



Tutkintaselostus

C 7/2001 L

Porrastuksen alitus Helsinki-Vantaan länsipuolella 15.11.2001

OH-KRB ATR72

OH-SAK AVRO RJ85

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.



SISÄLLYSLUETTELO

KÄYTETYT LYHENTEET	iii
ALKULAUSE	v
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET	1
1.1 Tapahtumien kulku.....	1
1.2 Perustiedot	2
1.2.1 Ilma-alukset.....	2
1.2.2 Lentojen tyypit	2
1.2.3 Henkilömäärä	2
1.2.4 Henkilövahingot.....	2
1.2.5 Ilma-aluksen vauriot.....	2
1.2.6 Muut vahingot.....	2
1.2.7 Henkilöstö.....	2
1.2.8 Sää	4
1.2.9 Massa ja massakeskiö.....	5
1.2.10 Lennonjohtotoiminta.....	5
1.2.11 TCAS	7
1.2.12 TCAS:n käytön ohjeistus.....	9
1.3 Tutkimukset.....	9
2 ANALYYSI.....	11
2.1 Yleistä.....	11
2.2 Lennonjohtotoiminta.....	11
2.2.1 Liikennetilanne	11
2.2.2 Liikenteen johtaminen	12
2.2.3 Porrastuksen menetys	13
2.3 Ilma-alusten ohjaajien toiminta	14
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	17
3.1 Toteamukset	17
3.2 Tapahtuman syy.....	18
4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET	19

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

Ei liitteitä



KÄYTETYT LYHENTEET

APP	Lähestymislennonjohtaja (myös tutka)
ARR	Tulotutkalennonjohtaja
COR	Lähestymislennonjohdon koordinaattori
CTOT	Ennalta laskettu lähtöaika
DEP	Lähtötutkalennonjohtaja
FL	Flight level (Lentopinta)
FMS	Flight management system (Ilma-aluksen lennonhallintajärjestelmä)
GEMS	Global environment management system (Ympäristön hallintajärjestelmä, melunvalvontatutka)
IAS	Indicated airspeed (Ilmanopeus)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö)
JAR	Joint Aviation Requirements (Yhteiseurooppalaiset ilmailumääräykset)
NM	Merimaili
PF	Pilot flying (Ilma-alusta ohjaava lentäjä)
PHI	Poikkeama- ja havaintoilmoitus
QNH	Ilmanpaine keskimääräisen merenpinnan tasolla
RA	Resolution advisory (Väistöohje)
TA	Traffic advisory (Liikenneilmoitus)
TCAS	Traffic collision avoidance system (Yhteentörmäysvaroitin)
VOR	VHF-monisuuntamajakka



ALKULAUSE

Torstaina 15.11.2001 klo 21.34 (tutkintaselostuksessa on käytetty Suomen aikaa) tapahtui Helsinki-Vantaan lentokentän länsipuolella lennonjohtoporrastuksen alitus, kun Oy Air Botnia Ab:n käyttämä, reittitunnuksella KFB641 lentänyt Avro RJ85 -tyyppinen liikennelentokone OH-SAK ja Finnair Oyj:n käyttämä, reittitunnuksella FIN8902 lentänyt ATR72 -tyyppinen liikennelentokone OH-KRB ohittivat toisensa noin 1,8 merimailin (NM) etäisyydellä. Koneet olivat ohitushetkellä samalla korkeudella.

Onnettomuustutkintakeskus sai tiedon tapahtumasta tutkalennonjohtajan tekemästä vaaratilanneilmoituksesta 19.11.2001.

Onnettomuustutkintakeskus päätti 22.11.2001 suorittaa vaaratilanteen johdosta virkamiestutkinnan ja nimitti päätöksellään n:o C 7/2001 L tutkijoiksi suostumuksensa mukaisesti liikennelentäjä Jussi Hailan ja lennonjohtaja Erkki Kantolan. Tutkinta perustui onnettomuuksien tutkinnasta annettuun lakiin (373/1985) ja asetukseen (79/1996), ICAO Annex 13:een ja Euroopan Unionin Neuvoston direktiiviin 1994/56/EY.

Tutkijat kuuluivat vaaratilanteen johdosta FIN8902:n perämiestä 21.11.2001, molempien ilmalusten päällikköjä 22.11.2001, KFB641:n perämiestä 23.11.2001 ja tutkalennonjohtajaa 26.11.2001.

Tutkijat saivat käyttöönsä tapahtumaan liittyneet Helsinki-Vantaan lentoaseman Win Radar- ja melunvalvontatutkatallenteet 20.11.2001.

Tutkintakertomuksen lopullinen luonnos on lähetetty onnettomuuksien tutkinnasta annetun asetuksen (79/1996) mukaiselle lausunnonlehtimelle Ilmailulaitoksen Lentoturvallisuushallinnolle 25.2.2002. Lausunto turvallisuussuosituksista on pyydetty myös lentoyhtiöiltä Oy Air Botnia Ab ja Finnair Oyj. Saadut lausunnot on huomioitu lopullisessa tutkintaselostuksessa.

Tutkinta saatiin päätökseen 12.4.2002.



1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Tapahtumien kulku

Tampereelta Helsinki-Vantaalle matkalla ollut kutsumerkkiä FIN8902 käyttänyt ATR72 otti radiolla yhteyden Helsingin lähestymislennonjohdon APP-lennonjohtajaan klo 21.29.50. APP antoi ilma-alukselle ohjaussuunnan 120° ja selvitti sen laskeutumaan lentopinnalle 80. Perämies ohjasi konetta ja päällikkö toimi monitoroivana ohjaajana ja hoiti radiopuhelinliikenteen.

Helsinki-Vantaalta Kööpenhaminaan matkalla ollut kutsumerkkiä KFB641 käyttänyt Avro RJ85 lähti klo 21.30.20 kiitotieltä 33 seuraten vakiolähtöreittiä ELMUT3M. Päällikkö ohjasi konetta ja perämies toimi monitoroivana ohjaajana ja hoiti radiopuhelinliikenteen. Ilma-alus otti lähtöreittiin sisältyvän ohjeen mukaisesti lentoonlähdön jälkeen klo 21.30.20 radiolla yhteyden Helsingin lähestymislennonjohdon DEP-lennonjohtajaan (lähtötutkalennonjohtaja) ilmoittaen samalla olevansa nousussa 1700 jalan korkeudessa. DEP antoi KFB641:lle selvityksen nousta lentopinnalle 70. Lennonjohdon APP ja DEP työpisteet oli yhdistetty ja niitä hoiti sama lennonjohtaja. Vuoronesimiesten lausuntojen mukaan iltavuorosta puuttui yksi lennonjohtaja.

Helsinki-Vantaalla oli tapahtumahetkellä kova luoteistuuli. Tämän vuoksi käytössä oli kiitotie 33 sekä nousuihin että laskeutumisiin. Klo 21.20 tehdyn säähavainnon mukaan tuulen suunta oli 320° ja nopeus 30 solmua, puuskissa 47 solmua. Klo 20.00 tuulikartan mukaan lentopintojen 50 ja 100:n tuuli oli luoteesta 50-60 solmua. KFB641:n päällikkö ilmoitti lausunnossaan tuulen olleen hänen koneensa FMS:n (Flight Management System) mukaan FL50:n yläpuolella pohjoisen ja luoteen väliltä 100 solmua. Helsinki-Vantaan tutkataltioinnin mukaan FIN8902:lla oli myötätuulta noin 60 solmua.

KFB641 lähti kovaan vastatuuleen ja nousi aluksi kuljettuun matkaan nähden nopeasti. Lennonjohtaja selvitti klo 21.31.45 sen nousemaan lentopinnalle 230 ja FIN8902:n klo 21.32.00 laskeutumaan 5000 jalkaan QNH:lla 989. Lennonjohtaja totesi, että KFB641 ei ehdi nousta FIN8902:n edestä riittävän nopeasti, jotta ilma-alusten välinen porrastus säilyisi. Hän antoi klo 21.33.00 FIN8902:lle uuden ohjaussuunnan 080° ja KFB641:lle ohjaussuunnan 220°. Lennonjohtaja totesi, että annetut ohjaussuunnat eivät riitä säilyttämään vaadittavaa kolmen merimailin sivuttaisporrastusta ja käski klo 21.33.30 FIN8902:n kaartaa lisää vasemmalle suuntaan 040°. Tämäkään suuntakorjaus ei ollut riittävä, vaan ilma-alukset ohittivat toisensa klo 21.33.48 Helsinki-Vantaan Win Radar taltioinnin mukaan 1,8 NM:n etäisyydeltä samalla korkeudella.

Molempien ilma-alusten ohjaajat saivat toisesta koneesta TCAS-varoitukset, ensin liikenneilmoituksen (TA, traffic advisory) ja sen jälkeen toimintakäskyn (RA, resolution advisory). Kummankaan ilma-aluksen ohjaajat eivät noudattaneet RA:ta, koska he lausuntojensa mukaan näkivät toisen ilma-aluksen. KFB641:n päällikkö ilmoitti nähneensä vastantulevan ilma-aluksen *"koko ajan"*. FIN8902:n päällikkö ilmoitti lentäneensä pilvi-kerrosten välissä, kun *"vastaantuleva ilma-alus tuli näkyviin alempana olleesta pilvestä"*.

Ohjaajat eivät ilmoittaneet lennonjohtajalle saamistaan TCAS-varoituksista, minkä lennonjohtaja myös täyttämässään vaaratilanneilmoituksessa totesi.

Lennonjohtaja teki tapahtumasta PHI-ilmoituksen (poikkeama ja havaintoilmoitus) ja ilmailumääräyksen GEN M1-4 mukaisen vaaratilanneilmoituksen.

FIN8902:n päällikkö teki GEN M1-4:n mukaisen vaaratilanneilmoituksen.

1.2 Perustiedot

1.2.1 Ilma-alukset

FIN8902 oli 68-matkustajapaikkainen kaksimoottorinen ATR72 -tyyppinen liikennelentokone. KFB641 oli 85-matkustajapaikkainen nelimoottorinen Avro RJ85 -tyyppinen liikennelentokone.

1.2.2 Lentojen tyypit

FIN8902 oli siirtolennolla Tampereelta Helsinki-Vantaalle. KFB641 oli aikataulun mukaisella reittilennolla Helsinki-Vantaalta Kööpenhaminaan.

1.2.3 Henkilömäärä

FIN8902:ssa oli neljä miehistön jäsentä. KFB641:ssä oli 23 matkustajaa ja neljä miehistön jäsentä.

1.2.4 Henkilövahingot

Henkilövahinkoja ei tullut.

1.2.5 Ilma-aluksen vauriot

Ilma-alukset eivät vaurioituneet.

1.2.6 Muut vahingot

Muita vahinkoja ei tullut.

1.2.7 Henkilöstö

FIN8902:n päällikkö:	Mies, 50 v.
Lupakirjat:	Liikennelentäjä, voimassa 29.4.2005 saakka. Helikopteriliikennelentäjä, voimassa 29.10.2005 saakka
Lääketieteellinen kelp.tod:	JAR luokka 1, voimassa 29.4.2002 saakka



Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

FIN8902:n päällikön kokonaislentokokemus oli noin 13000 tuntia, josta ATR42/72:lla noin 7000 tuntia.

FIN8902:n perämies: Mies, 24 v.

Lupakirjat: Ansiolentäjä, voimassa 15.8.2006 saakka

Lääketieteellinen kelp.tod: JAR luokka 1, voimassa 27.9.2002 saakka

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

FIN8902:n perämiehen kokonaislentokokemus oli noin 500 tuntia, josta ATR42/72:lla noin 200 tuntia.

KFB641:n päällikkö: Mies, 42 v.

Lupakirjat: Liikennelentäjä, voimassa 17.4.2006 saakka

Lääketieteellinen kelp.tod: JAR luokka 1, voimassa 28.2.2002 saakka

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

KFB641:n päällikön kokonaislentokokemus oli noin 9000 tuntia, josta Avro RJ85:llä noin 350 tuntia.

KFB641:n perämies: Mies, 27 v.

Lupakirjat: Ansiolentäjä, voimassa 21.5.2006, purjelentäjä, voimassa 3.8.2005 saakka

Lääketieteellinen kelp.tod: JAR luokka 1, voimassa 20.8.2002 saakka

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

KFB641:n perämiehen kokonaislentokokemus oli 2635 tuntia, josta Avro RJ85:llä 384 tuntia.

Tutkalennonjohtaja Mies, 54 v.

Lupakirjat: Lennonjohtaja

Lääketieteellinen kelp.tod: Lennonjohtajan lääket. kelp.tod. voimassa 24.11.2002 saakka, Lääketieteellinen kelp.tod. FIN1, voimassa 24.11.2001 saakka

Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

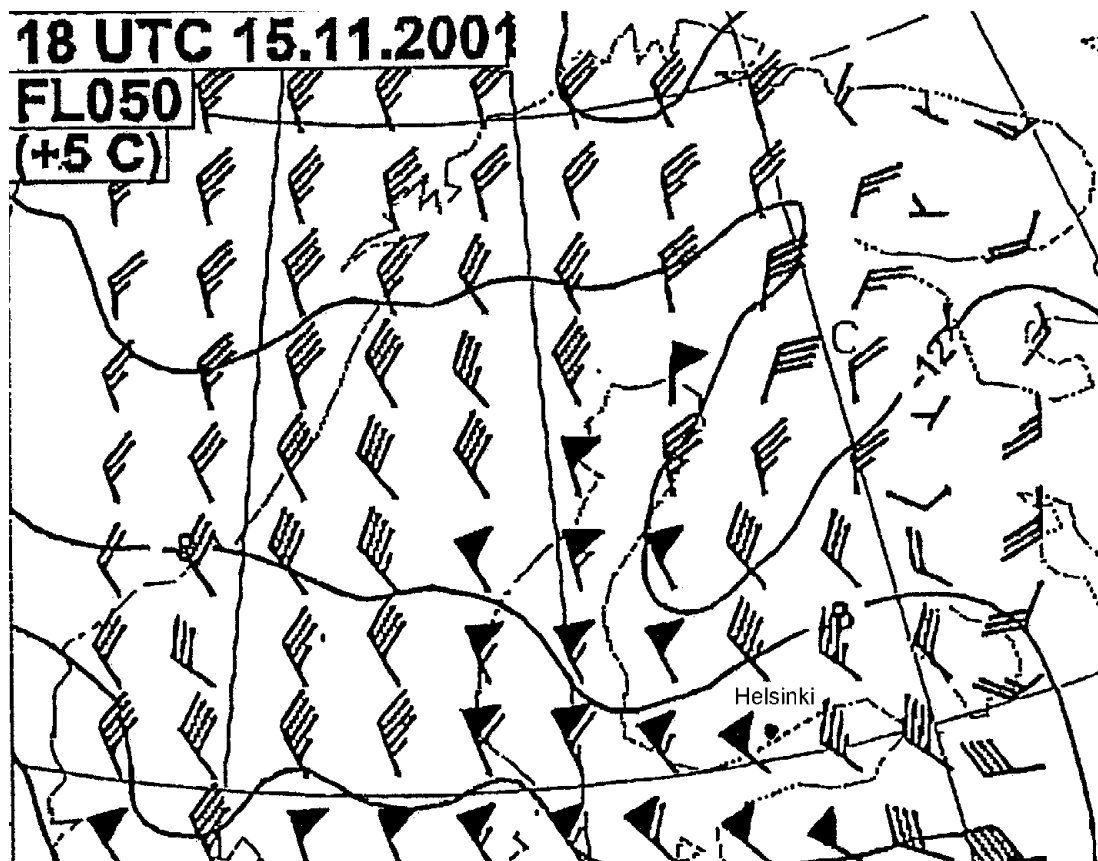
1.2.8 Sää

Etelä-Suomen yli liikkuneen voimakkaan matalapaineen keskus oli 15.11.2001 illalla Laatokan tienoilla. Matalapaineen keskus oli ala- ja yläkorkeuksilla samalla kohdalla. Länsi- ja Lounais-Suomessa vallitsi kova luoteenpuoleinen tuuli. Tuulikarttojen mukaan tuulen nopeus FL50 (kuva 1) ja FL100 (kuva 2) oli Helsinki-Vantaan lähestymisalueella (TMA) noin 50-60 solmua.

Helsinki-Vantaan lentokentän säähavainnot 15.11.2001:

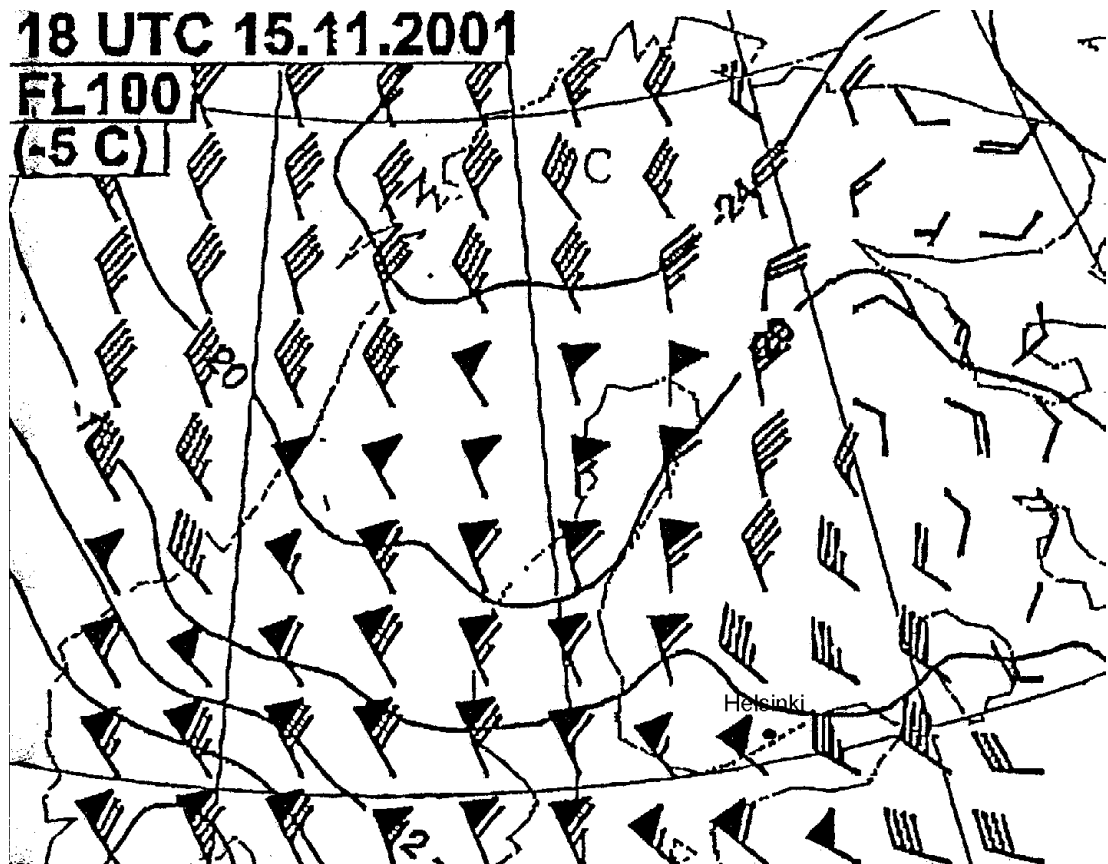
Klo 21.20: Tuuli 320°/ 30 solmua, puuskat 47 solmua, näkyvyys yli 10 km, räntäkuuroja, pilvet sct 3000 jalkaa, lämpötila 0°C, kastepiste -8°C, QNH 989 hPa.

Klo 21.50: Tuuli 320°/ 30 solmua, puuskat 41 solmua, tuulen suunta vaihtelee 290°-350°, näkyvyys yli 10 km, lumikuuroja, pilvet few 3500 jalkaa cb, bkn 4000 jalkaa, lämpötila 0°C, kastepiste -9°C, QNH 990 hPa, ei odotettavissa muutoksia.



Kuva 1. Tuuliennuste klo 20.00 FL 50





Kuva 2. Tuuliennuste klo 20.00 FL 100

1.2.9 Massa ja massakeskiö

Ilma-alusten massat ja massakeskiöt olivat sallitulla alueella. Ilma-aluksissa oli polttoainetta yhteensä noin 6500 kg.

1.2.10 Lennonjohtotoiminta

Lennonjohtaja oli vuorolistan mukaisessa iltavuorossa Helsinki-Vantaan lähestymislennonjohdossa toimien vuoron esimiehenä. Koska iltavuorosta puuttui yksi lennonjohtaja, hän oli hän esimiestehtävien lisäksi joutunut työskentelemään tutkatyöposteissä normaalia enemmän.

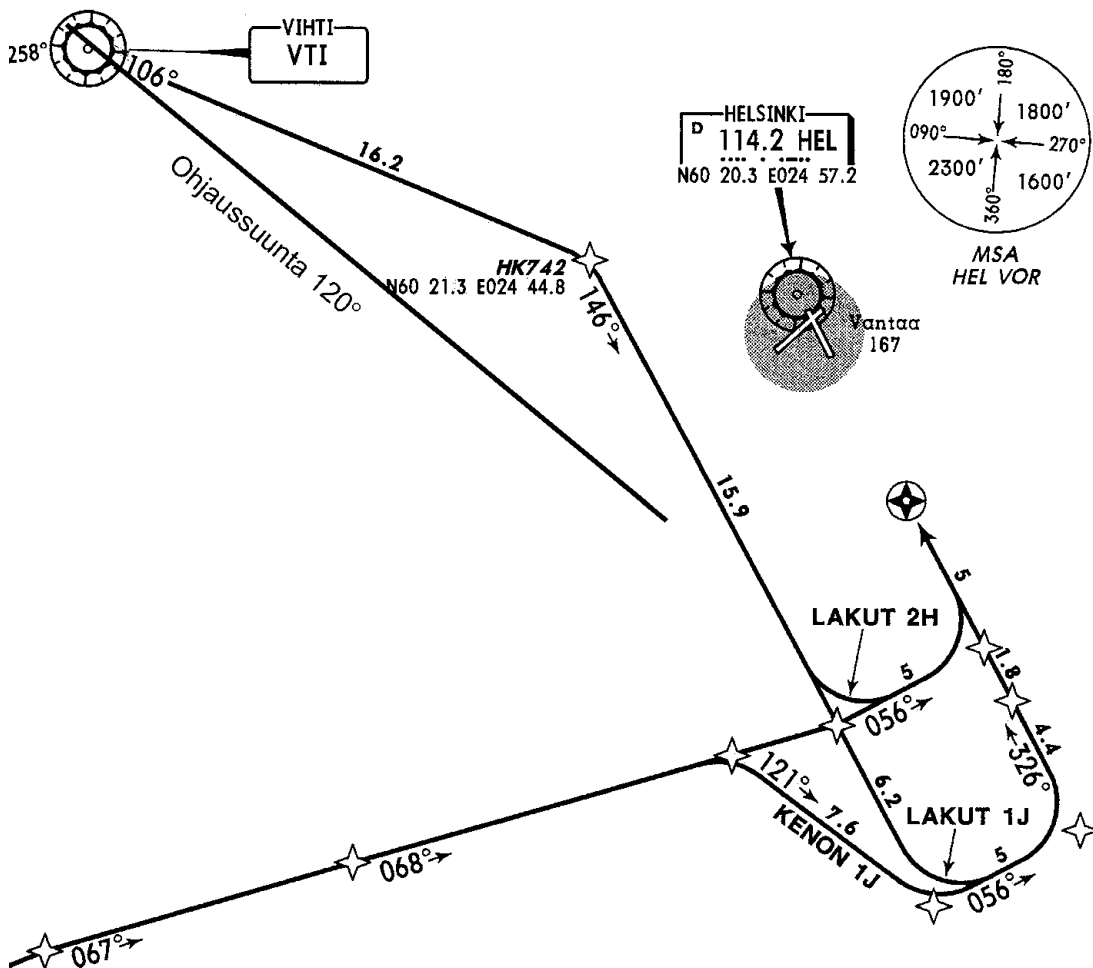
Liikenne ennen tapahtumaa oli ollut kohtalaisen vilkasta, koska lähtevä liikenne ei ollut päässyt aikataulun mukaisesti liikkeelle. Kova tuuli ja liukas asemataso vaikeuttivat ilma-alusten liikkumista. Tapahtumahetkellä liikennetilanne oli kuitenkin jo hiljentynyt.

Myöhästymiset aiheuttivat myös ilma-alusten rajoitusten takia etukäteen laskettujen lähtöaikojen (CTOT) ja lentosuunnitelmien muuttumista. Näiden tietojen normaali säilytysaika järjestelmässä on puoli tuntia, jonka jälkeen ne häviävät järjestelmästä. Tiedot jouduttiin syöttämään järjestelmään uudestaan, mikä lisäsi työkuormitusta Tampereen alueenlennonjohdon ja Helsingin lähestymislennonjohdon välillä.

Sääolosuhteet aiheuttivat myös joitakin katkoksia suunnistuslaitteiden toiminnassa. Tämä vaikeutti tai esti vakiotuloreittien käyttöä.

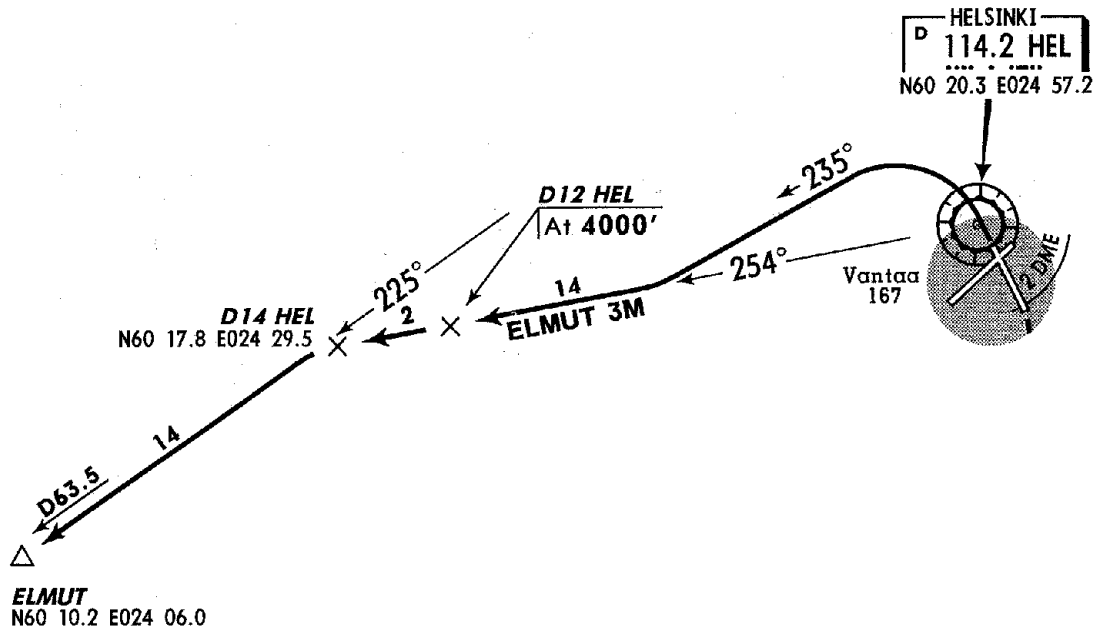
Tutkatyöpisteet oli miehitetty siten, että lähestymislennonjohtaja (APP/COR) hoiti myös lähtötutkan (DEP) tehtävät. Tulotutkatyöpiste (ARR) oli miehitetty ja hoiti saapuvan liikenteen johtamisen lähestymisiin.

VTI VOR-majakkaa (VHF-monisuuntamajakka, VHF omni directional radio range) luoteesta lähestyvä FIN8902 otti yhteyden Helsingin lähestymislennonjohtoon klo 21.30 ja sai ohjeen lentää suuntaa 120° sekä selvityksen laskeutua lentopinnalle 80. Etäisyydenmittauslaitteissa (DME, distance measuring equipment) VTI ja ANT sekä VOR-majakassa PVO, esiintyneiden katkosten takia ei aluenavigointiin (RNAV, area navigation) perustuvia vakiotuloreittejä voitu käyttää.



Kuva 3. FIN8902:n tuloreitti

KFB641 lähti kiitotieltä 33 klo 21.30 ja seurasi ELMUT3M vakiolähtöreittiä. Se sai selvityksen nousta lentopinnalle 70. Ilma-alusten lentoradat olivat leikkaavat. FIN8902 ei seurannut vakiotuloreittiä, vaan lensi tutkaohjaussuuntaa 120°, joten lentoratojen leikkauspiste siirtyi vakiolähtöreitteihin nähden jonkin verran kauemmaksi länteen.



Kuva 4. Vakiolähtöreitti EL MUT3M

Kovasta, lähes kiitotien suuntaisesta tuulesta johtuen KFB641:n maanopeus oli lentoonlähdön jälkeen melko pieni. Sen sijaan pystynopeus oli sellainen, että lennonjohtaja arveli koneen ehtivän nousta tulevan FIN8902:n yläpuolelle. Hän antoi KFB641:lle klo 21.31.45 selvityksen nousta lentopinnalle 230 ja heti perään 21.32.00 FIN8902:lle selvityksen laskeutua 5000 jalkaan ilmanpaineella QNH989. Kumpikin ilma-alus kuittasi saamansa selvityksen asianmukaisesti.

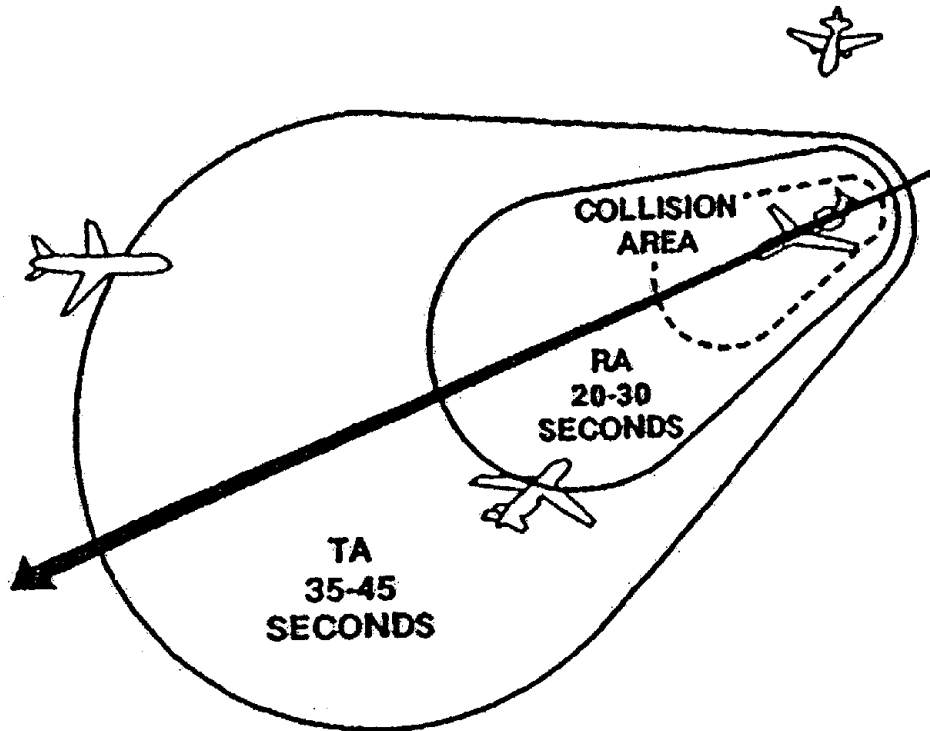
Noin minuuttia myöhemmin, klo 19.33.00, lennonjohtaja havaitsi, että ilma-alusten välinen sivuttaisporrastusminimi alittuu ennen kuin korkeusporrastus saavutetaan. Hän antoi FIN8902:lle uudeksi ohjaussuunnaksi 080° ja poikkeutti KFB641:n vakiolähtöreitistä ohjaussuuntaan 220°. Voimakkaasta tuulesta johtuen (noin 60 solmua) suuntakorjaukset eivät olleet riittäviä, ja lennonjohtaja antoi FIN 8902:lle vielä uuden neljänkymmenen asteen korjauksen ohjaussuuntaan 040°.

Lentäessään ohjaussuunnalla 120° FIN8902:lla oli voimakas myötätuuli ja suuri maanopeus. Sivuttaisporrastusminimi alittui ja ilma-alusten välinen etäisyys oli käytettävissä olevan tutkatallenteen mukaan lyhimmillään 1,8 NM. Ohitushetkellä lentokorkeudet olivat samat sadan jalan tarkkuudella, FIN 8902 lentopinta 95 laskeutumassa ja KFB641 lentopinta 94 nousussa. Lennonjohtaja ilmoitti klo 21.34.05 FIN8902:lle ilma-alusten ohittaneen toisensa ja antoi sille ohjaussuunnan 130° ja selvitti klo 21.34.10 KFB641:n suoraan EL MUT:lle. Kumpikaan ilma-alus ei ilmoittanut TCAS-varoituksesta eikä maininnut näkevänsä toista konetta.

1.2.11 TCAS

Molemmat ilma-alukset oli varustettu TCAS-laitteilla (traffic alert and collision avoidance system, yhteentörmäysvaroitin). TCAS on ilma-alukseen asennettu, ympäröivää ilmati-

laa valvova, maallitteista riippumaton järjestelmä, joka käyttää hyväkseen ilma-aluksen S-moodi transponderia tietojen vaihtoon muiden S-moodi transponderilla varustettujen ilma-alusten kanssa. TCAS tunnistaa ja antaa liikenneilmoituksen (TA, traffic advisory) myös A-moodi transponderilla varustetuista ilma-aluksista ja TA:n sekä toimintakäskyn (RA, resolution advisory) turvallisen korkeusporrastuksen säilyttämiseksi C-moodi transponderilla varustettuihin ilma-aluksiin nähden.



Kuva 5. Periaatekuva TCAS:n varoitalueista

TCAS laitteen keskus on laskin, joka määrittää vastaanottamansa tiedon perusteella ympäristössä lentävien ilma-alusten lentoratoja ja antaa ohjaajille toimintaohjeita, jos lentoradat johtavat ilma-alukset liian lähelle toisiaan. Järjestelmässä on vastaanotin/lähetin, joka lähettää kyselyjä muiden ilma-alusten transpondereille 70-100 NM:n etäisyydelle asti. Laskin yhdistää saadut vastaukset muuhun tietoon, kuten paine- ja radiokorkeusmittarien antamaan korkeustietoon. Jos määritettyjen lentoratojen perusteella on olemassa yhteentörmäysvaara, laskin valitsee parhaan väistöliikkeen ja antaa käskyjä pystynopeuden muuttamiseksi. Jos myöskin törmäyskurssilla oleva ilma-alus (intruder, "tunkeutuja") on varustettu TCAS:lla, järjestelmä koordinoi molempien ilma-alusten liikkeitä S-moodi transponderin avulla.

TCAS antaa toisesta ilma-aluksesta ensin TA:n noin 35-45 sekuntia ennen laskemaansa lentoratojen kohtaamista. Mikäli konfliktitilanne jatkuu, antaa TCAS noin 20-30 sekuntia ennen kohtaamista RA:n käskien ohjaajia tekemään korjauksia ilma-alustensa lentorataan vertikaalisuunnassa. TCAS tiedot esitetään ohjaajille navigointinäytöllä (ND, navigation display) ja pystynopeusmittarin näytöllä sekä äänivaroituksina, joista esimerkkejä ovat: "Traffic, monitor vertical speed, climb, descend, reduce climb, increase climb, re-



duce descend, increase descend. Näyttöalue riippuu ND:n näyttöalueen valinnasta. TCAS ei anna väistöohjeita sivusuunnassa. Ohjaajien tekemä omatoiminen kaartto väistötilanteessa voi johtaa sivuttaisporrastuksen menetykseen muuhun liikenteeseen.

Ensimmäisen polven TCAS-laitteistoissa oli teknisiä puutteita, mistä johtuen ne saattoivat antaa tarpeettomia varoituksia. Uudemmissa versioissa nämä ongelmat on onnistuttu eliminoimaan ja laitteet toimivat luotettavasti.

1.2.12 TCAS:n käytön ohjeistus

Kumpikin lentoyhtiö on antanut ohjeet TCAS:n käytöstä toimintakäsikirjoissaan (Operations Manual OM-A ja OM-B).

Lentoyhtiöiden normaalien toimintamenetelmien (Normal operations/ Normal procedures) mukaan TCAS:n RA:ta on noudatettava paitsi, jos ohjaava ohjaaja (PF, pilot flying) on varma, että pystynopeusmittarissa näkyvän RA:n ohjeen noudattaminen ei ole turvallisin tapa ratkaista konfliktitilanne. Käsikirjoissa on myös huomautettu, että ohjaajien näkemä ilma-alus ei välttämättä ole se, joka aiheuttaa TA:n tai RA:n.

Käsikirjassa on annettu ohje ilmoittaa RA:n noudattamisesta lennonjohdolle niin pian kuin tilanne sallii. Tässä tapauksessa ohjaajat eivät seuranneet RA:ta eivätkä ilmoittaneet lennonjohdolle saamastaan varoituksesta. Lennonjohtajalle muodostui käsitys, että ilma-alusten TCAS-järjestelmät eivät antaneet varoituksia ohitustilanteessa.

1.3 Tutkimukset

Vaaratilanteen lähdeaineisto käsittää tutkalennonjohtajan ja FIN8902:n päällikön tekemät vaaratilanneilmoitukset, asianosaisten kuulemistiedot, Helsinki-Vantaa lentoaseman toimittamat Win Radarin ja GEMS-melunvalvontajärjestelmän tutkataltointitiedot, Helsingin lähestymislennonjohdon radiopuhelinliikenteen taltiointitiedot, Helsinki-Vantaan tapahtuman aikaiset säätiedot, ilmailuviranomaisen antamat lupakirjatiedot, lentoyhtiöiden toimittamat asiakirjat, lennonjohtajan käsikirjassa annetut ohjeet sekä viranomaisten (JAA ja ICAO) antamat ilmailumääräykset ja ohjeet. Lisäksi haastateltiin kokeneita liikennelentäjiä TCAS:n käyttöön liittyvissä asioissa.



2 ANALYYSI

2.1 Yleistä

Tapahtuman aikaan Helsinki-Vantaalla vallitsi kova luoteistuuli. Klo 21.20 säähavainnon mukaan tuuli oli 320° 30 solmua, puuskissa 47 solmua ja klo 21.50 säähavainnon mukaan 320° 30 solmua, puuskissa 41 solmua. Helsinki-Vantaalla oli tuulen vuoksi ainoastaan kiitotie 33 käytössä. Yhden kiitotien käyttö sekä liikennealueiden ja seisontapaikkojen liukkaus olivat aikaisemmin illalla aiheuttaneet liikenteen ruuhkautumista ja myöhästymisiä. Koska lentosuunnitelmat säilyvät järjestelmässä ainoastaan puoli tuntia arvioidun lähtöajan jälkeen, oli myöhästyneiden lentojen lentosuunnitelmien voimassa pitäminen lisännyt jonkin verran lennonjohdon työkuormitusta. Tapahtumahetkellä liikenne oli jo hiljentynyt.

Lentopinnoilla 50 ja 100 tapahtuman aikainen tuuli oli ennustekarttojen mukaan 50-60 solmua. Kova tuuli vaikutti ilma-alusten lentoratoihin. KFB641:n maanopeus pieneni tuulen nopeuden verran sen lähtiessä vastatuuleen. FIN8902 lähestyi Helsinki-Vantaata lähes suoraan myötätuuleen, jolloin sen maanopeus vastaavasti kasvoi. Kun Ilma-alukset kaartoivat sivutuuleen, KFB641 lähtöreitillä mukaisesti ja FIN8902 tutkalennonjohtajan käskyllä, tuuli sorti niitä noin 15°:een kulmalla. Tuuliolosuhteet olivat pysyneet koko illan ajan samanlaisina.

2.2 Lennonjohtotoiminta

2.2.1 Liikennetilanne

Tapahtumahetkellä lennonjohtajalla (yhdistetty APP/DEP) oli vastuullaan kolme ilma-alusta. Näistä koillisen suuntaan lentävä FIN515 ei aiheuttanut porrastustarvetta. Länsiluoteesta, VOR-majakan VTI kautta lähestyi ATR72 kutsumerkillä FIN8902. Helsinki-Vantaalta oli lähdössä Avro RJ85 kutsumerkillä KFB641. Näiden kahden ilma-aluksen leikkaavat lentoradat aiheuttivat porrastustarpeen.

FIN8902:n lennonjohtoliuskan oli merkitty vakiotuloreitti LAKUT2H. Tämän aluenavigointiin perustuvan ns. transiitotuloreitin loppuosa kulkee reittipisteen HK742 jälkeen noin viiden merimailin etäisyydellä Helsinki-Vantaan länsipuolella myötätuuliosan suuntaisena kiitotielle 33. Näitä vakioreittejä seurattaessa saapuvien ja lähtevien ilma-alusten lentoratojen leikkaukset tapahtuvat lähellä lentokenttää, mikä helpottaa ilma-alusten selvittämistä matkalento- tai lähestymiskorkeuksiin.

FIN8902 ei ollut varustettu aluenavigointilaitteilla, eikä sitä tästä syystä voitu selvittää seuraamaan tuloreittiä LAKUT2H. Koska liikennetilannetilanne oli hiljainen lennonjohtaja antoi sille VTI VOR-majakan luoteispuolelta ohjaussuunnan kohti kuuden merimailin perusosaa kiitotielle 33.

KFB641:n selvitys oli lentää ELMUT3M vakiolähtöreittiä, joka lentoonlähdön jälkeen seuraa VOR majakan HEL radiaalia 254.

2.2.2 Liikenteen johtaminen

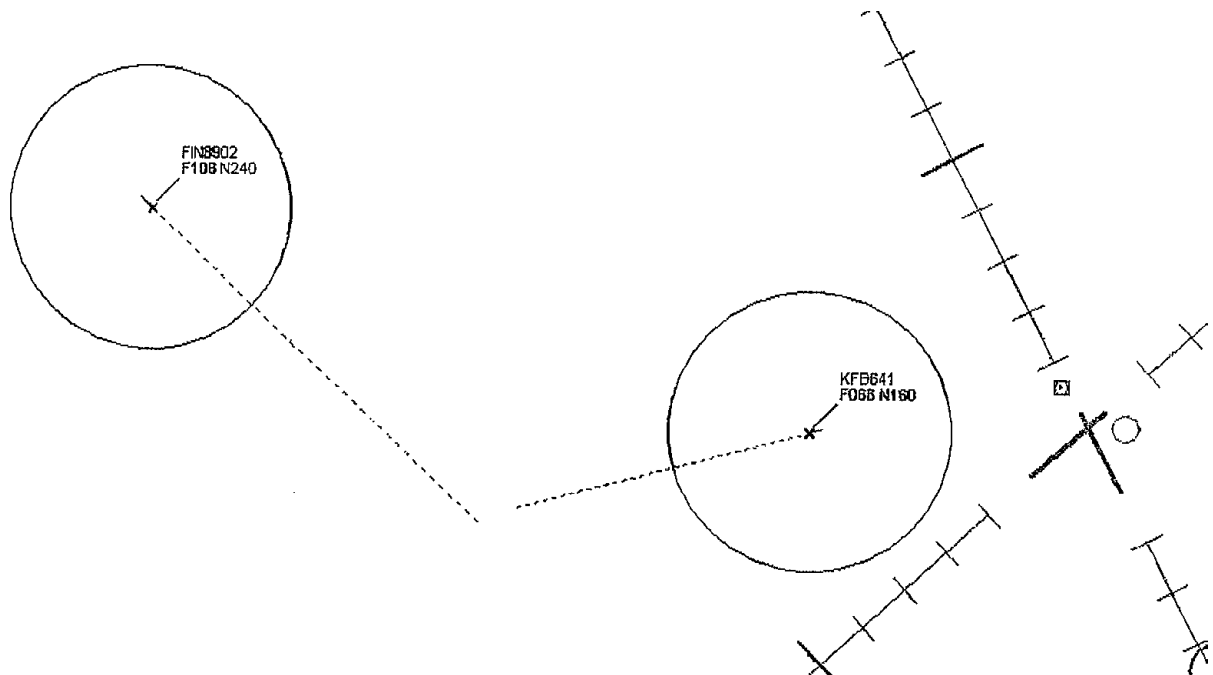
FIN8902 lensi ohjaussuuntaa 120° ja oli laskeutumassa lentopinnalle 80. Koska 50-60 solmun luoteistuuli oli lähes suoraan takaa, ei koneen lentoradassa ollut juurikaan sortoa. Sen sijaan myötätuulen vuoksi maanopeus oli huomattavan suuri, noin 300 solmua. Vajoamisnopeus oli noin 1000-1500 jalkaa minuutissa, joten korkeuden vähennys kuljettuun matkaan nähden oli vähäinen. Tutkaohjaussuunta toi konetta kohti kiitotie 33:n perusosaa noin kuuden merimailin etäisyydelle loppulähestymissuunnasta (kuva 3). Näin molempien ilma-alusten lentoratojen leikkauspiste siirtyi vakioreitteihin nähden kauemmaksi länteen, noin 10 NM:n päähän kentästä.

KFB641 lähti klo19.30.20 kiitotieltä 33 ja otti yhteyden DEP-tutkalennonjohtajaan ilmoittaen läpäisevänsä 1700 jalkaa ja nousevansa vakiolähtöreitin alkunousukorkeuteen 4000 jalkaa QNH asetuksella. Tutkatunnistuksen jälkeen lennonjohtaja selvitti sen nousemaan lentopinnalle 70 tilanteen vaatiman korkeusporrastuksen mukaisesti, koska lähestyvä FIN8902 oli selvitetty lentopinnalle 80.

Lentoonlähdön jälkeen KFB641:n maanopeus oli pieni, koska se lensi kovaan vastatuuleen. Se nousi noin kuuden merimailin matkalla kentän länsipuolella lähelle selvitettyä lentopintaa 70. Tämä antoi lennonjohtajalle vaikutelman, että KFB641 käytti nousussaan normaalia suurempaa pystynopeutta tai että voimakas tuuli lisäsi sitä. Tähän vaikutelmaan perustuen hän selvitti klo 19.31.45 KFB641:n nousemaan lentopinnalle 230. Koneen kaarrettua vasemmalle hakeutuakseen lähtöreitin mukaiseen radiaaliin 254 sen maanopeus kasvoi ja korkeuden lisäys suhteessa kuljettuun matkaan väheni. Lentoyhtiön noudattamien menetelmien mukaisesti Avro RJ85 -konetyypillä noustaan alkunousun jälkeen mittarinopeudella IAS 250 lentopinnalle 80, jonka jälkeen kiihdytetään lopulliseen nousunopeuteen IAS 280. On todennäköistä, että KFB641 kiihdytti nopeuttaan vähän ennen ilma-alusten ohitusta, mikä osaltaan vähensi sen pystynopeutta.

Käytettävistä olevista tutkatallenteista ja radiopuhelinliikenteen nauhoituksista voidaan päätellä, että KFB641:n keskimääräinen nousunopeus oli noin 2300 jalkaa minuutissa.

Tehtyään ratkaisun nostaa KFB641 lentopinnalle 230 lennonjohtaja selvitti klo 19.32.00 FIN8902:n laskeutumaan 5000 jalkaan Ilmanpaineella QNH 989 hPa.



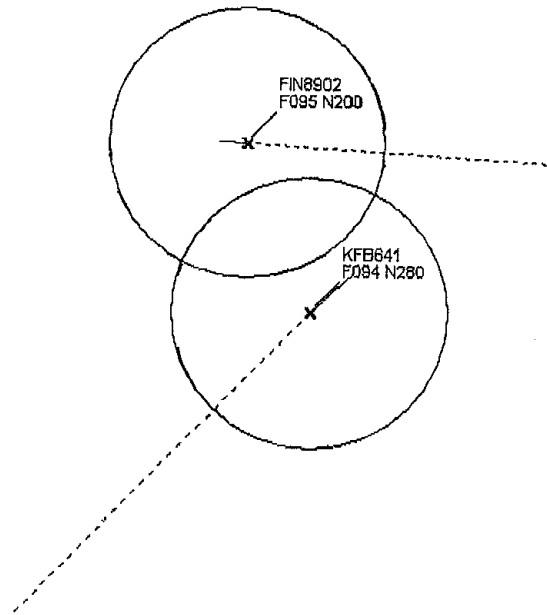
Kuva 6. Win Radar -taltiointi klo 21.32.30

Ilma-alusten paikkasymbolin ympärillä olevan ympyrän säde on 1,5 NM.

2.2.3 Porrastuksen menetys

Selvitettyään molemmat ilma-alukset toistensa korkeuksien läpi lennonjohtaja huomasi lähes välittömästi, että vaadittavaa korkeusporrastusta ei synny ennen kuin ilma-alusten välinen kolmen merimailin tutkaporrastusminimi alittuu. Ilma-alukset olivat vajaan kahden minuutin lentomatkan päässä toisistaan ja KFB641 oli nousussa noin 4000 jalkaan FIN8902:n alapuolella.

Lennonjohtaja päätti käyttää sivuttaisporrastusta ilma-alusten välillä ja antaa niiden jatkaa annetuille selvityskorkeuksille. Klo 19.33.00 hän antoi FIN8902:lle ohjaussuunnan 080° vasemmalle ja käski KFB641:n kaartaa omasta ohjaussuunnastaan vasemmalle suuntaan 220° . Voimakkaasta luoteistuulesta, suuresta maanopeudesta ja sivutuuleen kaartamisesta johtuen FIN8902:n lentorata muuttui korjauksen johdosta ainoastaan noin 20° - 25° vasemmalle. Tuulen aiheuttamasta suuresta maanopeudesta johtuen myös koneen kaartosäde oli suuri. Lennojohtaja antoikin klo 19.33.30 FIN8902:lle ohjeen kaartaa lisää vasemmalle ohjaussuuntaan 040° ”porrastuksen vuoksi”. Tämäkään suuntakorjaus ei riittänyt, vaan ilma-alukset ohittivat toisensa klo 21.33.48 noin 1,8 NM:n etäisyydeltä, jolloin vaadittu kolmen merimailin tutkaporrastusminimi alittui. Ilma-alusten lentoradat eivät leikanneet eikä yhteentörmäysvaaraa ollut. Kummankaan ilma-aluksen ei ilmoittanut TCAS-varoituksesta eikä siitä, että he näkivät toisensa.



Kuva 7. Ilma-alusten välinen etäisyys lyhimmillään ohitushetkellä

Ohituksen jälkeen lennonjohtaja antoi klo 21.34.05 FIN8902:lle ohjaussuunnan 130° myötätuuliosalle 33 ja selvitti KFB641:n suoraan kohti ELMUT:ia omalla navigoinnilla. Tapauksesta ei keskusteltu radiotaajuuksilla.

2.3 Ilma-alusten ohjaajien toiminta

Molempien ilma-alusten ohjaajat lensivät annettujen lennonjohtoselvitysten mukaisesti.

FIN8902 oli lähestymässä Helsinki-Vantaa ja oli laskeutumassa 5000 jalan korkeuteen ohjaussuunnalla 120°. KFB641 oli lähtenyt kiitotieltä 33 ja noudatti vakiolähtöreittiä ELMUT3M ja oli nousemassa lentopinnalle 230.

Molempien ilma-alusten ohjaajat saivat TCAS:n TA:n toisesta ilma-aluksesta ja vähän myöhemmin RA:n.

Lennonjohtaja antoi FIN8902:lle klo 21.33.00 porrastuksen vuoksi uuden ohjaussuunnan 080°: *"FIN8902, for spacing, turn left heading 080 for a while"*. Sama lennonjohtaja johti lähtenyttä KFB641:tä ja antoi klo 21.33.10 tälle porrastuksen vuoksi ohjaussuunnan 220°: *"KFB641, for spacing, turn left heading 220"*. Klo 21.33.30 lennonjohtaja kaarratti FIN8902:ta porrastuksen vuoksi lisää vasemmalle suuntaan 040°: *"FIN8902 further left heading 040 for spacing"*.

Molempien ilma-alusten päälliköt ilmoittivat kuulemisen yhteydessä, että he eivät noudattaneet TCAS:n RA:ta säätää pystynopeuttaan, koska näkivät toisen ilma-aluksen. Lennonjohtaja ei antanut ilma-aluksille liikenneilmoitusta, mutta molempien koneiden ohjaajat arvioivat näkemänsä ilma-aluksen aiheuttavan TCAS:n TA:n ja RA:n. Ohitushetkellä ilma-alukset olivat lennonjohdon tutkataltioinnin mukaan sivusuunnassa vaaditun kolmen merimailin sijasta 1,8 NM:n etäisyydellä toisistaan ja Win Radar -taltioinnin



mukaan samalla korkeudella. Mikäli ohjaajat olisivat seuranneet TCAS:n toimintakäskyä, olisivat ilma-alukset ohittaneet toisensa korkeussuunnassa turvallisella korkeuserolla.

Lentoyhtiöiden ohjeiden mukaan TCAS:n RA:ta tulee noudattaa paitsi, mikäli ohjaaja on varma, että RA:n noudattaminen ei ole turvallisin tapa ratkaista ohitustilanne. Ohjeissa huomautetaan myös, että näkyvissä oleva ilma-alus voi olla muu kuin TA:n tai RA:n aiheuttaja. Pimeässä, kun näkyvissä on ainoastaan toisen ilma-aluksen valot, voi ilma-alusten lentoratojen määrittäminen olla vaikeaa. Tässä tapauksessa voimakas tuuli aiheutti sivutuuleen lentävien ilma-alusten lentorataan noin 15°:een sortokulman, mikä edelleen vaikeutti arviointia.

Tutkijoiden mielestä ilma-alusten ohjaajien olisi pitänyt seurata RA:ta ja sillä tavoin säilyttää turvallinen korkeusero toiseen ilma-alukseen, johon vaadittu lennonjohdon tutka-porrastusminimi oli alittunut. Sen seurauksena, että ohjaajat eivät seuranneet RA:ta, he eivät myöskään ilmoittaneet TCAS-varoituksista lennonjohtajalle, jolle muodostui väärä mielikuva, että tilanteessa ei olisi tullut TCAS-varoituksia.

Tutkijoiden haastattelemat kokeneet liikennelentäjät pitävät TCAS:a erittäin hyvänä lentoturvallisuutta lisäävänä laitteena, jonka RA ohjetta noudattamalla varmistetaan turvallinen korkeusero ohitustilanteessa. Heidän mielestään ohjetta tulee noudattaa, mikäli ei voida varmasti todeta, että ohje on väärä.

Lentoyhtiöiden tulisi koulutuksessaan painottaa ohjeidensa noudattamista tilanteissa, joissa TCAS antaa varoituksia muista ilma-aluksista. Pelkkä toisen ilma-aluksen näkeminen ei pimeässä saa olla riittävä peruste RA:n noudattamisesta luopumiseen, koska on mahdollista, että ohjaaja arvioi toisen ilma-aluksen lentoradan väärin tai hänen näkemänsä ilma-alus ei ole se, joka aiheuttaa TCAS:n varoituksen.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Molempien ilma-alusten ohjaajilla ja lennonjohtajalla oli voimassa olevat lupakirjat ja vaaditut kelpuutukset.
2. Molempien ilma-alusten lentokelpoisuustodistukset olivat voimassa.
3. Liikennettä johdettiin kahdesta tutkatyöpisteestä (APP/DEP ja ARR).
4. Liikennetilanne oli tapahtumahetkellä rauhallinen.
5. Kiitotie 33 oli käytössä sekä nousuihin että laskeutumisiin.
6. Tapahtumahetkellä vallitsi kova luoteistuuli, jonka oli ennustettu olevan noin 50-60 solmua lentopinnoilla 50 ja 100.
7. Molempien ilma-alusten ohjaajat lensivät annettujen lennonjohtoselvitysten mukaisesti.
8. Lennonjohtaja arvioi, että lähtenyt KFB641 ehtii nousta saapuvan FIN8902:n edestä ja selvitti sen lentopinnalle 230 sekä FIN8902:n laskeutumaan 5000 jalkaan QNH:lla 989.
9. Lennonjohtaja huomasi, että vaadittava kolmen merimailin tutkaporrastusminimi alittuu ennen korkeusporrastuksen syntymistä.
10. Lennonjohtajan antamat suuntakorjaukset olivat liian pieniä jotta vaadittava sivuttaisporrastus olisi saavutettu.
11. Ohitushetkellä ilma-alusten ohjaussuunnat olivat sellaiset, että yhteentörmäysvaaraa ei ollut.
12. Molempien ilma-alusten TCAS antoi ensin TA:n ja hetkeä myöhemmin RA:n.
13. Kummankaan ilma-aluksen ohjaajat eivät noudattaneet RA:ta eivätkä ilmoittaneet lennonjohdolle saamistaan varoituksista.
14. Molempien ilma-alusten ohjaajat näkivät toisen ilma-aluksen valot.
15. Kova tuuli vaikutti ilma-alusten maanopeuteen noin 60 solmun myötä- ja vastatuuli-komponenttina sekä sivutuuleen lennettäessä noin 15^o:een sortokulmana.



3.2 Tapahtuman syy

Porrastusminimit alittuivat, kun lennonjohtaja selvitti KFB641:n nousemaan ja FIN8902:n laskeutumaan toistensa korkeuksien läpi. Tilanteeseen vaikutti voimakas luoteistuuli, joka antoi lennonjohtajalle väärän vaikutelman KFB641:n nousukyvyistä. Ilma-aluksille annetut suuntakorjaukset eivät olleet riittävät sivuttaisporrastuksen säilyttämiseksi.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

1. Lentoyhtiöiden Oy Air Botnia Ab:n ja Finnair Oyj:n tulisi ohjaajakoulutuksessaan kiinnittää huomiota TCAS:n RA:n noudattamiseen, jotta laitteen antamia ohjeita aina käytettäisiin lentoturvallisuuden varmistamiseksi.

Helsinki 12.4.2002

Jussi Haila

Erkki Kantola

LÄHDELUETTELO

Seuraava lähdemateriaali on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa

1. Onnettomuustutkintakeskuksen päätös n:o C7/2001 L
2. Ilmoitukset lentoturvallisuutta vaarantaneesta tapauksesta
3. Lennonjohdon poikkeama- ja havaintoilmoitukset
4. Helsinki-Vantaan lentoaseman pika-analyysi tapahtumasta
5. Kuulemispöytäkirjat
6. Lennonjohdon päiväkirjat
7. Lennonjohtoliuskat
8. Säättiedot tapahtuma-ajankohtana
9. Henkilöstöjen lupakirjojen rekisteriotteet
10. Radiopuhelinliikennetaltioinnit
11. Helsingin lennonjohdon Win radar -taltioinnit
12. Helsinki-Vantaan GEMS-melunvalvontatutkan taltioinnit
13. Tutkintaselostuksen luonnoksesta saadut lausunnot ja kommentit