A:ssa ja B:ssä lueteltuja toimenpiteitä. Toiseen ryhmään kuuluvat akselit, joita valmistettiin todetun ongelman aikoihin. Näiden akselien osalta pyydämme Teitä suorittamaan B:ssä luetellut toimenpiteet.

A - väliaikaiset toimenpiteet asennettujen akseleiden osalta

Jos eniten epäilyksiä herättäviä akseleita on asennettu, suosittelemme niiden ultraäänitarkastusta seuraavan tarkoitukseen soveltuvan lentokoneen huoltotarkastuksen yhteydessä. Akseleiden sarjanumerot ovat BPAGAA0204 - BPAGAA0329. Kuitenkaan näitä kaikkia sarjassa olevia numeroita ei käytetty toimitetuissa akseleissa. Tämä kertaluontoinen ultraäänitarkastus paljastaa halkeamia, jotka ovat syvyydeltään vähintään n. 0,015 tuumaa. Haljenneissa akseleissa murtumasyvyydet olivat 0.015 tuumaa suuremmat.

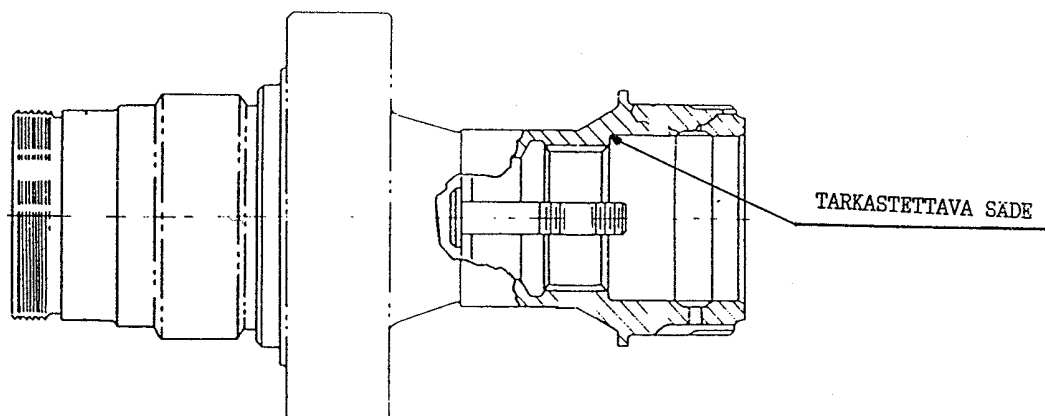
B - lopulliset toimenpiteet asentamattomien akseleiden osalta sekä myös asennettujen akseleiden osalta silloin, kuin ne tuodaan ensimmäistä kertaa moottorikorjaamolle

Niiden epäilyksiä herättävien CSD akseleiden osalta, joita ei ole asennettu sekä myös asennettujen akseleiden osalta silloin, kun vaihteisto ja epäilyksiä herättävä akseli voidaan sopivasti poistaa, suosittelemme jokaisen epäilyksiä herättävän akselin osalta magneettijauhemenetelmään perustuvaa tarkastusta. Tämä irrotetun akselin tarkastus olisi myös tehtävä niille lentokoneeseen asennetuille akseleille, jotka on aikaisemmin tarkistettu ultraäänimenetelmällä. Tämä kertaluontoinen magneettijauhemenetelmään perustuva tarkastus paljastaa raerajakorroosiosta aiheutuvia halkeamia. Akseleiden sarjanumerot ovat BPAGAA001 - BPAGAA410. WC6754 sekä WM5067 - WM5156. Kuitenkaan näitä kaikkia sarjassa olevia numeroita ei käytetty toimitetuissa akseleissa".

Finnair Oy:n kahdessa lentokoneessa oli moottori, joita kirjeen tarkastustoimenpiteet koskivat. Finnair Oy:ssä kirjeen perusteella tehtiin Engineering Order (EO) no 2673, 10.2.1994, joka ensimmäisessä versiossa koski vain toista moottoria (lentokoneessa OH-LMA). EO sisälsi piirroksen tarkastuskohteesta. Kohdassa suunnittelutiedot todettiin: "Osa tarkastetaan ennen asennusta" ja kohdassa työohjeet: CSD-akselin MPI-tarkastus (magneettihiukkastarkastus)."MPI-tarkastus - tarkasta sisähammastuksen etumainen säde". Piirros, joka oli piirretty teknillisessä toimistossa moottoritehtaan em. tekstin perusteella, oli sikäli virheel-linen, että se osoitti tarkastuskohteeksi akselin sisähammastuksen takimmaisen säteen (akseli katkesi etumaisen säteen kohdalta).

Käsitteet "etumainen" ja "takimmainen" saattavat olla epämääräiset riippuen siitä, miten paikan määrittäminen ymmärretään. Oikea tarkastuspaikka oli "etumainen", kun lähtökohtana pidetään akselin asentoa moottorissa, mutta "takimmainen" silloin kun esim. tarkastustyökalu työnnetään akselin sisään.

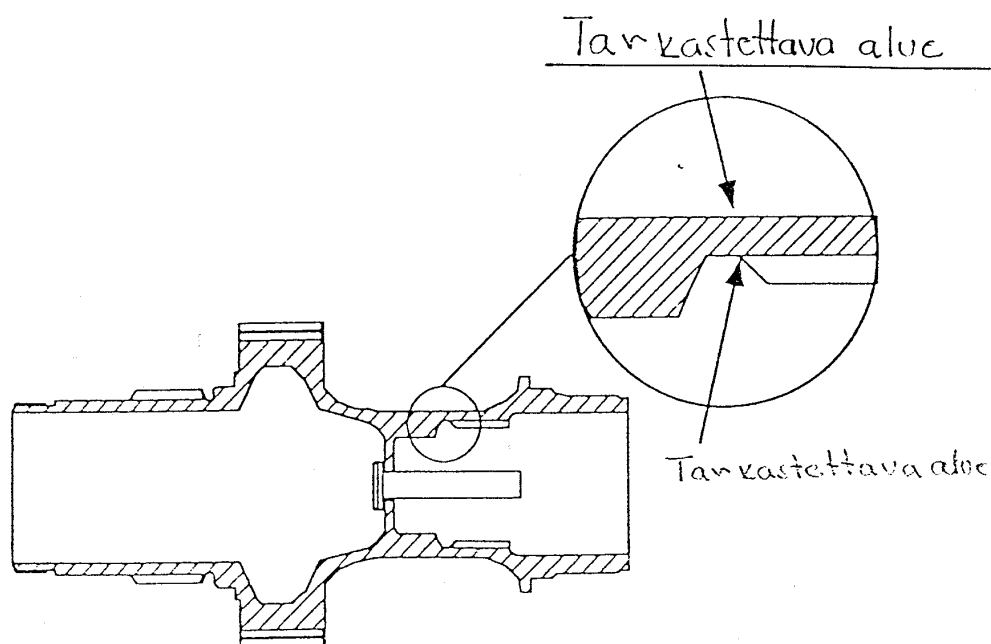
Parempi olisi ollut puhua heti "sisähammastuksen sisimmästä säteestä", kuten myöhemmissä EO:issa oli tehty.



Kuva 2. EO:ssa 2673, 10.2.1994 ollut virheellinen piirros tarkasteltavasta kohdasta.

Teknillinen toimisto julkaisi asiasta uuden EO:n no 2881, 10.4.1994, joka oli tehty moottorivalmistajan Service Bulletinin (SB) 6153, February 4/94 perusteella. Tässä SB:ssä on varsin seikkaperäiset tarkastusohjeet kuvin varustettuna. EO:n piirros antaa oikean tarkastusalueen. Tämä EO koski akseleita s/n BPAGAA0001 - 0410. Näihin sarjanumeroihin kuului myös lentokoneen OH-LMC:n vasemman moottorin vaihteiston akseli sekä OH-LMA:n oikean moottorin vaihteiston akseli. Kohdassa "suunnittelutiedot" on kuva MPI -tarkastuksesta ja tarkastettava alue on oikea.

Teknillinen toimisto julkaisi akselin tarkastuksesta kolmannen EO:n no 3103, 3.8.1994, joka koski akselia BPAGAA0220 (OH-LMC:n vasen). Suunnittelutiedoissa todetaan: "Tämä EO suoritetaan ainoastaan yhteen CSD-akseliin ja on kertaluonteinen. Akseli on asennettuna tällä hetkellä moottorissa s/n 726833, LMC 1. Huomioi, että tämä NDT-tarkastus ei vapauta osan EO 2881:den vaatimuksista". Työohjeessa on kuva tarkastettavasta alueesta ja seikkaperäiset ohjeet. Kuvan esittämä tarkastettava alue on oikea.



Kuva 3. Seuraavassa EO:ssa 2881, 10.4.1994 on esitetty kuva oikeasta tarkastuskohdasta.

Edellä esitetty EO no 3103 revisioitiin 8.8.1994, jolloin siitä tuli EO 3103 R1. Se muutettiin koskemaan molempien moottorien akseleita s/n BPAGAA0220 ja BPAGAA0307. Suunnittelutiedoissa on mainittu:

"Tämä EO on kertaluonteinen ja suoritetaan vain kahteen akseliin.

Akseli s/n BPAGAA0220 on asennettuna tällä hetkellä moottorissa s/n 726833, LMC 1.

Akseli BPAGAA0307 on asennettuna tällä hetkellä moottorissa s/n 718249, LMA 2. Huomioi, että tämä NDT-tarkastus ei vapauta osia EO 2881 vaatimuksista. Huomioi, että EO 2673 on peruttu".

Työohjeissa on todettu: "CSD-akselin NDT-tarkastus.

Tarkista CSD-akselin sisähammastuksen sisimpi säde tämän ohjeen kohdan B mukaan. Jos akselistä löytyy näyttämä, poista se käytöstä. Ota yhteys TT:oon".

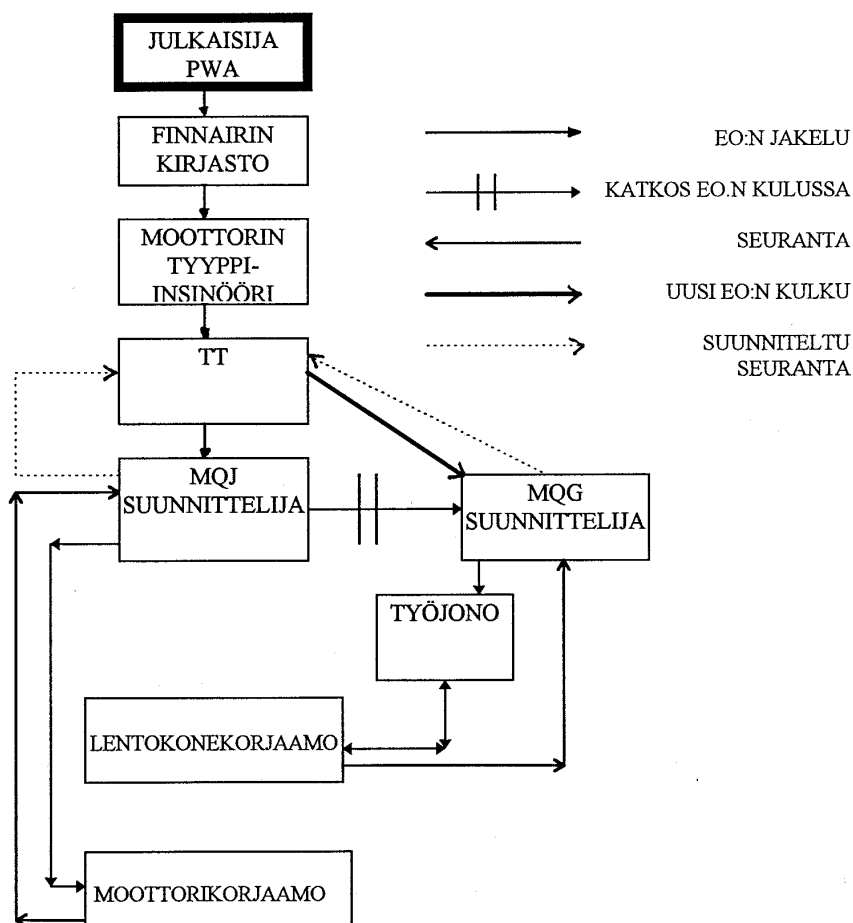
Teknillinen toimisto perui 8.8.1994 alussa esitetyn EO:n 2673 ja viittasi EO:hin 3103 ja 2881.

5.1 Service Bulletinin ja Engineering Orderin kulku yhtiössä

Service Bulletinini tulee moottorin valmistajalta Finnair Oy:n Teknisen ryhmän kirjastoon, josta edelleen moottorityypin insinöörille. Insinööri toimittaa Bulletinin teknilliseen toimistoon (TT), jossa moottoritekniikko laatii siitä Engineerig Orderin (EO), joka on Suomen kielinen työohje. TT:stä työohje toimitetaan työn

suunnittelijalle (MQJ=henkilökoodi), jolle kuuluu *moottorikorjaamolla* tehtävien muutostöiden valvonta. Mikäli työ tulee tehtäväksi *lentokonekorjaamon* puolella, MQJ siirtää EO:n toiselle suunnittelijalle (MQG=henkilökoodi). Joskus TT on toimittanut EO:n myös suoraan MQG:lle. MQG syöttää tehtävän toimenpiteen lentokonekorjaamon työjonojärjestelmään. Hän saa myös tiedon lentokonekorjaamolla moottoreihin tehdyistä muutostöistä ja näin valvoo niiden toteutumista. Töiden suorittamisesta määräaikaan mennessä varmistaa ATK pohjainen työjonojärjestelmä.

Moottorikorjaamolla ei ole käytössä työjonojärjestelmää, vaan EO:n yhteydessä tulee toteutettavien muutostöiden kuittauslista. Kun työ on tehty, tarkastajan leimalla varustettu lista tulee MQJ:lle. Leima listassa on merkinä tehdystä työstä.



Kuva 5. Kaavio SB:n ja EO:n kulusta.

5.2 Tiedonkulun katkos

Nyt tutkittavassa tapauksessa akselin tarkastusta koskevat EO:t ovat tulleet tavanmukaisesta moottorikorjaamossa tehtäviä muutostöitä hoitavalle työsuunnittelijalle (MQJ), mutta hän ei ollut toimittanut tarkastusmääräystä eteenpäin toiselle työsuunnittelijalle (MQG), jonka toimialaan kyseinen EO kuului. Jakeluluettelosta näkyy, että kyseistä EO:ta ei ollut jaettu suoraan MQG:lle. MQG olisi syöttänyt tarkastustyön lentokonekorjaamolla tehtävien töiden työjonoon, koska kysymyksessä oleva akseli oli moottorissa, joka oli kiinni lentokoneessa. joten tarkastustyö olisi tullut tehdä lentokonekorjaamolla. Aikaisemmin näissä tilanteissa, jolloin jakelulistasta on puuttunut MQG, mutta työ on kuulunut hänen toimialaan, MQJ on toimittanut hänelle kopion EO:sta.

Työsuunnittelija MQJ:llä oli sellainen muistikuva, että EO:ssa mainittujen kahden moottorin kohdalla asia olisi kunnossa. Hän muisti, että asiasta oli TT:n taholta hänelle niin kerrottu, mutta ei muistanut kuka se olisi ollut. Hän oli siinä uskossa, että akselit on tarkastettu korjaamolla ja ne tarkastetaan uudelleen silloin kun moottorit jostakin syystä tulevat moottorikorjaamolle, siten kuin EO edellyttää.

Työsuunnittelijalla oli moottoreita koskevien Engineerig Ordereiden valvontataulukko "Modification Record Summary", jossa kyseessä olevan moottorin ja EO:n kohdalta puuttui tarkastuksen suoritusmerkintä ja sen paikalla oli punakynällä tehty viiva.

Tämän tapauksen tutkinnan yhteydessä ei löydetty mitään asiakirjaa, joka olisi osoittanut, että katkennut akseli olisi joskus tarkastettu. Sitä vastoin toisen (OH-LMA:n) akselin tarkastuksesta löytyi "Engine Shop Visit Documents", jossa EO 2673 mukainen tarkastus on kuitattu tehdyksi CSD:n akseliin. EO 2673 on ensimmäinen tarkastusohje akselin tarkastuksesta. Tämän ohjeen mukaan tarkastus piti tehdä vain toiseen akseliin (OH-LMA:n oikea moottori). Lisäksi tämän ohjeen mukainen tarkastuskohde oli väärä. OH-LMA:n akseli tarkastettiin uudelleen tämän tutkinnan aikana EO 3103 R1 mukaisesti. Akselissa ei ollut murtumaa.

Kuten aikaisemmin on todettu, moottorin valmistajatehdas lähetti kaikille Pratt & Whitney JT8D moottorien käyttäjille 16.12.1993 päivätyn kirjeen, jonka sisällön mukaan ensimmäinen EO 2673 oli laadittu. Tämän tapauksen tutkintamateriaaliksi saadussa valmistajatehtaan kirjeen kopiassa on liitteenä luettelo niistä akseleista ja moottoreista, joita kirje koskee. Luettelossa ovat molemmat ko. akselit. Kopiassa on OH-LMA:n moottorin kohdalla kynämerkintä "Tehty", mutta sen yläpuolella olevan OH-LMC:n moottorin kohdalla ei ole vastaavaa merkintää. OH-LMA:n moottori oli ollut tarkastusajankohtana moottorikorjaamolla, sitävastoin OH-LMC:n vasen moottori ei ole käynyt moottorikorjaamolla tarkastusvaatimuksen voimassaoloaikana.

6 SYYT TIEDONKULUN KATKEAMISEEN JA EO:N SUORITUKSEN SEURANTA

Tutkimuksessa on selvinnyt, että EO oli tullut tavanmukaisesta työsuunnittelija MQJ:lle, mutta hän ei ollut toimittanut sitä edelleen toiselle työsuunnittelija MQG:lle, joka olisi ohjelmoinut sen lentokonekorjaamon työjonoon. Kysymyksessä ei ollut unohdus, vaan MQJ oli ollut siinä uskossa, että alustava tarkastus oli jo tehty ja toinen tarkastus tehtäisiin moottorin tultua aikanaan moottorikorjaamolle. Käsitys tehdystä tarkastuksesta oli muodostunut jostakin teknillisen toimiston henkilön kanssa aikaisemmin käydystä keskustelusta, eikä se perustunut mihinkään tarkastusasiakirjoihin, eikä muihin kirjallisiin dokumentteihin.

Mikäli teknillinen toimisto olisi liittännyt myös toisen työsuunnittelijan EO:n jakelun piiriin, hän olisi todennäköisesti ohjelmoinut tarkastuksen lentokonekorjaamon työjonoon.

Tarkastustoimenpiteiden suorituksen seuranta oli järjestetty siten, että MQJ seurasi moottorikorjaamolla tehtäväksi määrättyjen muutostöiden ja tarkastuksien toteutumista ja MQG puolestaan lentokonekorjaamolla moottoreihin tehtävien muutostöiden ja tarkastuksien määräaikaisen toteutumisen. Tässä tapauksessa MQG:llä ei ollut tietoa kysymyksessä olevista EO:ista, joten hän ei voinut seurata niitä. MQJ seurasi vain niitä töitä, jotka hän itse oli toimittanut tehtäväksi. Ja koska tässä tapauksessa EO:ta ei ollut määrätty tehtäväksi, ei mikään seuranta toiminut.

Tapahtuman syntymiseen vaikutti oleellisesti se, että moottorikorjaamolla tehtäväksi määrättyjen muutos- ja tarkastustöiden toteutumisen seurantajärjestelmä oli puutteellinen, eikä toimenpiteiden toteuttamiselle ollut määrätty selvää takarajaa.

7 TOTEAMUKSET

1. Teknillisessä toimistossa moottoritehtaan kirjeen perusteella piirretty akselin tarkastuspaikkaa osoittava piirros oli virheellinen. Piirros osoitti tarkastuskohteeksi akselin sisähammastuksen takimmaisena säteen, kun oikea paikka olisi ollut hammastuksen etumainen (sisimpi) säde (akseli katkesi etumaisen säteen kohdalta).
2. Nyt katkennutta akselia ei ollut tarkastettu lainkaan. Työsuunnittelija oli siinä käsityksessä, että akselit oli tarkastettu korjaamolla. Käsitys ei perustunut asiakirjoihin, vaan muistikuvaan akselien aikaisemmista tarkastuksista ja teknillisen toimiston henkilöiden kanssa käytyihin epämääräisiin keskusteluihin.
3. Akselin tarkastuksesta oli julkaistu vuoden 1994 aikana viisi Engineering Oderia (EO), joissa ensimmäisessä oli esitetty tarkastuskohta virheellisesti ja tarkastettavien akselien määrässä oli epäselvyyttä. Nämä seikat ovat mahdollisesti osaltaan vaikuttaneet tarkastuksien toteutumattomuuteen.
4. Service Bulletinin ja sen suomennoksen EO:n kulku moottorikorjaamolla oli organisoitu siten, että järjestelmästä puuttui seuranta. Seurannan puuttuminen mahdollisti sen, että työsuunnittelijan inhimillisen erehdyksen vuoksi työ saattoi jäädä toteutumatta.

5. Akselin murtuman syynä oli väsymismurtuma, joka oli alkanut raerajamurtumana akselin sisäpinnalta kohdasta, jossa akselin seinämäpaksuus muuttuu. Todennäköisin syy raerajamurtumaan oli akselin valmistusvaiheessa lämpökäsittelyssä tapahtunut virhe.

6. Lentokoneen päällikkö ei ollut merkinnyt ilma-aluksen lokikirjaan käynnistyksen jälkeen havaittua generaattorivikaa.

7. Moottorin pysähtyminen ei aiheuttanut välitöntä onnettomuusvaaraa.

8 EHDOTUKSET

Ei ehdotuksia.

Lentoyhtiö on tutkinnan aikana julkaissut uusitun moottorikohtaisten EO:iden jakelulistan TO-5059. Tämän mukaan EO toimitetaan suoraan ilman välikäsiä sille työsuunnittelijalle, jolle työn työjonoon kirjaaminen kuuluu (esim. tässä tapauksessa MQG:lle). Myös lentoyhtiön Laatuosastolla on aloitettu uuden toteutumisvalvonnan suunnittelu. Jatkossa kaikki SB:t ja EO:t tullaan liittämään ATK-pohjaiseen julkaisu- toteutumisvalvontaan ja EO valvonta siirtyy työsuunnittelusta tekniselle toimistolle.

Helsingissä 29.4.1997

Erikoistutkija

Esko Lähteenmäki

LIITELUETTELO

Seuraavat laitteet ovat taltioituina Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Puhuttelupöytäkirjat
2. Pratt & Whitney:n kirje 16.12.1993 operaattoreille
3. Pratt & Whitney:n Service Bulletini no 6152 February 4/94
4. Engineering Orderit no 2673 10.2.1994, 2881 10.4.1994, 3103 3.8.1994, 2673 Change Notice 8.8.1994, 3103 R1 3.8.1994
5. Engine Shop Visit Documents koskien OH-LNA:n oikean moottorin vaihteiston CSD:n akselin tarkastusta
6. EO-jakelulista TO-5059 13.11.1996
7. JT8D-Modification Category List 15.3.1994
8. VTT:n tutkimusraportti akselin murtumatutkimuksesta
9. Lentokoneen OH-LMC:n lennonnauhoittimen parametreja lentoonlähdestä
10. Vakiokierroslaitteen (CSD) koeajopöytäkirja
11. Lentoolähtöajankohdan säätiedot Helsinki-Vantaan lentoasemalta