



Tutkintaselostus

C3/2007L

Pakkolasku mereen Helsingin edustalla 27.5.2007

OH-FDA

Diamond DA40D

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

Onnettomuustutkintakeskus
Centralen för undersökning av olyckor
Accident Investigation Board

Osoite / Address: Sörnäisten rantatie 33 C **Address:** Sörnäs strandväg 33 C
FIN-00580 HELSINKI 00580 HELSINGFORS

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

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

Sähköposti: onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: onnettomuustutkinta@om.fi or forename.surname@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director	Tuomo Karppinen
Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director	Pirjo Valkama-Joutsen
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant	Sini Järvi
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant	Leena Leskelä
Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator	Hannu Melaranta
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator	Tii-Maria Siitonen
Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator	Esko Värttiö
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator	Reijo Mynttinen
Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator	Martti Heikkilä
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator	Risto Repo
Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator	Kai Valonen

TIIVISTELMÄ

Helsingin edustalla Valkosaaren rannassa tapahtui sunnuntaina 27.5.2007 noin klo 11.40 (Suomen aikaa) pakkolasku, jossa Polyteknikkojen Ilmailukerho ry:n omistama nelipaikkainen yksimoottorinen Diamond DA40D tyyppinen ja OH-FDA tunnuksin varustettu lentokone joutui potkurivaihteiston kytkimen rikkouduttua laskeutumaan mereen. Lentokone vaurioitui pahoin. Lentokoneessa olleet ohjaaja ja kaksi matkustajaa selviytyivät vammoitta.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 31.5.2007 päätöksellään n:o C3/2007L lento-onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi määrättiin johtava tutkija Esko Lähteenmäki ja jäseneksi tutkija Asko Nokelainen.

Ohjaajan tarkoituksena oli lentää kahden matkustajan kanssa Helsinki-Malmin lentoasemalta Tallinnan lentoasemalle ja tulla iltapäivällä takaisin.

Lentoonlähtöä edeltänyt moottorin toimintakoe, jonka teki elektroninen moottorinohjausjärjestelmä. Koe meni läpi normaalisti ja moottori antoi täyden tehon. Lentoonlähtö ja nousu 1000 jalan korkeuteen sujuivat ongelmitta. Ohjaaja sai lennonjohtoselvityksen Helsingin lähestymisalueelle 4000 jalan korkeuteen. Aloittaessa nousun hän valitsi täyden tehon, jolloin moottorin teho vaihteli 80–100 % välillä 5–10 sekunnin ajan. Tällöin ohjaaja muisti, että ennen lähtöä edellisen lennon lentänyt ohjaaja oli kertonut hänelle havainneensa samankaltaista tehon vaihtelua. Teho vakiintui 100 % ja kaikki moottorin mittariarvot olivat normaalit. Siitä huolimatta ohjaajasta tuntui, että moottori ei vetänyt niin voimakkaasti kuin aikaisemmin. Kun ohjaaja oli kytkenyt autopilottiin nousunopeudeksi 500 ft/min, moottori ulvahti ylikerroksille. Tämän jälkeen ohjaaja vähensi tehoja ja pyrki selvittämään, mistä oli kysymys. Samalla hän ilmoitti lennonjohdolle moottoriongelmaista ja kertoi kääntyvänsä takaisin Helsinki-Malmin lentoasemalle. Lentokone oli silloin merialueella Harmajan saaren kohdilla, noin 15 km:n etäisyydellä Helsinki-Malmin lentoasemasta.

Ohjaaja luki tarkistuslistasta moottorin toimintahäiriöistä annetut ohjeet, mutta totesi pian, että moottori kävi joko joutokäyntiä tai meni ylikerroksille. Ohjaaja päätteli vian olevan moottorin polttoaineensyötössä tai moottorin ohjauselektronikassa. Hän antoi moottorin käydä suurilla kierroksilla siinä toivossa, että lentokone pääsisi mantereelle saakka.

Noin 700 jalan korkeudessa ohjaaja totesi, että lentokone ei lentäisi mantereelle saakka, vaan edessä on pakkolasku mereen. Ohjaaja kertoi tulevasta pakkolaskusta ja arvion pakkolaskupaikasta lennonjohdolle, sekä kertoi aikeistaan matkustajille. Ohjaaja valitsi pakkolaskupaikaksi Valkosaaren ja Katajanokan välisen salmen. Lentokone pysähtyi noin 15 metrin etäisyydelle Valkosaaren rannasta.

Ohjaaja ja matkustajat nousivat koneesta siipien päälle ja samaan aikaan oikean siiven viereen tuli vene, johon he siirtyivät. Pian tämän jälkeen paikalle tuli poliisivene, joka kuljetti koneessa olleet Helsingin Eteläsatamaan, jossa odottivat sairaankuljetusyksiköt. Rajavartiolaitoksen henkilöstö siirsi lentokoneen Valkosaaren rantaan, jonne kone sidottiin kiinni ja ympäröitiin öljypuomilla.

Lentokone kuljetettiin Katajanokan laiturille, jossa siivet irrotettiin. Lentokone siirrettiin Helsinki-Malmin lentoasemalle yksityiskohtaisia tutkimuksia varten. Potkurivaihteisto irrotettiin moottorista, jolloin todettiin, että kytkinlevyn kitkapinnat olivat kuluneet.

Elektronisen moottorinohjausjärjestelmän tietokoneyksikkö FADEC (Full Authority Digital Engine Control) toimitettiin Saksan onnettomuustutkintaviranomaiselle, jonka valvonnassa moottorin valmistajatehdas purki laitteen sisältämän käynti- ja häiriötietoja tallentavan muistiyksikön tiedot.

Pakkolaskun syynä oli kytkimen luistaminen ja kytkinlevyn kitkapintojen kuluminen. Kytkimen luistamisen aiheutti öljy, joka oli peräisin kampiakselin kaulan huulitiivisteiden vuodosta. Tiivisteessä todettiin vaurioita, joiden valmistajatehdas olettaa syntyneen korkeasta kampikammion paineesta.

Tutkintalautakunta antoi kolme turvallisuussuositusta.

Tutkintalautakunta suosittaa, että moottorin valmistaja tekisi valvontajärjestelmän, joka ilmaisee kampiakselin ja potkurin välisen pyörimissuhteen muutoksen, eli kytkimen luiston. Indikaatio kytkimen luistamisesta tulisi taltioitua elektronisen moottorinohjausjärjestelmän vikamuistiin.

Toiseksi tutkintalautakunta suosittaa, että moottorinvalmistaja muuttaisi kytkimen huohotinaukon muotoa siten, että kytkinkopan sisäinen vuoto voidaan luotettavasti paikallistaa muista mahdollisista moottorin ulkoisista öljyvuodoista.

Kolmanneksi tutkintalautakunta suosittaa, että lentokoneenvalmistaja nopeuttaisi suoritusaikataulua huoltomääräyksen edellyttämälle muutostyölle, jonka tavoitteena on tehostaa huohotinjärjestelmän toimintaa.



SAMMANDRAG

I Helsingfors kustområde vid stranden av Valkosaari ö inträffade söndagen 2007.5.27 cirka klockan 11:40 (finsk tid) en nödlandning, där ett fyrsitsigt enmotorigt flygplan av typ Diamond DA40D, ägd av Polyteknikkojen Ilmailu ry, med registreringsbeteckning OH-FDA var tvingad att landa i havet efter att propellerväxellådans koppling hade gått sönder. Flygplanet skadades betydligt. Piloten och de två passagerare, som befann sig i flygplanet, klarade sig oskadda.

Centralen för undersökning av olyckor tillsatte 2007.5.31 genom sitt beslut C3/2007L en undersökningskommission att utreda flygolyckan. Som undersökningskommissionens ordförande tillsattes ledande utredare Esko Lähteenmäki och som medlem undersökningsman Askko Nokelainen.

Pilotens avsikt var att flyga med två passagerare från Helsinki-Malmi flygstation till flygstationen i Tallinn och återvända under eftermiddagen.

Flygningen föregicks av motorns funktionsprov, som utfördes av motorns elektriska styrsystem. Provet passerades normalt och motorn gav full effekt. Starten och stigningen till en höjd av 1000 fot flöt utan problem. Piloten fick en klarering av flygtrafikkontrollen till Helsingfors inflygningsområde till en höjd av 4000 fot. Vid påbörjan av stigningen valde han full effekt, varvid motorns effekt varierade i området 80–100 % under 5–10 sekunders tid. Piloten kom då ihåg, att föregående piloten hade berättat honom innan flygningen iakttagandet av en liknande variation i motoreffekten. Effekten förblev konstant 100 % och motorns alla instrumentvärden var normala. Trots detta kände piloten, att motorn inte drog lika kraftigt som tidigare. När piloten hade kopplat i autopiloten en stighastighet på 500 fot/min, ylade motorn till övervarv. Piloten minskade därefter pådraget och försökte reda ut, vad det var frågan om. Han anmälde samtidigt motorproblemet till flygkontrollen och berättade, att han skulle vända tillbaka till Helsinki-Malmi flygstation. Flygplanet befann sig då i havsområdet vid ön Harmaja, cirka 15 km från Helsinki-Malmi flygstation.

Piloten läste i checklisten instruktionerna om motorns felfall, men konstaterade snart, att motorn gick i tomgång eller övervarvade. Piloten drog slutssatsen, att felet skulle befinna sig i motorns bränsletillförsel eller styrelektronik. Han lät motorn gå i hög varv i hoppning om att flygplanet skulle klara sig tillbaka till land.

Ungefär på en höjd av 700 fot konstaterade piloten, att flygplanet inte skulle flyga enda till landområdet, utan man har framför sig en nödlandning i havet. Piloten berättade om den kommande nödlandningen och den bedömda landningsplatsen till flygkontrollen, samt berättade om sin avsikt till passagerarna. Som landningsplats valde piloten en sund mellan ön Valkosaari och Katajanokka. Flygplanet stannade cirka 15 meter från stranden av ön Valkosaari.

Piloten och passagerarna steg ur flygplanet på vingarna och samtidigt kom bredvid den högra vingen en båt, dit de flyttade sig. Snart efteråt kom på platsen en polisbåt, som transporterade de till Helsingfors Södra hamn, där sjuktransportenheterna väntade. Personalen av Gränsbevakningsväsendet flyttade flygplanet till stranden av ön Valkosaari, där flygplanet bands fast och omringades med oljebommar.



Flygplanet transporterades till piren av Katajanokka, där vingarna togs loss. Flygplanet förflyttades till Helsinki-Malmi flygstation för noggranna inspektioner. Propellerväxellådan monterades av motorn, varvid det konstaterades, att kopplingplattans friktionsytor hade förstörts. Datorenheten till motorns elektroniska styrenhet FADEC (Full Authority Digital Engine Control) skickades till Tysklands myndighet för undersökning av olyckor, under vars övervakning motortillverkaren läste av apparatens minnesenhetens filer, som innehöll gång- och feluppgifter.

Som orsaker till nödlandningen var kopplingens slirning och slitning av friktionsytornas. Kopplingens slirning orsakades av olja, som härrörde sig från lekaget i vevaxelns tätning. Det konstaterades skador i tätningen. Motortillverkaren antar att dom orsakades av hög tryck i vevhus.

Undersökningskommissionen gav tre säkerhetsrekommendationer.

Undersökningskommissionen rekommenderar, att motortillverkaren skulle konstruera ett övervakningssystem, som indikerar förändringen av förhållandet i propellerns och motorns rotationshastighet, med andra ord kopplingens slirning. Indikeringen av kopplingens slirning borde registreras i felminnet av motorns elektroniska styrenhet.

För det andra rekommenderar undersökningskommissionen, att motortillverkaren skulle förändra kopplingens ventilationsöppning så, att kopplingskåpans inre lekage kan pålitligt skiljas ifrån motorns möjliga övriga yttre lekage.

För det tredje rekommenderar undersökningskommissionen, att flygplantillverkaren skulle påskynda scheman för bulletin som handlar om förbättring av vevhusets ventilationssystem.



SUMMARY

An emergency landing occurred on Sunday, 27 May 2007 at around 11:40 (Finnish time) off the shoreline of Helsinki. The gearbox clutch of a single-engine Diamond DA40D four-seat aircraft, registration OH-FDA, failed and the aircraft was subsequently forced to make an emergency landing in water. The OH-FDA was owned by the Aviation Club of Helsinki University of Technology.

On 31 May 2007, Accident Investigation Board Finland (AIB) appointed investigation commission C3/2007L for this incident. Chief Investigator Esko Lähteenmäki was named Investigator-in-Charge with Investigator Asko Nokelainen as member of the commission.

The pilot intended to fly two passengers to Tallinn airport and return to Helsinki-Malmi aerodrome in the afternoon.

The Full Authority Digital Engine Control (FADEC) unit executed a pre-takeoff engine runup test. The test passed, with the engine providing full power. The takeoff and climb to 1000 ft were uneventful. The pilot was cleared to 4000 ft in Helsinki Terminal Control Area (TMA). When he began to climb he selected full power, at which time engine power fluctuated between 80–100% for 5 to 10 seconds. He then remembered that the pilot of the previous flight on the OH-FDA had told him that he, too, had noticed similar power oscillations. However, the power stabilized at 100% and all engine instrument indications were normal. Nevertheless, the pilot felt that the engine did not provide as much power as it had earlier. When he set the autopilot to a 500 ft/min climb, the engine suddenly overrevved (exceeded maximum RPM). The pilot then reduced power and tried to establish what the matter was. Meanwhile, he reported engine troubles to the air traffic control (ATC) and said that he would turn back to Helsinki-Malmi. At that time he was over the sea next to Harmaja Island, approximately 15 km from Helsinki-Malmi aerodrome.

Even though the pilot checked the emergency checklist regarding engine trouble, he soon realized that the engine would either idle or overspeed. The pilot deemed that the malfunction involved either the fuel supply or the FADEC. He let the engine run at a high rpm so as to make it back to land.

When they were at about 700 ft the pilot realized that they could not make it to the shore. Instead, they would have to make an emergency landing into the sea. The pilot reported the impending emergency landing and his estimated landing spot to the ATC and informed the passengers of the same. He landed the aircraft in the strait between Valkosaari Island and Katajanokka. The aircraft came to a halt approximately 15 metres from Valkosaari shore.

The pilot and the passengers climbed out onto the wings. Momentarily, a boat arrived next to the right wing, into which they boarded. Soon after, a police patrol boat also arrived at the scene, transporting the pilot and the passengers to Helsinki South Harbour where ambulances were already waiting. The Border Guard fastened the aircraft to Valkosaari shore, where it was encircled with oil spill booms.



The aircraft was transported to Katajanokka Quay, where the wings were detached. Then the aircraft was taken to Helsinki-Malmi aerodrome for test and research. The gearbox was disconnected from the engine, at which stage it was noticed that the friction surfaces on the clutch plate were worn.

The FADEC was sent to the German accident investigation authority, under whose supervision the engine manufacturer downloaded vital On-Board Diagnostic (OBD) data from the FADEC.

The cause of the emergency landing was clutch slippage and clutch plate surface wearing out. Clutch slippage was caused by engine oil which entered through a leak in the crankshaft's lip seal. Fissures were detected in the seal and engine manufacturer assumes they are due to high internal crankcase pressure

The investigation commission issued three recommendations.

First: The investigation commission recommends that the engine manufacturer design a system indicating changes in the rotational ratio between the crankshaft and propeller, i.e. clutch slippage. Clutch slippage indication should be recorded in the FADEC's On-Board Diagnostics system.

Second: The investigation commission recommends that the engine manufacturer redesign the clutch breather orifice so that oil leaks internal to the clutch housing could be reliably distinguished from other, external, oil leaks.

Third: The investigation commission recommends that the aircraft manufacturer expedite the time of compliance for mandatory service bulletin to improve the crankcase breathing system.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY	VII
ALKUSANAT	XI
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Onnettomuuslento.....	1
1.2 Henkilövahingot.....	2
1.3 Ilma-aluksen vahingot	2
1.4 Muut vahingot.....	2
1.5 Henkilöstö	2
1.6 Ilma-alus.....	3
1.7 Sää.....	4
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat	4
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet	4
1.10 Lentopaikka.....	5
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	5
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus	5
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset	6
1.14 Tulipalo.....	6
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat.....	6
1.15.1 Pelastustoiminta	6
1.15.2 Pelastumisnäkökohdat.....	7
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	7
1.16.1 Voimalaitteen tutkimus.....	7
1.16.2 Moottorin parametrien tarkastelu	10
1.16.3 Aikaisemmin havaitut öljyvuodot.....	12
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	14
1.18 Muut tiedot	14
1.18.1 Diamond DA40D kytkimen aikaisemmat rikkoutumiset.....	14
2 ANALYYSI	17
2.1 Moottorin öljyvuodot	17
2.2 Huohotinjärjestelmän tarkastus	18
2.3 Moottoriöljyn pääsy kytkimeen	19
2.4 Kytkimen luiston tunnistaminen lennolla.....	20
2.5 Pakkolasku.....	21



3	JOHTOPÄÄTÖKSET	23
3.1	Toteamukset	23
3.2	Pakkolaskun syy	23
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	25

ALKUSANAT

Helsingin edustalla Valkosaaren rannassa tapahtui sunnuntaina 27.5.2007 noin klo 11.40 (Suomen aikaa) pakkolasku, jossa Polyteknikkojen Ilmailukerho ry:n omistama nelipaikkainen yksimoottorinen Diamond DA40D tyyppinen ja OH-FDA tunnuksin varustettu lentokone joutui potkurivaihteiston kytkimen rikkouduttua laskeutumaan mereen. Lentokone vaurioitui pahoin. Lentokoneessa olleet ohjaaja ja kaksi matkustajaa selviytyivät vammoitta.

Helsinki-Vantaan lentoaseman lennonjohdon vuoroesimies ilmoitti pakkolaskusta Onnettomuustutkintakeskuksen johtava tutkija Esko Lähteenmäelle noin klo 11.50. Lähteenmäki matkusti pakkolaskupaikalle ja valvoi lentokoneen siirron. Lentokone nostettiin satamahinaajan kannelle ja kuljetettiin Katajanokan risteilyaluslaiturille. Laiturilla lentokoneen siivet irrotettiin ja lentokone kuljetettiin Helsinki-Malmin lentoasemalle yksityiskohdaisia tutkimuksia varten.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 31.5.2007 päätöksellään n:o C3/2007L lento-onnettomuutta tutkimaan tutkintalautakunnan. Sen puheenjohtajaksi määrättiin johtava tutkija Esko Lähteenmäki ja jäseneksi tutkija Asko Nokelainen.

Tapahtuman vuoksi kuultiin lentokoneen ohjaaja ja matkustajat, kerhon huoltopäällikkö, edellisen lennon lentänyt henkilö, sekä henkilö, joka tuli ensimmäisenä pakkolaskupaikalle ja oli myös pakkolaskun silminnäkijä.

Potkurivaihteisto irrotettiin ja kytkin tutkittiin 30.5.2007 moottorinvalmistajan edustajan läsnä ollessa. Moottorin tehoa ja pyörimisnopeutta säätävä tietokone (FADEC) lähetettiin Saksan onnettomuustutkintaviranomaiselle, jonka valvonnassa laitteen tiedot luettiin valmistajatehtaalla 1.6.2007. Moottori ja vaihteisto lähetettiin valmistajatehtaalle tutkittavaksi 3.7.2007.

Tutkintaselostuksen luonnos lähetettiin lausuntoa varten Saksan ja Suomen ilmailuviranomaisille ja Euroopan ilmailuviranomaiselle (EASA), sekä kommentteja varten moottorin- ja lentokoneen valmistajalle, Saksan onnettomuustutkintaviranomaiselle, lentokerhon huoltopäällikölle ja ohjaajalle. Kommentit moottorinvalmistajalta, lentokerhon huoltopäälliköltä ja ohjaajalta saatiin määräaikaan mennessä. Lausuntoja ei tullut.

Tutkinta saatiin päätökseen 18.6.2008.



1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Onnettomuuslento

Ohjaajan tarkoituksena oli lentää kahden matkustajan kanssa Helsinki-Malmin lentoasemalta Tallinnan lentoasemalle ja tulla iltapäivällä takaisin. Ohjaaja ja matkustajat olivat tulleet lentoasemalle noin klo 10.15. Ohjaaja oli kertomansa mukaan tehnyt lentokoneelle lentoa edeltävän tarkastuksen, jonka yhteydessä hän ei ollut havainnut mitään normaalista poikkeavaa. Ohjaaja teki massalaskelman ja operatiivisen lentosuunnitelman. Tullauksen jälkeen ohjaaja ja matkustajat nousivat koneeseen. Matkustajat pukivat pelastusliivit ylleen, ohjaajan liivi sijoitettiin takaistuimelle. Ohjaaja antoi matkustajille ohjeet liivien ja istuinvöiden käytöstä sekä ovien avaamisesta.

Lentoonlähtöä edelsi moottorin toimintakoe, jonka teki elektroninen moottorinohjausjärjestelmä. Koe meni läpi normaalisti ja moottori antoi täyden tehon. Lentoonlähtö tapahtui klo 11.30. Nousu 1000 jalan korkeuteen sujui ongelmitta. Ilmoittautumispaikka Nokan jälkeen ohjaaja siirtyi Helsingin tutkan taajuudelle ja sai lennonjohtoselvityksen Helsingin lähestymisalueelle 4000 jalan korkeuteen. Ohjaajan aloittaessa nousun, hän valitsi täyden tehon, jolloin moottorin teho vaihteli 80–100 % välillä 5–10 sekunnin ajan. Tällöin ohjaaja muisti, että ennen lähtöä edellisen lennon lentänyt ohjaaja oli kertonut hänelle havainneensa samankaltaisen tehon vaihtelun. Teho vakiintui 100 % ja kaikki moottorin mittariarvot olivat normaalit. Siitä huolimatta ohjaajasta tuntui, että moottori ei vetänyt niin voimakkaasti kuin aikaisemmin.

Ohjaajan kytki autopilottiin nousunopeudeksi 500 ft/min. Heti tämän jälkeen moottori ulvahti ylikierroksille, joka potkurin pyörimisnopeudeksi muutettuna oli noin 2700 r/min (suurin sallittu 2500 r/min). Ohjaaja vähensi tehoja ja pyrki selvittämään, mistä oli kysymys. Samalla hän ilmoitti lennonjohdolle moottoriongelmaista ja kääntyvänsä takaisin Helsinki-Malmin lentoasemalle. Lentokone oli silloin merialueella Harmajan saaren kohdilla.

Ohjaaja luki tarkistuslistasta moottorin toimintahäiriöistä annetut ohjeet, mutta totesi pian, että moottori kävi joutokäyntiä tai meni ylikierroksille. Ohjaaja päätteli vian olevan moottorin polttoaineensyötössä tai moottorin ohjauselektronikassa. Hän antoi moottorin käydä suurilla kierroksilla siinä toivossa, että lentokone pääsisi mantereelle saakka. Noin 700 jalan korkeudessa ohjaaja totesi, että lentokone ei lentäisi mantereelle, vaan edessä olisi pakkolasku mereen.

Ohjaaja kertoi tulevasta pakkolaskusta ja paikasta lennonjohdolle. Hän kertoi tulevasta pakkolaskusta myös matkustajille ja pyysi heitä pitämään tukevasti kiinni. Ohjaaja valitsi pakkolaskupaikaksi Valkosaaren ja Katajanokan välisen salmen. Lasku tapahtui Valkosaaren rannan suuntaisesti. Laskun aikana moottori kävi joutokäynnillä ja lähestymisnopeus oli 60–70 solmua. Ohjaajan havainnon mukaan lentokone sakkasi juuri kosketushetkellä.

Lentokoneen kosketettua meren pintaan, se kulki pintaa pitkin varsin pitkän matkaa, kunnes sen etuosa sukelsi veden alle niin syväälle, että vesiraja oli tuulilasin yläreunassa. Matkustamon sivuikkunat eivät menneet veden alle. Pysähtyttyään noin 15 metrin etäisyydelle rannasta lentokone nousi pintaan vaakatasoon nokan osoittaessa lähes tulo-suuntaan. Lentokone kellui niin, että siiven tyvet olivat juuri veden alla, mutta muu osa siivistä oli pinnan yläpuolella.

Ohjaaja ja matkustajat nousivat koneesta siipien päälle. Ohjaaja puki pelastusliivin ylleen. Samaan aikaan oikean siiven eteen tuli vene, johon ohjaaja ja matkustaja siirtyivät. Venettä apuna käyttäen ohjaaja uitti lentokoneen lähelle saaren rantaan.

Ohjaaja soitti Helsinki-Malmin lennonjohtoon ja kertoi laskun tapahtuneen ilman henkilövahinkoja. Pian tämän jälkeen paikalle tuli poliisivene, joka kuljetti koneessa olleet Helsingin Eteläsatamaan, jossa sairaankuljetusyksiköt odottivat. Rajavartiolaitoksen henkilöstö siirsi lentokoneen Valkosaaren rantaan, jonne se sidottiin kiinni ja ympäröitiin öljypuomilla.

1.2 Henkilövahingot

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut
Kuolemaan johtaneet	-	-	-
Vakavat	-	-	-
Lievät/ei vammoja	1	2	-

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Lentokone vaurioitui pahoin.

1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

1.5 Henkilöstö

Ohjaaja, ikä 24 vuotta

Ohjaajalla oli PPL(A) lupakirja ja SEP(land) kelpuus. Ohjaaja oli lentänyt ensimmäisen lennon OH-FDA koneella lokakuussa 2006. Muut hänen lentämänsä konetyypit olivat: Cessna 172, Cessna 152, AS 202 Bravo ja Piper PA-28 Archer.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia
Kaikilla kone-tyypeillä	10 min 1 lasku	2 h 51 min 4 laskua	10 h 11 min 23 laskua	189 h 6 min 435 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	10 min 1 lasku	1 h 23 min 2 laskua	5 h 50 min 8 laskua	14 h 19 min 19 laskua

1.6 Ilma-alus

Diamond DA40D on komposiittirakenteinen, yksimoottorinen, nelipaikkainen, kiinteällä nokkapyörätyyppisellä laskutelineellä varustettu lentokone.

Lentokone

Tyyppi: Diamond DA40D
 Kansallisuus- ja rekisteritunnus: OH-FDA
 Rekisteröintinumero: 1865
 Valmistaja: Diamond Aircraft Industries GmbH
 Sarjanumero ja valmistusvuosi: D4.029, 2003
 Lentokelpoisuustodistus: Voimassa 31.10.2007 saakka
 Omistaja ja käyttäjä: Polyteknikkojen Ilmailukerho ry
 Lentoaika: 496 h, 995 laskua

Moottori:

TAE 125-01 dieselmoottori
 Valmistaja: Thielert Aircraft Engines GmbH, Saksa
 Sarjanumero: 02-01-0301-SL01-004-0180
 Käyntiaika: 534 h
 Käytetty polttoaine: JET A-1

Vaihteisto:

TAE 02-7210-07901R1
 Valmistusnumero: 2935
 Käyntiaika: 276 h

Kytkin:

Käyntiaika: 284 h

Potkuri:

MTV-6-A/187-129, kolmilapainen puura-
 rakenteinen, komposiittipintainen vakiokier-
 rospotkuri
 Valmistaja: MT-Propeller

Valmistusnumero: 2237
Käyntiaika: 496 h

Lentokoneen lentoonlähtömassa oli 1123 kg. Suurin sallittu lentoonlähtömassa on 1150 kg. Massakeskiö oli vähän keskialueen etupolella, mutta sallitulla alueella.

Moottori

Moottori on 1,7-litrainen turboahdettu dieselmoottori, joka kehittää 99 kW (135 hv) moottorin pyörimisnopeudella 3900 rpm. Moottori on varustettu potkurin alennusvaihteella, jonka välityssuhde on 1,69:1. Moottorin ja vaihteiston välissä on kuiva yksilevykytkin, jonka tehtävänä on luistaa hetkellisesti moottorin käynnistyksen ja pysäytyksen yhteydessä, jolloin vaihteistoon kohdistuva vääntömomentti on noin 20 % enemmän kuin mitä moottori pystyy lennolla kehittämään. Kytkin voi luistaa myös tehtäessä nopeita tehonmuutoksia. Kytkimen hetkellinen luisto estää vaihteiston ylikuormittumisen.

Moottorin tehoa ja pyörimisnopeutta säättää ja valvoo elektroninen moottorinohjausjärjestelmä FADEC (Full Authority Digital Engine Control). FADEC:issa on kaksi tietokonetta, A ja B.

Moottori on ns. yhden vivun moottori, tällä sähkövälitteisellä ”tehovivulla” ohjaaja ”pyytää” FADEC:lta tehoa, jolloin tietokone säättää ahtopainetta, polttoaineen syöttöä ja potkurin lapakulmia niin, että moottori kehittää halutun tehon.

Ohjaaja näkee mittarista potkurin pyörimisnopeuden, jonka tietokone muuntaa moottorin pyörimisnopeudesta vaihteen välityssuhteen mukaisesti. Lisäksi mittarista näkyy moottorin antama teho prosentteina. Potkurin todellisesta pyörimisnopeudesta ei ole mitään indikaatiota. Myöskään moottorin pyörimisnopeus ei näy mittareista.

FADEC:in yhteydessä on vikamuistiyksikkö, johon taltioituu 16 parametria.

1.7 Sää

Onnettomuusajankohdan sää Helsinki-Malmin lentoasemalla oli seuraava: Tuuli 220 astetta 3 solmua, vaakanäkyvyys 30 km, CAVOK, lämpötila 16 °C, kastepiste 13 °C, ilmanpaine 1006 hPa. Sää pakkolaskupaikalla oli samankaltainen.

1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Suunnistuslaitteilla ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Ohjaajalla oli kaksipuolinen radioyhteys Helsinki-Malmin lennonjohtoon ja Helsingin tutkaan. Ohjaaja ilmoitti moottoriongelmistä lennonjohdoille. Laskun jälkeen ohjaaja soitti

matkapuhelimellaan pakkolaskupaikalta Helsinki-Malmin lennonjohtoon ja ilmoitti pakkolaskun onnistuneen ilman henkilövahinkoja.

1.10 Lentopaikka

Lentoonlähtö tapahtui Helsinki-Malmin lentoaseman kiitotieltä 18.

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Varsinaisia lennonrekisteröintilaitteita ei ollut, mutta FADEC tallensi moottorin käyntitietoja.

1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-alueen jäännösten tarkastus

Pakkolaskupaikka oli meressä Helsingin edustalla. Lentokone pysähtyi ja jäi kellumaan noin 15 m etäisyydelle Valkosaaren rannasta. Aallokko oli vähäinen.

Laskun yhteydessä lentokoneen nokkateline vaurioitui ja moottorin suojuukset irtosivat. Ylempi moottorisuojus jäi kadoksiin. Oikean siiven etureuna repeytyi siiven pituussuunnassa. Potkurin kaikki lavat katkesivat noin puolivälistä. Saaren rannassa lentokone upposi ja kastui kokonaan.

Moottorin alasuojuksen sisäpinnalla etuosassa oli mustia öljyvuodon jälkiä. Öljyä oli havaittavissa myös nokkalaskutelineessä ja rungon alapinnalla.



Kuva 1. Lentokone saaren rannassa

1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Ohjaaja ja molemmat matkustajat kuljetettiin sairaalaan tarkastettaviksi. Heissä ei todettu vammoja.

1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

1.15.1 Pelastustoiminta

Ohjaajan ilmoitettua lennonjohdolle tulevasta pakkolaskusta, lennonjohto hälytti pelastus- ja sairaankuljetusyksiköt Helsingin Eteläsatamaan. Ohjaaja kertoi myös matkustajille tulevasta pakkolaskusta mereen ja käski matkustajia pitämään lujasti kiinni.

Lentokoneen liukuessa matalalla kohti pakkolaskupaikkaa, veneellään Helsingistä Suomenlinnaan matkannut henkilö päätteli, että lentokone tulee laskeutumaan mereen. Hän käänsi veneensä ja alkoi seurata lentokonetta. Tulevan pakkolaskupaikan läheisyydessä oli vilkasta laiva- ja veneliikennettä, joten pakkolaskua seurattiin useasta aluksesta.

Laskun jälkeen lentokoneen pysähtyttyä ohjaaja avasi etukuomun ja takamatkustaja avasi takakuomun. Ohjaaja oli ennen lentoonlähtöä näyttänyt matkustajalle, kuinka kuomun lukko avataan. Matkustajilla oli pelastusliivit puettuna päälle ja ohjaaja puki pelastusliivinsä, joka oli koneen takaistuimella. Ohjaajan ja matkustajien päästyä ohjaamosta koneen siiville, lentokonetta seurannut vene tuli koneen oikean siiven etupuolelle, johon lentokoneessa olleet henkilöt nousivat. Veneen omistaja soitti tapahtumasta Suomenlinnan merivartioasemalle, jonne tieto pakkolaskusta oli jo tullut.

Veneen avulla lentokone siirrettiin saaren rantaan. Pian tämän jälkeen paikalle tuli poliisivene, joka kuljetti koneessa olleet Helsingin Eteläsatamaan, jossa oli sairaankuljetusyksiköitä. Merivartioasemalta lähetetty kumivene tuli noin 10 minuutin kuluttua pakkolaskupaikalle. Kumiveneen miehistö sitoi lentokoneen kiinni rantaan ja ympäröi sen öljypuomilla.

1.15.2 Pelastumisnäkökohdat

Ohjaaja ja matkustajat selvisivät pakkolaskusta vammoitta. Vammoitta selviytymiseen vaikutti ensisijaisesti se, että lentokoneen nopeus veteenkosketushetkellä oli pieni ja lentokoneen siivet olivat vaakasuorassa. Näiden seikkojen vuoksi lentokone pysyi varsin ehjänä ja jäi kellumaan oikein päin. Nopean pelastumisen kannalta tärkeää oli myös se, että laskualueella oli vilkas veneliikenne, jonka ansiosta henkilöt eivät joutuneet veden varaan, vaan pääsivät lentokoneesta suoraan veneeseen.

Pakkolaskussa istuinviden antama hyöty oli ensiarvoisen tärkeä, sillä nopeuden hidastuminen veteen tehdyssä pakkolaskussa on hyvin nopea.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 Voimalaitteen tutkimus

Moottorin tutkimus

Lentokonetta purettaessa todettiin, että potkuri pyöri varsin vähäisellä voimalla ilman, että moottorin kampiakseli olisi pyörinyt. Tämän havainnon perusteella tutkinta kohdistettiin pääosin kytkimen kunnon selvittämiseen.

Moottorin öljy laskettiin ulos ja suodatin tarkastettiin. Öljyä oli noin 5 l (normaali määrä on 5,5–6,5 l) ja merivettä noin 6,5 l. Öljynsuodatin oli puhdas. Elektronisen moottorinohjausjärjestelmän tietokoneyksikkö FADEC toimitettiin Saksan onnettomuustutkintaviranomaiselle, jonka valvonnassa moottorin valmistajatehdas purki laitteen sisältämän käynti- ja häiriötietoja tallentavan muistiyksikön tiedostot. Merivesi ei ollut aiheuttanut merkittäviä vaurioita laitteelle.

Kytkimen tutkimus

Potkurivaihteiston irrotus ja kytkimen tutkimus tehtiin Helsinki-Malmin lentoasemalla moottorin valmistajatehtaan edustajan läsnä ollessa.

Potkurivaihteisto oli ulkoisesti tarkasteltuna ehyt. Vaihteiston alareuna oli öljyinen, erityisesti kytkinkopan huohotinaukon ympäriltä. Ennen potkurivaihteiston irrotusta mitattiin kytkimen luistamiseen tarvittava voima. Kytkin alkoi luistaa 55 Nm voimalla. Sen olisi pitänyt olla noin 290 Nm. Mittauksen jälkeen potkurivaihteisto irrotettiin moottorista kytkimen kunnon toteamiseksi.

Kytkin on ns. kuiva yksilevykytkin. Kytkimen pitokitka on säädetty vakioksi kahdeksalla Belleville-jousipakalla. Jousipakka muodostuu 13 kuppimaisesta teräslevystä.



Kuva 2. Pahoin vaurioitunut kytkinlevy

Kytkinlevyn kitkapinnat olivat kuluneet pois lähes kokonaan. Kytkinlevystä hioutuneita jäännöksiä oli kytkinkopan pohjalla. Kytkinasetelma oli meriveden ruostuttama. Kytkinasetelmaa irrotettaessa todettiin asetelman kiinnityspulttien kireydeksi vain 4 Nm, kun sen olisi pitänyt olla 25 Nm. On todennäköistä, että löystymisen syynä oli kytkimen luistamisesta aiheutunut kuumuus ja sitä seurannut nopea jäähtyminen. Asetelman Belleville-jousisto oli koottu oikein.

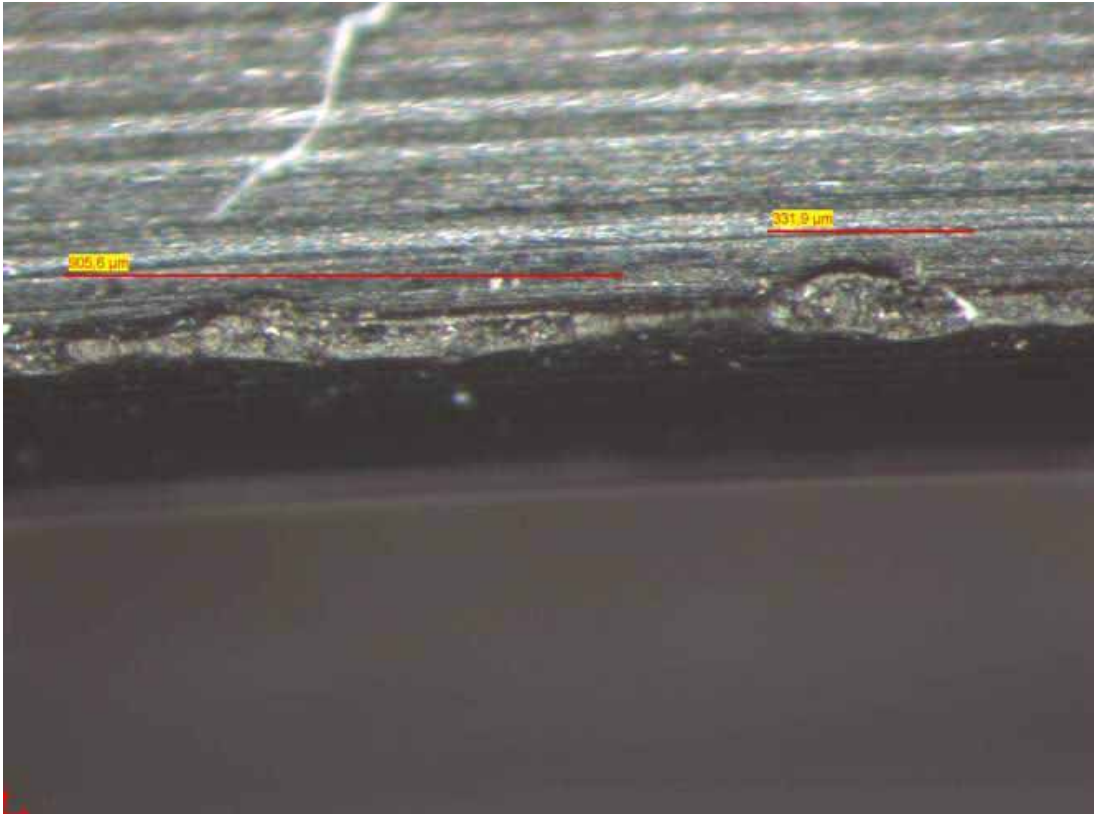
Vaihteiston irrotuksen jälkeen nähtiin, että kytkinkoppa oli öljyinen ja öljyä oli myös vauhtipyörän takapinnalla. Öljyä oli havaittavissa myös kampiakselin laipan ja vauhtipyörän välisessä liitoksessa.



Kuva 3. Vauhtipyörän öljyinen takapinta

Vaihteistossa oli öljyä jäljellä noin 0,6 l (normaali määrä on 1 l) ja merivettä oli 2,4 l. Suodattimessa ei ollut epäpuhtauksia. Vaihteistoa ei avattu. Moottori, kytkin ja vaihteisto toimitettiin tutkintalautakunnan tutkimuksien jälkeen moottorin valmistajalle tutkittavaksi.

Kampiakselin vauhtipyörän puoleinen tiiviste tutkittiin valmistajatehtaalla mikroskoopilla. Tasaista normaalina pidettävää kulumista oli tiivisteiden reuna-alueella, mutta aivan reunassa oli kaksi vauriota. Toisen pituus oli 332 μm ja leveys noin 100 μm . Toisen vaurion pituus oli 906 μm ja leveys leveimmillään noin 100 μm .



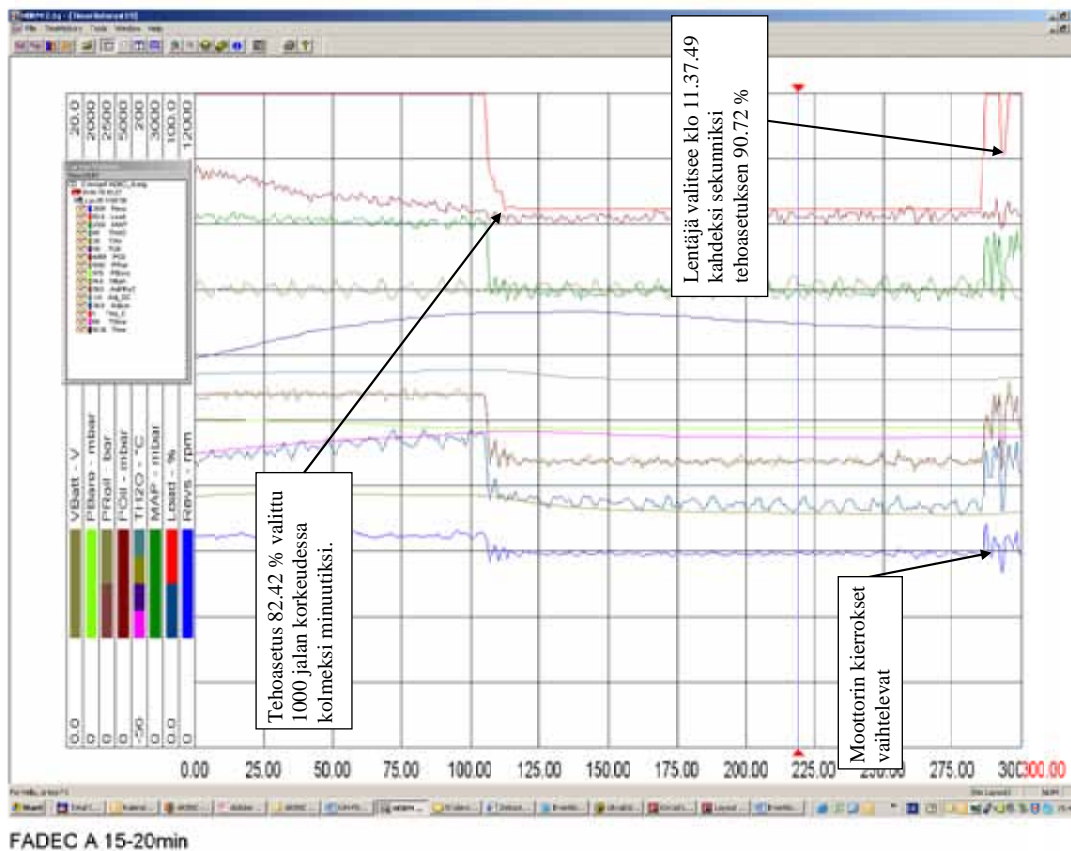
Kuva 4. Kampaakselin tiivisteen vaurio

1.16.2 Moottorin parametrien tarkastelu

Lento-olähtöä edeltänyt elektronisen moottorinohjausjärjestelmän tekemä moottorin toimintakoe meni läpi normaalisti ja moottori antoi täyden tehon. Lento-olähtö oli tapahtunut klo 11.32.

Lento-olähdössä ja nousussa 1000 jalan korkeuteen kaikki moottorin parametrit olivat moottorin valmistajan antamien raja-arvojen sisällä.

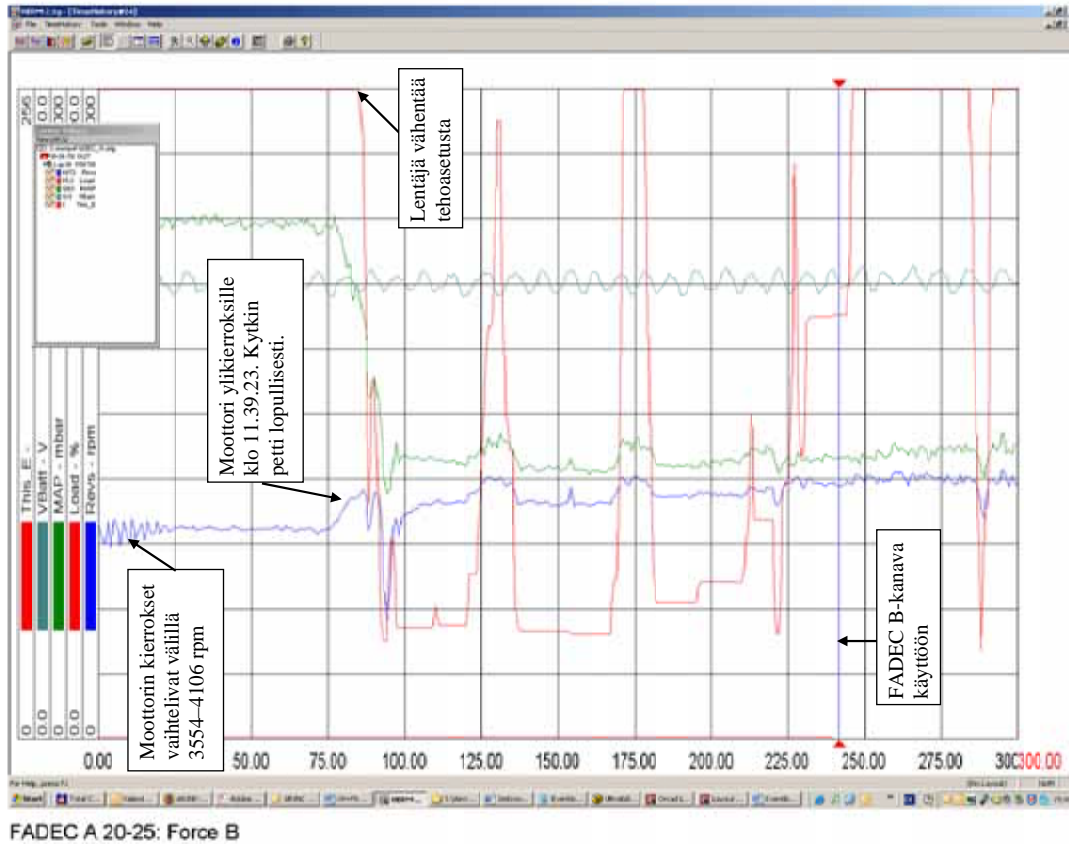
Teho-asetus 82,4 % oli valittu 1000 jalan korkeudessa kolmeksi minuutiksi. Teho-asetus 99,99 % oli valittu klo 11.37, (aloitettu nousu selvityksen mukaisesti 4000 jalkaan) moottorin arvot olivat vaihdelleet kuuden sekunnin ajan: moottorin pyörimisnopeus 4136–3494 r/min (2447–2067 potkurin r/min), ahtopaine 2364–2078 mbar, polttoaineen paine 1358–1172 bar. Teho-asetus 90,72 % oli valittu kahdeksi sekunniksi klo 11.37 ja sen jälkeen oli valittu 99,99 % tehoasetus.



FADEC A 15-20min

Kuva 5. FADEC:in parametrejä aikavälillä 15–20 min

Moottorin pyörimisnopeus vaihteli välillä 3554–4106 r/min. (moottorin maksimi pyörimisnopeus on: 4225 r/min, potkurin 2500 r/min). Moottori oli mennyt ylikierroksille klo 11.39 (4608 r/min) ja tallentui FADEC vikamuistiin. Moottorin pyörimisnopeus laski sekunniksi 2144 r/min tehoasetuksella 15 %. Tämän jälkeen moottori oli käynyt ylikierroksilla laskeutumiseen saakka, vaikka tehovivun asentoa oli säädelty 16,21–99,99 % välillä. FADEC B kanava, oli valittu käyttöön klo 11.41.



Kuva 6. FADEC:in parametrejä aikavälillä 20–25 min

FADEC A:n rekisteröimiä tapahtumia aikajärjestyksessä. Ajat ovat Suomen aika -1 tunti.

- 27.5.2007 10:39:23 – Info only: High RPM: up to 4608 rpm for 1,8 seconds
- 27.5.2007 10:39:27 – Info only: High RPM: up to 4701 rpm for 1,9 seconds
- 27.5.2007 10:40:06 – Info only: High RPM: up to 4903 rpm for 10,0 seconds
- 27.5.2007 10:40:12 – Info only: High RPM: up to 4903 rpm for 15,7 seconds
- 27.5.2007 10:40:54 – Info only: High RPM: up to 4921 rpm for 10,0 seconds
- 27.5.2007 10:40:58 – Info only: High RPM: up to 4921 rpm for 13,6 seconds
- 27.5.2007 10:41:48 – Info only: High RPM: up to 4898 rpm for 10,0 seconds
- 27.5.2007 10:42:43 – Info only: High RPM: up to 5011 rpm for 65,1 seconds
- 27.5.2007 10:44:29 – Valve Power switched off

FADEC:n tiedostosta näkyi myös edellisen lennon moottoriparametrit. Niistä näkyi, että moottorin pyörimisnopeus oli noussut neljä kertaa yli normaalin pyörimisnopeuden kun tehovipu oli siirretty 99,9 %:iin.

1.16.3 Aikaisemmin havaitut öljyvudot

Kerhon huoltopäällikkö oli havainnut noin 1,5 kuukautta ennen pakkolaskua, että vaihteiston etupinnalla oli toistuvasti moottoriöljyä. Vuotoa seurattiin ja havaittiin, että moot-

toriöljyä vuotaa vaihteiston etupinnalla olevan kaksoisöljypumpun ja turbon öljyletkun välisestä liitoksesta. Putken vaihdon jälkeen öljyä vuoti edelleen. Noin kaksi viikkoa myöhemmin havaittiin, että vuoto tapahtuikin kaksoispumppujen välisestä tilasta, jossa on vuodonilmaisureikä. Vuotava moottoriöljy valui vaihteiston etupintaa pitkin vaihteiston alareunaan, josta se tippui moottorin alasuojuksen sisäpinnalle suojuksen etuosaan. Siitä öljy siirtyi ilmavirran mukana nokkalaskutelineelle ja lentokoneen rungon alapinnalle pyrstöön saakka.

Öljyvuodon suuruutta oli vaikea määrittää. Moottoriin oli lisätty öljyä vuonna 2006 yhteensä 2 l. Lisäksi matkapäiväkirjamerkintöjen mukaan moottoriöljyn lisäystarve, joka oli 1 l, havaittiin 81 lentotunnin kuluttua viimeisestä huollosta, noin 1,5 kuukautta ennen pakkolaskua. Toisen litran lisäystarve oli 7 h kuluttua edellä mainitusta lisäyksestä, vajaa kuukausi ennen pakkolaskua. Varastokirjanpidon perusteella öljyä oli lisäksi lisätty 1 litra. Lisäyksestä ei kuitenkaan ole tehty merkintää matkapäiväkirjaan. Moottorin suurin sallittu öljynkulutus on 0,1 l/h.

Kerhon huoltopäällikkö oli pannut merkille, että öljyn vuotojälkiä moottorisuojuksen sisäpinnalla oli kahdessa eri kohdassa. Öljyvuodot olivat olleet väriltään erilaiset. Etumainen vuotojälki oli vaaleampi ja sen takapuolella ollut vuotojälki oli tummempi.

Öljyä vuotanut kaksoispumppu oli tarkoitus vaihtaa seuraavassa huollossa toukokuun aikana.



Kuva 7. Kaksoispumpusta vuotanut moottoriöljy valui vaihteiston etupintaa pitkin vaihteiston alareunaan, josta se tippui moottorin alasuojuksen sisäpinnalle

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

Lentokoneen omisti Polyteknikkojen Ilmailukerho ry. Kerholla oli käytössään kolme moottorilentokonetta ja viisi purjelentokonetta. Vain ne kerhon jäsenet, joilla oli kerhon edellyttämä koulutus Diamond -koneeseen, saivat lentää sillä.

1.18 Muut tiedot

1.18.1 Diamond DA40D kytkimen aikaisemmat rikkoutumiset

Tutkintalautakunnan tiedossa on kaksi aikaisempaa kytkinrikkoo. Yksi tapauksista sattui Ruotsissa 15.2.2005. Kytkinvaurion seurauksena ohjaaja teki pakkolaskun maalle, jossa kaikki laskutelineet rikkoutuivat, mutta henkilövahinkoja ei tullut.

Ruotsin onnettomuustutkintaviranomainen teki pakkolaskusta tutkinnan (Report RL 2006:08e) ja moottorin valmistajatehdas teki kytkimen rikkoutumisesta oman tutkinnan. Kytkimen luistamisen todennäköisiksi syiksi todettiin kytkimen asennuksen yhteydessä tapahtuneet virheet, joita olivat muun muassa kytkinasetelman kiinnityspulttien jääminen löysälle, Belleville-jousien virheellinen kokoonpano ja vanhan vauhtipyörän käyttäminen uuden kytkinasetelman kanssa.

Toinen tapaus sattui lentokoneen valmistajatehtaan vikatilaston mukaan 10.1.2005 Ranskassa rekisteröidylle Diamond DA40D lentokoneelle. Tilastotiedoista ei ilmene tapahtuman yksityiskohtia.

2 ANALYYSI

2.1 Moottorin öljyvuodot

Kerhon huoltopäällikkö oli ottanut valokuvia moottorin alasuojuksen sisäpinnalle syntyneistä vuotojäljistä. Ensimmäiset kuvat oli otettu 16.4. ja 17.4., eli noin 1,5 kuukautta ennen pakkolaskua. Kuvista näkyy, että kaksoispumppu oli vuotanut varsin runsaasti ja vuotojälkiä oli moottorin alasuojuksella sekä pumpun kohdalla että moottorin kytkinkopan huohotinaukon kohdalla. Kuvasta näkyy, että huohotinaukon kohdalla öljy on väriltään tummempaa kuin sen etupuolella oleva vuotojälki. Öljyä oli vuotanut myös nokkalaskutelineeseen ja mahdollisesti rungon alle. Tuolloin öljyvuodon jäljet oli puhdistettu.



Kuva 8. Vuotojälkiä moottorin alasuojuksessa: Vasemmalla 17.4.2007 ja oikealla 26.4.2007 otetut kuvat

Toisessa valokuvassa, joka oli otettu 26.4., näkyy vuotojälkiä myös kahdessa kohdassa. Eniten öljyä on huohotinaukon etupuolella, mutta vuotojälkiä on myös huohotinaukon kohdalla. Vuodot ovat väriltään edellistä vaaleampia eikä öljyä ole valunut nokkalaskutelineelle saakka. Myös tällöin öljyvuodon jäljet oli puhdistettu.

Myös pakkolaskun jälkeen otetussa kuvassa moottorin alasuojuksen sisäpinnalla näkyy öljyä. Suurin osa siitä on suhteellisen vaalean väristä, mutta huohotinaukon kohdalla öljy on tumman ruskeaa ja siinä oli todettavissa kytkinlevyn kitkamateriaalin jäämiä. Öljyä oli myös nokkalaskutelineessä ja rungon alapinnalla. Osa öljystä oli saattanut huuhtoutua pois moottorisuojuksen rikkoutuessa törmäyksessä veteen.

Vuotojälkiä esiintyi moottorisuojuksen sisäpinnalla useimmin kahdessa kohdassa. Etumainen jälki oli syntynyt potkurivaihteiston kaksoispumpun vuodosta, josta osa öljystä oli tippunut suoraan alas moottorisuojukselle ja osa oli valunut vaihteiston etuseinää pitkin ja tippunut edellä mainittua vuotokohtaa taemmas, kytkinkopan huohotinaukon kohdalta. Tähän samaan kohtaan oli tippunut myös kytkinkopan sisälle vuotanut öljy, joka oli ollut kytkimen kitkamateriaalin likaamaa ja siksi muuta öljyvuotoa tummempaa.



Kuva 9. Vuotojäljet pakkolaskun jälkeen

Ulkoinen öljyvuoto tippui alemman moottorisuojuksen sisäpinnalle juuri kytkinkopan huohotinaukon reunasta, eli samasta kohdasta, josta kytkinkopan sisäinen vuotoöljy oli tullut ulos. Lentotoiminnan aikaisissa tarkastuksissa huomio oli kohdistunut öljypumpusta tapahtuneeseen ulkoiseen vuotoon, minkä vuoksi sisäistä vuotoa ei ollut havaittu ennen pakkolaskua. Nämä vuodot yhdessä olivat olleet varsin merkittäviä, koska öljyä oli näkynyt rungon alla pyrstössä saakka ja se oli aiheuttanut öljyn lisästarvetta.

2.2 Huohotinjärjestelmän tarkastus

Diamond Aircraft Industries GmbH:n on julkaissut 21.2.2006 moottorin huohotinjärjestelmän tarkastusta koskevan huoltomääräyksen Mandatory Service Bulletin DAI MSB-D4-049. Huoltomääräyksen mukaan huohotinjärjestelmän tukkeutuminen aiheuttaa kampiakammipaineen nousun, josta seuraa moottorin öljyvuotoa, kampiakselin tiivisteiden rik-

koutumisen ja lisääntynyttä öljynkulutusta. Nämä oireet ovat samankaltaiset kuin nyt tutkittavassa tapauksessa.

Lentokoneen huoltaja oli tehnyt huoltomääräyksen edellyttämän tarkastuksen 1.8.2006. Tuolloin huohotinputki todettiin oikein asennetuksi eikä sen letkuissa todettu tukoksia.

Huohotinputkisto tarkastettiin myös pakkolaskun jälkeen, eikä siinä todettu tukkeutumaa. Öljynerottimesta ulkoilmaan johtavan putken liittimen sisähalkaisija on 5,5 mm (24 mm²). Liittimestä putki jatkuu kumiletkuna tuliseinäen, jossa se on sijoitettu alumiiniputken sisälle. Alumiiniputkessa sen rinnalle tulee jäähdytysjärjestelmän paisuntasäiliön ylivuoto-putki. Vaikka alumiiniputken alapää on taivutettu rungon suuntaiseksi, siihen lennolla syntyvä ejektorivaikutus ei lisää huohottimen tehoa, koska alumiiniputken yläpää on avoin.

Cessna 172 lentokoneessa, jossa on samanlainen TAE 125 -moottori kuin Diamond DA40D lentokoneessa, öljynerottimesta ulkoilmaan johtavan putken sisähalkaisija on 12 mm (113 mm²), joten putken aukon pinta-ala on lähes viisi kertaa Diamond DA40D huohotinputkea suurempi. Autokäytössä huohotinputken koko on yleensä noin 12 mm luokkaa ja putki on yhdistetty imusarjaan, jonka alipaine tehostaa huohottimen tehoa.

Lentokonevalmistaja Diamond Aircraft on julkaissut nyt tutkittavan onnettomuuden jälkeen 5.6.2007 huoltomääräyksen Mandatory Service Bulletin Diamond MSB-D4-057. Huoltomääräys määrää vaihtamaan seuraavan moottorinvaihdon yhteydessä huohotinilman öljynerottimen sekä huohotinputken. Huoltomääräyksessä olevan kuvan perusteella öljynerottimesta lähtevän putken halkaisija on aikaisempaa suurempi.

Tutkintalautakunta ei sulje pois sitä mahdollisuutta, että moottorin kampikammioon on syntynyt painetta enemmän kuin mahdollisesti alimitoitettu huohotinputkisto on pystynyt poistamaan. Tutkintalautakunnan mielestä edellä mainitun Mandatory Service Bulletinin määräämä muutostyö tulisi toteuttaa jo aikaisemmin kuin seuraavan moottorinvaihdon yhteydessä.

2.3 Moottoriöljyn pääsy kytkimeen

Kytkimen luistamisen aiheutti kytkimen kitkapintojen väliin päässyt moottoriöljy. Öljyn mahdollisia vuotokohteita kytkinkoppaan on kolme: kampiakselin kaulan huulitiiviste, kaksoispumppu ja öljypojan tiiviste. Öljypohjan tiivisteestä ei voitu koestaa, mutta liitos oli virheettömän näköinen eikä siinä mahdollisesti esiintyvä vuoto pääse kytkimeen, vaan vuotaa huohotinaukosta ulos.

Kaksoispumpun öljyvuoto oli vaihteiston ulkopuolella. Tutkintalautakunnalla ei ole näyttöä siitä, voiko ulkopuolinen öljy kulkeutua kytkinkopan huohotinaukosta kytkimeen. Todennäköisimmin vauhtipyörä-kytkinasetelma saa aikaan keskipakoispumppuefektin ja ilman virtaus on huohotinaukosta ulospäin.

Kampiakselin kaulan tiivistevuodon seurauksena moottoriöljyä pääsee vauhtipyörän takapinnalle, josta se linkoutuu öljysumuna kytkinkoppaan ja liikaa kytkimen. Nyt tutkittavassa tapauksessa kytkinkoppa ja vauhtipyörän takapinta olivat öljyiset.

Moottorin valmistajatehdas havaitsi mikroskooppisessa tutkimuksessa kampiakselin huulitiivisteen tiivistepinnassa vaurioita, jotka ovat voineet aiheuttaa vuotoa. Tehtaan lausunnon mukaan vastaavanlaisia tiivistemurtumia ei ole aikaisemmin havaittu, mutta olettaa vaurioitumisen johtuneen kampikammion liian korkeasta paineesta.

2.4 Kytkimen luiston tunnistaminen lennolla

Kytkimen pitokyky ylittyi ensimmäisen kerran koneen aloittaessa nousun selvityskorkeuteen. Kytkimen luistaessa moottorin kierrosrajoitin (FADEC) vähensi polttoaineen ruiskutusta kuuden sekunnin ajan. Mikäli ohjaaja olisi tuolloin tullut tietoiseksi, että häiriö aiheutui kytkimen luistamisesta, hän olisi todennäköisesti voinut jatkaa lentoa pienemmällä tehoasetuksella (katso kuva 5).

Kun kytkimen pitokyky petti lopullisesti, ei potkurin pyörimisnopeus ollut sen jälkeen oikeassa suhteessa moottorin pyörimisnopeuteen. Moottorille meni polttoainetta vain 20–25 % normaalista täyden tehon ruiskutusmäärästä (kuva 6).

Moottorin käyntitietotallenteiden perusteella onnettomuuslentoa edeltäneellä lennolla moottorin kierrokset olivat neljä kertaa nousseet sekunniksi yli 4000 r/min, mikä oli todennäköisesti aiheutunut kytkimen luistamisesta. Moottorissa oli esiintynyt samantapaisia lyhyitä tehonpudotuksia aikaisemminkin, muun muassa 7.5.2007, jonka jälkeen potkurin säätösolenoidi (governor) oli uusittu.

Tutkintalautakunta pitää mahdollisena, että nämä aikaisemmat selittämättömät häiriöt, jotka ovat ilmenneet lennolla siirryttäessä matkalentoteholta täydelle teholla, ovat aiheutuneet kytkimen lyhytaikaisista luistamisista. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan maakoekäytössä kytkimeen ei kohdistu niin suurta vääntömomenttia kuin lennolla siirryttäessä vaakalennosta nousuun täydellä teholla.

Edellä mainitut aikaisemmat häiriöt ovat jääneet vaille luotettavaa selitystä. Myöskään tämän lennon ohjaaja ei pystynyt selvittämään missä voimalaitteen osa-alueella häiriö oli. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan vian paikantamista vaikeuttaa ratkaisevasti se, että moottorin pyörimisnopeutta ei näytetä lainkaan, vaan siitä on vaihteiston välitysuhteen perusteella laskettu potkurin pyörimisnopeus, joka näytetään. Näin ollen todellista potkurin pyörimisnopeutta ei mitata eikä näytetä lainkaan. Lentokoneessa ei myöskään ole mitään indikaattoria, joka osoittaisi kytkimen mahdollisen luiston. Esimerkiksi varoitusvalolla toteutettu luistoilmaisoin auttaisi ohjaajaa tekemään oikeita johtopäätöksiä ja toimenpiteitä luiston hillitsemiseksi ja mahdollisesti lennon jatkamisen pienemmällä teholla. Tällainen ilmaisin kertoisi kytkimen ajoittaisesta luistosta jo ennen kuin kytkin kuuluu käyttökelvottomaksi. Myös erilaisten moottorin toiminnassa tapahtuvien epämääräisten toimintahäiriöiden paikantamisessa kytkimen luistosta kertova indikaattori olisi hyödyllinen. Luistamisesta tulisi jäädä jälki myös FADEC:in vikamuistiin.

2.5 Pakkolasku

Lentokoneen kosketettua meren pintaan, se kulki pintaa pitkin varsin pitkän matkaa, kunnes sen etuosa sukelsi veden alle niin syväälle, että vesiraja oli tuulilasin yläreunassa, mutta matkustamon siviikkunat eivät menneet veden alle. Sukelluksen aikana lentokoneen pyrstö oli ollut lähes kohtisuoraan ylöspäin. Lentokoneen pysähtyttyä se nousi pintaan vaakatasoon ja se kellui niin, että siiven tyvet olivat veden alla, mutta valtaosa siivistä oli pinnan yläpuolella. Lentokone pysähtyi noin 15 metrin etäisyydelle rannasta.

Ohjaaja teki laskun lähes myötätuuleen. Hän piti tuulen suuntaa tärkeämpänä sitä, että laskupaikka on lähellä rantaa. Lasku vastatuulen olisi johtanut avomerelle päin. Lisäksi laskeutuminen vilkasliikenteiseen salmeen varmisti, että tapaukselle oli silminnäkijöitä ja näin myös pelastajia. Tutkintalautakunnan mielestä pakkolaskusuunnan ja -paikan valinta oli perusteltua, sillä tuuli oli varsin heikko.

Ohjaaja ei käyttänyt pelastusliivejä lennolla, vaan ne olivat takaistuimella. Mikäli lentokone olisi kaatunut ylösalaisin tai uponnut nopeasti, liivien pukemiseen ei olisi ollut mahdollisuutta. Ylitettäessä laajoja vesialueita pelastusliivit tulisi aina olla puettuna päälle.

Ohjaaja unohti käyttää laskusiivekkeitä laskussa. Mikäli laskusiivekkeitä olisi käytetty, sakkausnopeus olisi ollut vähän pienempi (noin 3 solmua).

Pakkolasku veteen tulisi tehdä mahdollisimman pienellä kosketusnopeudella. Tämä edellyttää, että laskeudutaan vastatuuleen ja laskusiivekkeitä käytetään mahdollisimman tehokkaasti. Veteen laskeutumisessa on vaarana lentokoneen kaatuminen ylösalaisin. Tämä riski lisääntyy kosketusnopeuden kasvaessa. Mahdollisimman pienen lentonopeuden lisäksi lentokoneen siipien tulee olla tarkasti horisontin suuntaisesti, sillä muussa tapauksessa tapahtuu käärynpöörämäinen liike, jossa lentokone voi rikkoutua ja upota nopeasti. Poistuminen ylösalaisin olevasta lentokoneesta on yleensä hankalaa ja erityisen vaikeaa se on kyseisestä lentokonetyypistä, jossa kuomut avautuvat ylöspäin.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Ohjaajan lupakirja ja lääketieteellinen kelpoisuustodistus olivat voimassa
2. Lentokoneen lentokelpoisuustodistus ja rekisteröintitodistus olivat voimassa.
3. Kampiakselin vauhtipyörän puoleisessa huulitiivisteessä oli öljyvuoto, josta moottoriöljyä pääsi kytkinkoppaan ja moottorin potkurivaihteeseen yhdistävään kytkimeen.
4. Kytkin alkoi luistaa ja kytkinlevy tuhoutui.
5. Moottorin ylikierrostilanteen ilmetyä ohjaaja ei pystynyt määrittämään häiriön syytä.
6. Lentokoneessa ei ollut kytkimen luistosta ilmoittavaa järjestelmää.
7. Potkurivaihteiston etupinnalla olevassa kaksoisöljypumpussa oli öljyvuoto, josta öljyä valui vaihteiston etupintaa pitkin kytkinkopan huohotinaukon reunaan ja siitä edelleen moottorin alasuojukselle, sekä rungon alapinnalle. Öljyvuotoa oli ilmennyt noin 1,5 kuukauden ajan. Vuotoa oli seurattu, mutta ei korjattu.
8. Edellä mainitun ulkoisen öljyvuodon vuotojälki peitti alleen kampiakselin huulitiivisteeseen vuodon, josta öljyä pääsi kytkimeen.
9. Moottorin kampikammion huohotinjärjestelmän ulostuloputki on mahdollisesti liian ohut, jonka seurauksena kampikammioon on voinut muodostua ylipainetta.
10. Kytkimen käyntiaika oli 284 tuntia. Sen peruskorjausjakso on 300 tuntia.
11. Ohjaaja joutui tekemään laskun mereen.
12. Ohjaaja unohti käyttää laskusiivekkeitä laskussa.
13. Laskeutumisen yhteydessä ei tullut henkilövahinkoja.

3.2 Pakkolaskun syy

Pakkolaskun syynä oli kytkimen luistaminen. Kytkimen luistamisen aiheutti öljy, joka oli peräisin kampiakselin kaulan huulitiivisteeseen vuodosta. Tiivisteessä todettiin vaurioita. Moottorinvalmistaja olettaa vaurioiden syntyneen korkeasta kampikammion paineesta.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

1. Moottorin pyörimisnopeus potkurille alennetaan alennusvaihteella, jonka välityssuhde on 1,69:1. Vain moottorin (kampiakselin) pyörimisnopeus mitataan mutta se esitetään potkurin pyörimisnopeutena. Koska potkurin pyörimisnopeutta ei erikseen mitata, kytkimen mahdollinen luistaminen ei näy moottorin valvontajärjestelmästä.

Tutkintalautakunta suosittaa, että moottorin valmistaja tekisi valvontajärjestelmän, joka ilmaisee ohjaajalle kampiakselin ja potkurin välisen pyörimissuhteen muutoksen, eli kytkimen luiston. Indikaatio kytkimen luistamisesta tulisi taltioitua myös FADEC:n vikamuistiin.

2. Kampiakselin huulitiiviste on todennäköisesti vuotanut useita viikkoja ennen pakkolaskua, mutta vuotojälki peittyi ulkoisen, vähemmän vakavan öljyvuodon jälkien alle.

Tutkintalautakunta suosittaa, että moottorinvalmistaja muuttaisi kytkimen huohotinaukon rakennetta tai muotoa siten, että kytkinkopan sisäinen vuoto voidaan selvästi todeta ja erottaa mahdollisista muista vuotojäljistä.

3. Moottorin kampikammion huohotinputken halkaisija on vain 5,5 mm. Tätä on pidettävä varsin pienenä, kun otetaan huomioon moottorin kuutiolavuus ja korkea pyörimisnopeus. Mäntien ohivuotojen lisääntyessä on mahdollista, että käytössä olevalla putki-koolla kampikammioon muodostuu ylipainetta ja öljyvuojoja. Lentokonevalmistaja Diamond Aircraft Industries GmbH on julkaissut 5.6.2007 huoltomääräyksen Mandatory Service Bulletin Diamond MSB-D4-057. Huoltomääräys määrää vaihtamaan seuraavan moottorinvaihdon yhteydessä huohotinilman öljynerottimen sekä huohotinputken. Huoltomääräyksessä olevan kuvan perusteella öljynerottimesta lähtevän putken halkaisija on suurempi.

Tutkintalautakunta suosittaa, että lentokoneenvalmistaja nopeuttaisi huoltomääräyksen edellyttämän muutostyön suoritusaikataulua.

Helsingissä 18.6.2008

Esko Lähteenmäki

Asko Nokelainen

Saksan tutkintaviranomainen (BFU – Bundestelle für Flugunfalluntersuchung) välitti tutkintalautakunnalle moottorinvalmistajatehtaan (Thielert Aircraft Engines GmbH) yksitoista kommenttia tutkintaselostuksen luonnoksesta.

Tutkintalautakunta otti lopullisessa tutkintaselostuksessaan huomioon annetut kommentit, lukuun ottamatta turvallisuussuosituksesta 4.1 annettua kommenttia. Tutkintalautakunnan mielestä alkuperäinen suositus on kommentista huolimatta aiheellinen.

Please find attached the comments from TAE to your draft report.

BFU concurs with the comments, except the TAE-comments to:

Chapter 1.16.1 Gearbox,
Chapter 3.2 Probable cause,
Chapter 4, Recommendations, 4.2

BFU does not have the information available neither to concur, nor to disagree to these comments from TAE.

However, these comments are transmitted to you for further consideration.

Best regards
BFU - Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
(German Federal Bureau of Aircraft Accidents Investigation)
Investigation Division

Hermann-Blenk-Str. 16
D-38108 Braunschweig
Germany

www.bfu-web.de



Thielert Aircraft Engines GmbH
Platanenstraße 14
09350 Lichtenstein/Germany
Tel. +49 (0) 37204 / 696-0
Fax +49 (0) 37204 / 696-50
www.thielert.com
www.centurion-engines.com
info@thielert.com

THIELERT AIRCRAFT ENGINES GMBH - 09350 LICHTENSTEIN

Onnettomuustutkintakeskus
c/o Hannu Melaranta
Sörnäisten rantatie 33C
FIN-00580 HELSINKI
FINLAND

Lichtenstein, 2008-05-13

Draft final report 3/2007L, Emergency water landing off Helsinki on 27 May 2007

Dear Sir,

Thank you very much for getting the ability to comment the final draft report.
We would like to share with you the following comments:

Chapter 1.5, page 3:

We think that there is mistake in the flying experience of the last 30 days. Within the last 30 days the pilot had 4 landings on a DA40, but only 2 landing in total. The number of landings in total must be at least equal to the number of landings on DA40.

Chapter 1.6, page 3:

The correct engine designation is TAE 125-01.

Chapter 1.6, page 4:

Please remove the supplier name Mercedes Benz. As the TC-holder, TAE has the responsibility for entire engine type design. This type design includes industrial parts; including parts from the automotive industry, as well as TAE-designed parts are used.

Due to the high moment of inertia of the propeller the momentary slippage of the clutch prevents the gearbox and the crankshaft from overload; especially during the engine starting, engine stoppage and during sudden or immediate engine power changes by the pilot.

Chapter 1.16.1 Gearbox, page 8:

Single plate dry clutch systems are not limited to automotive use, but also tooling machines or even locomotives. The clutch of the Centurion 1.7 was designed especially to the needs of an aircraft engine. Therefore we recommend to remove the comparison with the automotive application.

Chapter 1.16.1 Gearbox, page 10:

Another interesting point of observation of the fractures was that they were located 180° in opposite to each other. This let us assume that one half of the sealing lip flipped over due to high internal crankcase pressure and created these fractures.

• Seite 2, 2008-05-26



Chapter 2.2 Crankcase breather system inspection, page 19:
AED is an Auxilliary Engine Display, not an engine

In automotive application the main reason for connection of the breather line to the intake manifold are environmental reasons.

In all piston engines blow-by gas passes from the combustion chamber through the piston rings into the crankcases independent of the compression ratio. Of course the amount of blow-by gas is different.

Chapter 2.4 Recognizing clutch slippage during the flight, page 20:

The highest torque values are on ground during engine starting and engine stoppage. Torque changes in flight are much less severe, due to the fact that the propeller is already in turning.

The engine - RPM signal is measured digital with a 60-2 signal per revolution. The annunciated propeller speed is calculated by dividing with the ratio of the gearbox.

Chapter 3.2 Probable cause, page 23:

From our knowledge there was no disintegration of the clutch. Due to the slippage of the clutch the friction pads were heavily worn or burnt, but the clutch was to our knowledge not disintegrated. Could you please check that for us?

Chapter 4, Recommendations, page 25:

4.1 From TAE's point of view a measuring of both rpm, the true engine rpm and the true propeller rpm, do not increase the level of safety. The clutch is designed as overtorque limiter which limits the overtorque by slipping. Slipping of the clutch is therefore part of the normal operation during engine start, engine shut-off and immediate changes of engine power. Therefore n annunciation could neither be a caution nor a warning.

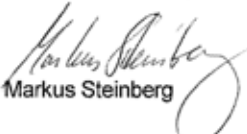
However, a "permanent (longer than 3 seconds)"slipping of the clutch results always in overspeed which is indicated if overspeed exceeds more than 10 seconds 2300 but not 2400 or reaches 2500rpm independent of the time as a warning.

The only reactions/emergency procedures the pilot initiate in such cases, are described under chapter 3 of the POH. An additional light which annunciate the same information during overspeed events does not increase the safety, more or less it might confuse the pilot during troubleshooting.

4.2 From our knowledge there was a leakage on the dual stage pump detected during maintenance. The normal breather orifice of the gearbox showed to our knowledge no signs of leakage.

4.3 The breather system is under responsibility of the airframer. The design was improved in-between. Please see: Diamond MSB-D4-057

With kind regards
Thielert Aircraft Engines GmbH


Markus Steinberg