



Tutkintaselostus

B 4/2002 L

TCAS-väistö Jyväskylän eteläpuolella 29.10.2002

DC-9-83, OH-LPH

Airbus 340-600, G-VMEG

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 Finland

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	Tero Lybeck
Erikoistutkija / Utredare / Aircraft accident investigator	Esko Lähteenmäki
Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief rail accident investigator	Esko Värhtiö
Erikoistutkija / Utredare / Rail accident investigator	Reijo Mynttinen
Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Maritime accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief maritime accident investigator	Martti Heikkilä
Erikoistutkija / Utredare / Maritime accident investigator	Risto Repo

ISBN 951-836-116-9

ISSN 1239-5323

Multiprint Oy, Helsinki 2003



TIIVISTELMÄ

Tiistaina 29.10.2002 klo 14.33 Suomen aikaa tapahtui noin 50 km Jyväskylästä etelään vakava vaaratilanne, kun reittilennolla Tokiosta Lontooseen ollut Virgin Atlantic Airways Ltd:n Airbus 340-600, kutsumerkiltään Virgin 901, ja reittilennolla Kittilästä Helsinkiin ollut Finnair Oyj:n MD-83, kutsumerkiltään Finnair 473, ohittivat toisensa noin 11 km:n korkeudella leikkaavilla lentosuunnilla alittaen viranomaisen määräämät porrastusminimit. Ilma-alukset väistivät TCAS-laitteiden toimintaohjeiden mukaisesti, Virgin 901 ylöspäin ja Finnair 473 alaspäin. Molemmat ilma-alukset lensivät pilven päällä näkösääolosuhteissa ja näkivät toisensa. Onnettomuustutkintakeskus asetti 30.10.2002 tutkintalautakunnan tutkimaan tapahtuneen vaaratilanteen. Tutkintalautakunnan puheenjohtajaksi määrättiin johtava tutkija Tero Lybeck ja jäseniksi lennonjohtaja Martti Lantela, liikennelentäjä Timo Uramaa sekä diplomi-insinööri Ville Hämäläinen.

Finnair 473 ja Virgin 901 lensivät lennonjohtoselvitystensä mukaisesti lentopinnalla 360, Finnair 473 linjalla Haapajärvi - Jyväskylä - Orimattila ja Virgin 901 linjalla Joensuu - Maarianhamina. Alunperin Finnair 473:n piti lentää lentopinnalla 340 ja Virgin 901:n lentopinnalla 380. Finnair 473 lensi normaalia korkeammalla, koska ilma-alus oli kevyt. Virgin 901 lensi normaalia matalammalla, koska sen lähellä ja samalla ATS-reitillä, lentopinnalla 380, oli muuta liikennettä. Liikenteestä vastannut lennonjohtaja (R1) ja avustava lennonjohtaja (R2) eivät missään vaiheessa huomanneet ilma-alusten lähestyvän toisiaan. Hetkeä ennen koneiden kohtaamista R1 antoi Finnair 473:lle selvityksen laskeutua alemmalle lentokorkeudelle, jolloin laskeutumisen aloittaminen jäi ohjaajien harkintaan. Tämän jälkeen R1:n huomio kiinnittyi hänen vastuullaan olleen muun liikenteen hoitamiseen. Hän havaitsi vaaratilanteen siinä vaiheessa, kun porrastusminimit olivat alittuneet ja Finnair 473 oli aloittanut laskeutumisen.

Ohitustilanteessa Virgin 901 lensi suuntaan 240° ja Finnair 473 suuntaan 171°. Ilma-alukset olivat lähimpänä toisiaan noin 1610 metrin (0,87 NM, merimailia) vaakaetäisyydellä ja 360 metrin (1200 ft, jalkaa) pystyetaisyydellä. Väistöt sujuivat normaalisti. Finnair 473 lähti kuitenkin selvityksensä mukaiseen laskeutumiseen jo TCAS-liikennetiedotteen aikana mutta ennen TCAS-toimintaohjetta. Molemmat ilma-alukset ilmoittivat väistöstä. Kun R1 havaitsi vaaratilanteen ja totesi, että koneet eivät tule osumaan toisiinsa, hän vältti tietoisesti antamasta ilma-aluksille ohjeita, jotta ohjeet eivät olisi olleet ristiriidassa TCAS:n toimintaohjeiden kanssa.

Vaaratilanteeseen johtanut tapahtumaketju lähti liikkeelle siitä, kun R1 ja R2 totesivat työtehtävään valmistautuessaan, että idän suunnasta, Venäjältä, tuleva ylilentävä liikenne oli lentopinnalla 380, kun taas Pohjois-Suomesta etelään saapuva liikenne oli tätä alempana. He totesivat, että näiden liikennevirtojen ei pitäisi aiheuttaa ongelmia toisilleen. Tämä alkuoletus todennäköisesti myötävaikuttii siihen, että kumpikaan lennonjohtajista ei lopulta havainnut alkuperäisistä lentopinnoista poikkeavalla korkeudella, lentopinnalla 360, toisiaan lähestyviä ilma-aluksia. Vaaratilanteen syntyyn myötävaikuttii myös se, että yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä (STCA) ei ollut tapahtuma-aikana käytössä lennonjohdossa.

Tutkintalautakunta esittää kolme suositusta, joista kaksi on kohdistettu Ilmailulaitokselle. Ilmailulaitoksen tulisi ottaa käyttöön nykyiset STCA-järjestelmät tavalla, jolla järjestelmää vaivanneet virheilmoitukset vaaratilanteista minimoidaan. Ilmailulaitoksen tulisi lisäksi hankkia kaikkiin tutka-

palvelua antaviin lennonjohtoihin kunnolla toimiva STCA-järjestelmä. Tutkintalautakunta tekee lisäksi yhden suosituksen Finnair Oyj:lle. Finnair Oyj:n tulisi huomioida ohjaajiensa TCAS-koulutuksessa riskit, jotka sisältyvät lennonjohtoselvityksen mukaiseen siirtymiseen vaakalennosta nousuun tai laskeutumiseen TCAS-liikennetiedotteen aikana.

Tutkintaselostuksen luonnos lähetettiin lausunnolle Iso-Britannian lento-onnettomuustutkintaviranomaiselle, Lentoturvallisuushallinnolle, Ilmailulaitoksen Lennonvarmistusosastolle, Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskukseen ja Finnair Oyj:lle. Lentoturvallisuushallinnolla ja Finnair Oyj:llä ei ollut luonnokseen kommentoitavaa. Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen ja Iso-Britannian valtuutetun edustajan kommentit on otettu huomioon tutkintaselostuksessa. Tampereen aluelennonjohto otti olemassa olevan STCA-järjestelmän käyttöön lentopinnan 200 yläpuolella pian tutkitun tapauksen jälkeen. Lennonvarmistusosasto totesi, että parempi STCA-järjestelmä arvioidaan otettavan käyttöön uuden Eurocat 2000 v2 -järjestelmän yhteydessä marraskuussa 2003 Etelä-Suomessa ja kesällä 2004 Pohjois-Suomessa.

SUMMARY

On Tuesday October 29, 2002, at 14.33 Finnish time a serious incident occurred about 50 km south of Jyväskylä, when a passenger aircraft Airbus 340-600 operated by Virgin Atlantic Airways Ltd, call sign Virgin 901 en route from Tokyo to London and a passenger aircraft MD-83, call sign Finnair 473, operated by Finnair Oyj en route from Kittilä to Helsinki, passed each other at about 11000 m on crossing tracks losing the separation minimum required by the authorities. The aircraft took avoiding action by following instructions from their TCAS (Traffic alert and Collision Avoidance System) - Virgin 901 up and Finnair 473 down. Both aircraft flew above clouds in visual meteorological conditions and saw each other. The Accident Investigation Board, Finland, appointed an investigation commission on October 30, 2002, to investigate the incident. Chief air accident investigator Tero Lybeck was appointed chairman and air traffic controller Martti Lantela, airline pilot Timo Uramaa and Ville Hämäläinen were appointed members of the commission.

Finnair 473 and Virgin 901 flew in accordance with their air traffic control clearances at FL (flight level) 360, Finnair 473 on track Haapajärvi - Jyväskylä - Orimattila and Virgin 901 on track Joensuu - Maarianhamina. Originally Finnair 473 should have flown at FL 340 and Virgin 901 at FL 380. Finnair 473 flew at a flight level higher than normally because the aircraft was light. Virgin 901 flew on a flight level lower than normally because there was other air traffic near to it and in the same ATS (Air Traffic services) route at FL 380. The executive controller (R1) responsible for air traffic and the planning controller (R2) did not notice in any phase that the two aircraft were approaching each other. Slightly before the two aircraft would meet R1 gave to Finnair 473 clearance to descend to a lower altitude, leaving the decision to start the descent to the pilots' discretion. After this R1 focused on other traffic, for which he was responsible. He became aware of the incident when the separation minima had been lost and Finnair 473 had started to descend.

In passing each other Virgin 901 flew at heading 240° and Finnair 473 at heading 171°. The shortest horizontal distance between the two aircraft was about 1610 m (0.87 NM, nautical miles) and the shortest vertical distance was 360 m (1200 ft). The evasive manoeuvres were normal. Finnair 473, however, started descent in accordance with its clearance immediately after TA but prior to RA. Both aircraft reported taking evasive action. When R1 became aware of the conflict and noticed that the aircraft would not collide, he intentionally avoided giving instructions to the aircraft so that they would not be contradictory to the TCAS RAs.

The chain of events resulting in a serious incident begun when R1 and R2 prepared themselves for their work and noted that the westbound traffic from Russia flying over Finland flew at FL 380, whereas the southbound traffic from Northern Finland was at lower flight levels. They noted that there should be no separation problems between the two traffic flows. This initial assumption probably contributed to the fact that neither controller eventually noticed the two aircraft approaching each other at FL 360 which deviated from their original flight levels. Another contributing factor was that the Short Term Conflict Alert (STCA) system was not in use in the air traffic control at the moment.

The investigation commission made three safety recommendations of which two were to the Finnish Civil Aviation Administration (FCAA). The FCAA should take the existing STCA systems into



use to the extent they can be used without a great number of nuisance alerts. The FCAA should also acquire a well-functioning STCA system to all ATC units which give radar services. Furthermore, the investigation commission recommended that Finnair Oyj should take into account in the pilots' TCAS training the risks associated with changing from level flight to climb or descent in accordance with ATC clearance during TCAS TAs.

The draft report was sent for comments to the UK AAIB, the Finnish flight safety authority, the ANS department of the Finnish CAA, the ANS centre for South Finland and Finnair. The Finnish flight safety authority and Finnair had no comments. The comments of the ANS centre for South Finland and the UK Accredited Representative have been taken into account in the report. Tampere ACC activated the existing STCA system soon after the incident for use above FL 200. The ANS department of the FCAA noted that a better STCA system is estimated to be taken in use with a new Eurocat 2000 v2 system in November 2003 in South Finland and in summer 2004 in North Finland.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
SUMMARY.....	5
KÄYTETYT LYHENTEET	9
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET.....	11
1.1 Tapahtumien kulku.....	11
1.1.1 Lähtötilanne lennonjohdossa	11
1.1.2 Lennonjohdon toiminta.....	13
1.1.3 Virgin 901:n toiminta	14
1.1.4 Finnair 473:n toiminta.....	15
1.2 Henkilövahingot.....	16
1.3 Ilma-aluksen vahingot	16
1.4 Muut vahingot.....	16
1.5 Henkilöstö.....	16
1.5.1 Ilma-alusten ohjaajat	16
1.5.2 Lennonjohtajat.....	17
1.6 Ilma-alukset.....	17
1.7 Sää	17
1.8 Suunnistuslaitteet.....	17
1.9 Radioliikenne.....	17
1.10 Tapahtumapaikka.....	18
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet	18
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus	18
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset.....	18
1.14 Tulipalo.....	18
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat.....	18
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset	19
1.16.1 Ilma-alusten lentoradat.....	19
1.16.2 TCAS:n toiminta	19
1.17 Organisaatiot ja johtaminen	20
1.17.1 Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskus.....	20
1.17.2 Lennonjohtajien TCAS-koulutus Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksessa... 23	
1.17.3 Sektorointi- ja Feeder-ohjeistus	23
1.18 Muut tiedot.....	24
1.18.1 TCAS:n historia	24
1.18.2 TCAS-ohjeistus	24



1.18.3	TCAS-väistöön liittyviä ongelmia	26
1.18.4	Lennonjohdon yhteentörmäysvaarasta varoitettava järjestelmä (STCA)	26
2	ANALYYSI	29
2.1	Lennonjohdon toiminta	29
2.1.1	Sektoreiden jako	29
2.1.2	Feeder 2 -työpiste	30
2.1.3	Liikenteen suunnittelu	30
2.1.4	Tilanteen syntyminen	31
2.1.5	Psykososiaalinen tuki lennonjohdossa tapahtuman jälkeen	36
2.2	Ohjaamomiehistöjen toiminta	36
2.2.1	Virgin 901	36
2.2.2	Finnair 473	36
2.3	Korkeuden muuttaminen TA:n aikana	37
2.4	Radiopuhelinliikenne	38
3	JOHTOPÄÄTÖKSET	39
3.1	Toteamukset	39
3.2	Vaaratilanteen syy	40
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET	41
Liite 1	Radioliikenne	43
Liite 2	Ilmailulaitoksen lennonvarmistusosaston lausunto	47



KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	Yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoittava järjestelmä
ACC	Area Control Centre	Aluelennonjohto
ATC	Air Traffic Control	Lennonjohto
BCAS	Beacon Collision Avoidance System	
CFMU	Central Flow Management Unit	Ilmaliikennevirtojen keskussäätelyyksikkö
CPA	Closest Point of Approach	Lentoratojen välinen pienin etäisyys
DME	Distance Measuring Equipment	Etäisyydenmittauslaite
ESACC	Tampere ACC rating	Aluelennonjohtokelpuutus Tampereen aluelennonjohdossa työskentelyyn
ESRSR	Tampere ACC en route surveillance radar rating	Aluetutkakelpuutus Tampereen aluelennonjohdossa työskentelyyn
FAA	Federal Aviation Administration	Yhdysvaltojen ilmailuviranomainen
FCAA	Finnish Civil Aviation Authority	Suomen Ilmailuvalvonta
FDA	Flight Data Assistant	Lennonjohtoapulainen
FDPS	Flight Data Processing System	Lentotietojen käsittelyjärjestelmä
FIR	Flight Information Region	Lentotiedotusalue
FMP	Flow Management Position	Ilmaliikenteen säätelyasema
FMS	Flight Management System	Lennonhallintajärjestelmä
FSA	Flight Safety Authority	Lentoturvallisuushallinto
GPWS	Ground Proximity Warning System	Maan läheisyydestä varoittava järjestelmä
IAF	Initial Approach Fix	Alkulähestymisrasti
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
JAA	Joint Aviation Authorities	Yhteiseurooppalaiset ilmailuviranomaiset
LJKB	Air Traffic Controller's Handbook	Lennonjohtajan käsikirja
MHz	Megahertz	Megahertsi
MIL CTA	Military Control Area	Sotilaslennonjohtoalue
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning	Turvallisen minimikorkeuden varoitustajärjestelmä
MTCA	Medium Term Conflict Alert	Keskipitkän varoitustajan hälytysjärjestelmä
NAV	Navigation	Suunnistus (esim. suunnistusnäyttö)
OLDI	On-Line Data Interchange	Ajantasainen tiedonsiirto (kahden tutkan esitysjärjestelmien välillä)
PF	Pilot Flying	Ohjaava ohjaaja
PNF	Pilot Not Flying	Ei-ohjaava ohjaaja
R1	Executive Controller	Vastaava lennonjohtaja
R2	Planning Controller	Avustava lennonjohtaja



RA	Resolution Advisory	Toimintaohje
RDPS	Radar Data Processing System	Tutkatietojen käsittelyjärjestelmä
RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum	Pienennetty korkeusporrastusminimi
SASS	Sector Assistant	Sektoriapulainen
STCA	Short-Term Conflict Alert	Lyhyen varoitusaajan hälytysjärjestelmä
TA	Traffic Advisory	Liikennetiedote
TCAS	Traffic alert and Collision Avoidance System	Yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoitettava järjestelmä
TMA	Terminal control Area	Lähestymisalue
TRG	Training	Koulutus
TSA	Temporary Segregated Area	Tilapäinen erillisvarausalue
UTC	Co-ordinated Universal Time	Koordinoitu maailmanaika
VHF	Very High Frequency	Erittäin korkea taajuus
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range	VHF-monisuuntamajakka

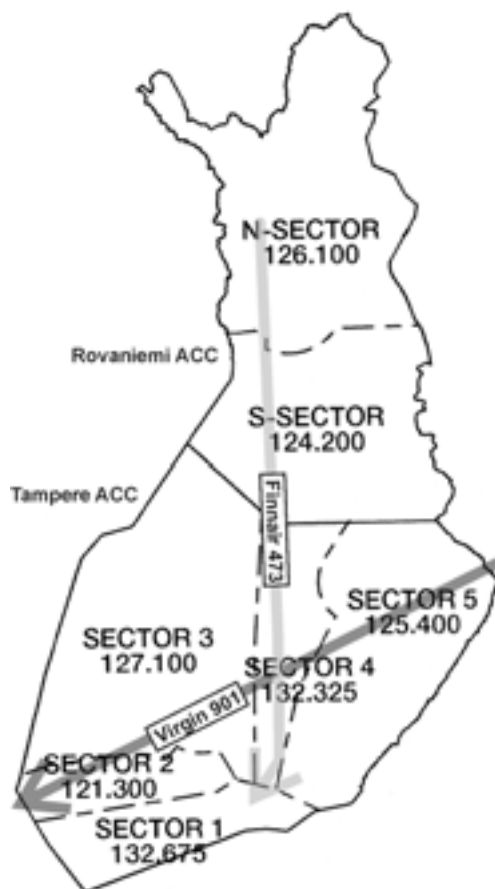
1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

1.1 Tapahtumien kulku

Tässä tutkintaselostuksessa käytetään koordinoitua maailmanaikaa, Suomen normaali-aika -2 h (Co-ordinated Universal Time, UTC).

1.1.1 Lähtötilanne lennonjohdossa

Tampereen lentotiedotusalue (Flight Information Region, FIR) on jaettu maantieteellisesti viiteen sektoriin. Tampereen aluelennonjohdossa (Tampere Area Control Centre, ACC) on viisi yhdenmukaista, operatiiviseen työskentelyyn tarkoitettua lennonjohtopöytää. Sektoreita voidaan yhdistää tai jakaa eri lennonjohtopöytien kesken ilmailiikennetilanteen mukaan. Tämän lisäksi ACC:ssa on Feeder-työyksikkö, jossa on kaksi työpistettä. Feeder-työpisteet otetaan tarvittaessa operatiiviseen käyttöön ennustetun Helsingin lähestymisalueelle (Helsinki Terminal control Area, EFHK TMA) saapuvan liikennemäärän mukaan.

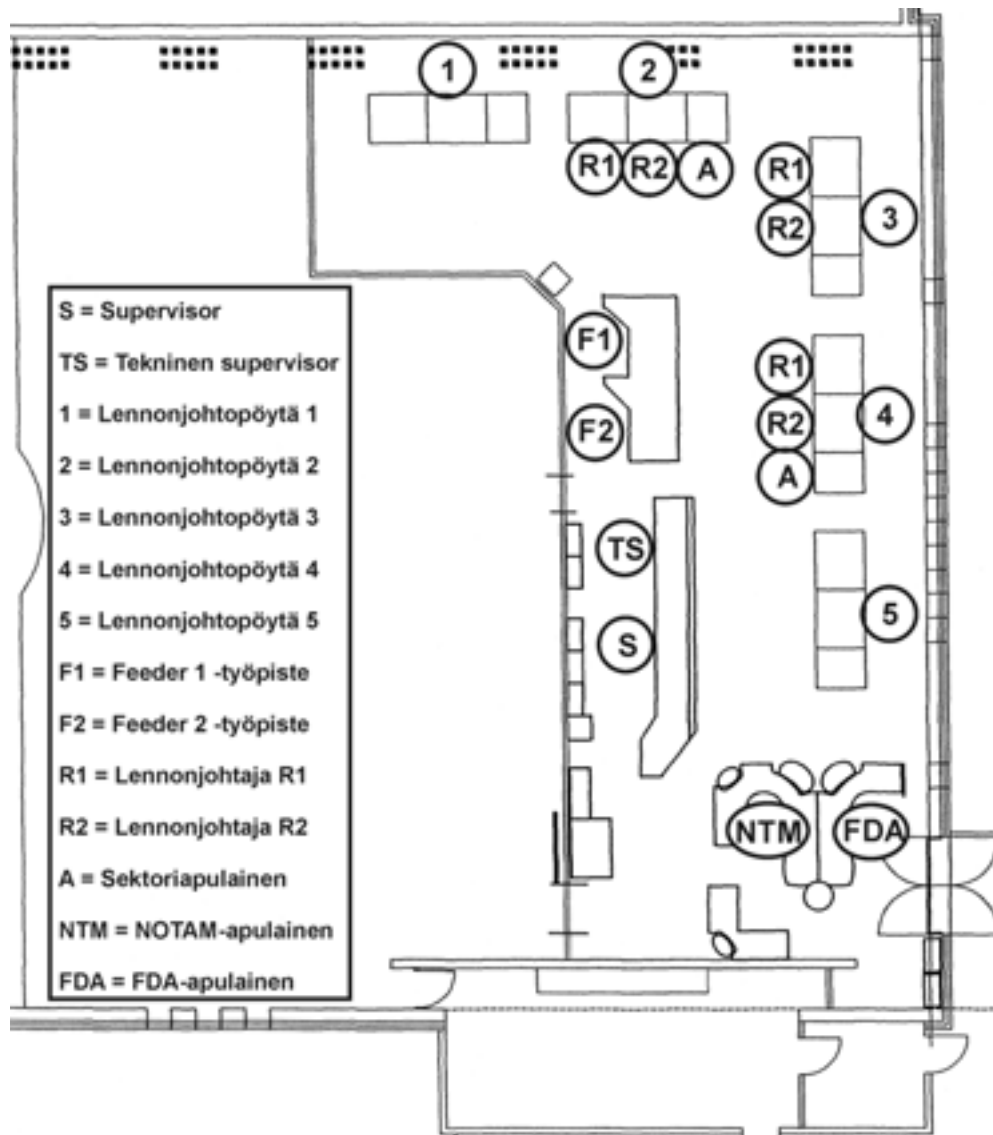


Kuva 1. Tampere ja Rovaniemi ACC:n sektorijako ja ilma-alusten lentoradat

Feeder 1 -lennonjohtajan tehtävänä on ilmailiikennepalvelun antaminen vastuualueellaan alkulähestymisrastin (Initial Approach Fix, IAF) LAKUT kautta EFHK TMA:lle saapuville

ilma-aluksille. Feeder 2 -työpisteiden tehtävänä on ilmaliikennepalvelun antaminen vastuualueellaan alkulähestymisrastien KENON tai ORIMAA kautta EFHK TMA:lle saapuville ilma-aluksille. Feeder-työpisteet selvittävät saapuvan ilmaliikenteen edellä mainittujen alkulähestymisrastien kautta EFHK TMA:lle lähestymislennonjohdon kanssa etukäteen sovituin ehdoin.

Ilmapäivällä tiistaina 29.10.2002 lennonjohtopöydän 2 vastuualueena olivat sektorit 1 ja 2. Lennonjohtopöydän 4 vastuualueena olivat sektorit 3, 4 ja 5. Molemmissa lennonjohtopöydissä työskenteli vastaava lennonjohtaja (Executive Controller, R1), avustava lennonjohtaja (Planning Controller, R2) sekä sektoriapulainen (Sector Assistant, SASS). Lisäksi miehitettynä oli vuoronesimiehen (Supervisor) työpiste sekä erilliset FDA- ja NOTAM-apulaisten työpisteet (Flight Data Assistant, FDA; Notice To Airmen, NOTAM).



Kuva 2. Tampereen alueen lennonjohdon työpisteet

Liikenteen vilkastuessa ACC:n vuoronesimies päätti erottaa sektorin 3 sektoreista 4 ja 5 vähentääkseen lennonjohtopöydän 4 työmäärää. Lennonjohtopöytä 3 avattiin klo 12.25 ja sen vastuualueeksi tuli sektori 3. Lennonjohtopöytään 4 jäivät sektorit 4 ja 5. Liikenteen edelleen vilkastuessa vuoronesimies määräsi Feeder 2 -työpisteen valmiustilaan. Feeder 2 -lennonjohtaja ilmoitti klo 12.38 lennonjohtopöytään 4 olevansa valmiudessa. Feeder 2 -työpistettä ei otettu operatiiviseen käyttöön.

1.1.2 Lennonjohdon toiminta

Tampere ACC:n lennonjohtopöydän 4 vastuualueella oli aluksi kohtalaisen vilkas liikenne. Lennonjohtajat R1 ja R2 totesivat lentosuunnitelmista, että kaikki Venäjän suunnalta tuleva ylilentävä liikenne tulisi pyytämään lentopintaa 380. Pohjois-Suomesta Helsinkiin saapuva, risteävä liikenne lentäisi alemmilla lentopinnoilla eikä aiheuttaisi porrastusongelmaa idän suunnasta tulevan liikenteen kanssa. Finnair 473:n lennonjohtoliуска saatiin 43 minuuttia ja Virgin 901:n 21 minuuttia ennen ilma-aluksen saapumista sektoriin. Lennonjohtoliuskat saadaan idän suunnasta tulevalle liikenteelle vähintään 10 minuuttia sekä etelästä ja lännestä tulevalle liikenteelle vähintään 20 minuuttia ennen ilma-aluksen saapumista sektoriin. Kotimaan lennoilla liuskat saadaan välittömästi lentoonlähden jälkeen. Lentosuunnitelmat näkyvät lennonjohtopöydän näytöllä 60 minuuttia ennen arvioitua saapumista sektoriin.

Virgin 901 oli lähtenyt Tokiosta Lontooseen klo 03.11. Se ylitti Petroskoi ja Tampere FIR:n rajalla sijaitsevan ilmoittautumispaikan AGAMO klo 12.10 lentopinnalla 350 ja otti radioyhteyden Tampere ACC:n sektorin 5 taajuudella 125,4 MHz. Tällöin myös lennonjohtovastuu siirtyi Tampere ACC:n sektorille 5. R1 ilmoitti Virgin 901:lle, että hänellä oli tutkayhteys, selvitti ilma-aluksen nousemaan lentopinnalle 360 ja totesi samalla, että tämä tulisi olemaan lopullinen lentopinta. Lentosuunnitelmassaan Virgin 901 oli pyytänyt AGAMO:n jälkeen lentopintaa 380.

Virgin 901 lensi Tampere FIR:ssä ATS-reittiä (Air traffic services, ilmaliikennepalvelu) UN866 linjalla Joensuu - Maarianhamina. Samalla reitillä noin 36 NM sen edellä lensi Japanair 421, Boeing 747, lentopinnalla 380. Noin 20 NM Virgin 901:n takana lensi nopeampi Japanair 401, Boeing 747, jonka R1 selvitti lentopinnalle 380.

Finnair 473 oli lähtenyt Kittilästä Helsinkiin klo 11.43. Kausilentosuunnitelmassa lennolle Kittilästä Helsinkiin oli esitetty lentopinta 340. Ilma-aluksen keveyden vuoksi ohjaajat pyysivät Rovaniemi ACC:ltä selvitystä nousta lentopinnalle 360. Rovaniemi ACC selvitti Finnair 473:n lentopinnalle 360 ja välitti Tampere ACC:n R1:lle tiedon ilma-aluksen muuttuneesta lentopinnasta klo 11.59.

Finnair 473 otti radioyhteyden klo 12.16 Tampere ACC:n sektorin 4 taajuudella 132,325 MHz ja kertoi olevansa lentopinnalla 360. R1 vastasi, että hänellä on tutkayhteys ja antoi tulokset Helsinkiin: "Cleared ORIMAA 2E transition, runway 22L" (Selvä seuraamaan ORIMAA 2E -transitiota, kiitotie 22L). Finnair 473:n ylitettyä Rovaniemi ja Tampere FIR:n rajalla sijaitsevan ilmoittautumispaikan NUTTU, siirtyi lennonjohtovastuu Tampere ACC:n sektorille 4. Finnair 473 lensi ATS-reittiä UA22 linjalla Haapajarvi - Jyväskylä.

kylä - Orimattila. ATS-reitit UN866 ja UA22 leikkaavat toisensa noin 39 NM VOR/DME-radiomajakasta (VHF-monisuuntamajakka/etäisyydenmittauslaite) LUONET etelään.

Koska sektorit 4 ja 5 oli yhdistetty lennonjohtopöytään 4, sama lennonjohtaja vastasi lennonjohtopalvelusta molemmissa sektoreissa. R1 ja R2 olivat releoineet radiotaajuu-
det siten, että sektori 4:n radioliikenne taajuudella 132,325 MHz kuului myös sektori 5:n
taajuudella 125,4 MHz. Lennonjohdon ja ilma-alusten radioliikenne kuului molemmilla
taajuuksilla.

Kun Finnair 473 oli noin 15 NM VOR/DME-radiomajakasta LUONET etelään, R1 antoi
sille selvityksen: "When ready, descend to flight level 130" (Kun valmista, laskeudu len-
topinnalle 130). Finnair 473 kuittasi selvityksen.

Helsinki-Vantaan IAF:n jättöaikoja laskevan laitteen (Maestro) mukaan saapuvalla lii-
kenteelle alkoi syntyä myöhästymistä. Välttääkseen odotuskuviossa ORIMAA lentämistä
R1 muutti Lappeenrannasta Helsinkiin saapuvan Golden 615L:n ja Finnair 473:n saa-
pumisjärjestystä ja käytti nopeuden säätelyä.

R1 havaitsi porrastusminimien alittuneen hetkeä ennen, kun Finnair 473 ilmoitti suoritta-
vansa väistön yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoittavan järjestelmän (Traffic alert and
Collision Avoidance System, TCAS) toimintaohjeen (Resolution Advisory, RA) mukaan
sanomalla "Rovaniemen alue, Finnairin 473, we are starting TCAS descent" (Rovanie-
men alue, Finnair 473 aloitamme TCAS-laskun). R2 havaitsi porrastuksen alituksen, kun
R1 totesi tilanteen ääneen. Virgin 901 ilmoitti: "Virgin 901, we are TCAS RA, TCAS RA
climbing" (Virgin 901, meillä on TCAS RA, TCAS RA nousussa). R1 vastasi molempiin
ilmoituksiin: "Roger" (selvä). Hän näki, että Finnair 473 oli jättänyt matkalentokorkeuten-
sa, totesi, että ilma-alukset eivät tule osumaan toisiinsa ja otaksui, että ne tekevät
TCAS-väistön. R1 ei antanut selvityksiä, etteivät ne olisi olleet ristiriidassa TCAS:n toi-
mintaohjeiden kanssa. Hän arvioi, että Virgin 901 ohitti Finnair 473:n hiukan sen etu-
puolelta, kun Finnair 473 oli noin lentopinnalla 350 liu'ussa.

Finnair 473 jatkoi laskeutumistaan TCAS-toimintaohjeen noudattamisen jälkeen, koska
sillä oli lennonjohdon selvitys laskeutua lentopinnalle 130 ja etäisyys Helsingistä las-
keutumisen aloittamiseen oli sopiva. Ohjaajat sanoivat tekevänsä tapahtumasta ilmoi-
tuksen ja kysyivät toisen ilma-aluksen kutsumerkkiä. Virgin 901 palasi lentopinnalle 360
TCAS-toimintaohjeen noudattamisen jälkeen. Myös Virgin 901:n ohjaajat kysyivät toisen
ilma-aluksen kutsumerkkiä ja kysyivät lisäksi lennonjohtajalta oliko tämä kuullut heidän
ilmoituksensa TCAS RA:sta. Lennonjohtaja vastasi myöntävästi.

1.1.3 Virgin 901:n toiminta

Virgin 901 ylitti ilmoittautumispaikan AGAMO klo 12.10 lentopinnalla 350 ja lensi ATS-
reittiä UN866 linjalla Joensuu - Maarianhamina. Lennonjohtaja selvitti Virgin 901:n nou-
semaan lentopinnalle 360 ja totesi, että tämä tulisi olemaan Virgin 901:n lopullinen len-
topinta. Perämies toimi ohjaavana ohjaajana (Pilot Flying, PF) ja kapteeni ei-ohjaavana
ohjaajana (Pilot Not Flying, PNF).

Kun TCAS antoi liikennetiedotteen (Traffic Advisory, TA), molemmat ohjaajat valitsivat lennonvalvontajärjestelmän suunnistusnäytölleen pienemmän mittakaavan ja alkoivat tarkkailla ilmatilaa saadakseen TA:n aiheuttaneen ilma-aluksen näkyviin. Se tuli näkyviin suunnistusnäytölle samalla lentokorkeudella ja suunnassa klo 3-4. Molemmat ohjaajat näkivät ilma-aluksen noin 3 NM etäisyydellä. TCAS antoi lähes välittömästi RA:n: "Climb, Climb" (Nouse, nouse). Perämies kytki automaattisen tehonsäädön ja automaattihajauksen pois päältä, lisäsi tehoa ja aloitti nousun. Kapteeni keskittyi seuraamaan ilma-aluksen nousua ja vaaratilanteen aiheuttanutta ilma-alusta suunnistusnäytöltä. Perämies näki vaaratilanteen aiheuttaneen ilma-aluksen aloittavan laskeutumisen. Toinen ilma-alus ohitti Virgin 901:n sen takaa liu'ussa. TCAS ilmoitti: "Clear of Conflict" (Vaara ohi).

Virgin 901:n kapteeni arvioi pienimmän vaakaetäisyyden ilma-alusten välillä olleen 1-2 NM, kun perämies arvioi sen olleen noin 1 NM. Ohjaajat arvioivat käyneensä väistössä noin lentopinnalla 365, mistä he palasivat takaisin lentopinnalle 360 tilanteen jälkeen. Kapteeni ilmoitti Tampere ACC:lle: "Virgin 901, we are TCAS RA, TCAS RA climbing" (Virgin 901, meillä on TCAS RA, TCAS RA nousussa). R1 vastasi: "Roger" (Selvä).

Tilanteen mentyä ohi Virgin 901 kutsui Tampere ACC:tä: "Control, Virgin 901" (alue, Virgin 901). Lennonjohtaja vastasi: "Virgin 901, you are now clear of traffic" (Virgin 901, olet nyt selvä liikenteestä). Virgin 901 kysyi tämän jälkeen, oliko lennonjohtaja kuullut heidän ilmoituksensa TCAS-väistöstä ("did you copy that TCAS RA"), johon lennonjohtaja vastasi myöntävästi ja käski Virgin 901:n siirtyä Tampere ACC:n taajuudelle 127,1 MHz. Virgin 901 kuittasi tämän ja pysyi Tampere ACC:ltä vaaratilanteen aiheuttaneen ilma-aluksen kutsumerkkiä. Lennonjohtaja kertoi tämän olleen Finnair 473.

1.1.4 Finnair 473:n toiminta

Finnair 473 lähti Kittilästä klo 11.43 kohti Helsinkiä. Ohjaajat olivat päättäneet jo maassa Kittilässä, että pyytävät matkalentokorkeudeksi lentosuunnitelmassa esitetyn lentopinnan 340 sijaan lentopintaa 360, koska ilma-alus oli kevyt. Finnair 473 selvitettiin nousulennon aikana ohjaajien pyynnöstä lentopinnalle 360.

Lentopinnalla 360 oli ohjaajien mukaan hyvä näkyvyys, kirkas sää ja aurinko paistoi. Lento eteni normaalisti. Rovaniemi ACC luovutti Finnair 473:n Tampere ACC:lle, joka antoi sille tuloksetyksen Helsinkiin: "Cleared ORIMAA 2E transition, runway 22L" (Selvä seuraamaan ORIMAA 2E -transitiota, kiitotie 22L). Finnair 473 lensi ATS-reittiä UA22 linjalla Haapajärvi - Jyväskylä - Orimattila.

Perämies toimi lennolla PF:nä ja kapteeni PNF:nä. Miehistö suoritti lentopinnalla 360 tarkastuslistojen edellyttämät toimenpiteet laskeutumisen aloittamista varten. Ilma-alus oli lähestymässä laskeutumisen aloittamiskohtaa lennonhallintajärjestelmän (Flight Management System, FMS) mukaan ja perämies oli aloittamassa matkustamokuulutusta, kun TCAS antoi TA:n. Ohjaajat näkivät TCAS:n ja säätutkan näyttölaitteilta, että TA:n aiheuttanut ilma-alus oli suunnassa noin klo 10, 6-7 NM:n etäisyydellä ja samalla korkeudella. Kapteeni sai toisen ilma-aluksen näkyviin heti ja perämies hetkeä myöhemmin. Koska Finnair 473:lla oli jo selvitys laskeutua lentopinnalle 130, miehistö päätti aloittaa

laskeutumisen. Perämies aloitti laskeutumisen valitsemalla automaattiohjaukseen pystynopeustoiminnon (vertical speed).

Finnair 473 lähti loivaan liukuun. TCAS antoi lähes välittömästi tämän jälkeen RA:n "Descend, Descend" (Laskeudu, laskeudu) ja käski vajoamisnopeudeksi perämiehen arvion mukaan 3000-3500 ft/min. Perämies kytki automaattiohjauksen irti ja lisäsi vajoamisnopeutta RA:n mukaan. Kapteeni piti toisen ilma-aluksen näkyvissään ja ilmoitti Tampere ACC:lle: "Rovaniemen alue, Finnairin 473, we are starting TCAS descent" (Rovaniemen alue, Finnairin 473, aloitamme TCAS-laskun). Vajoamisnopeuden lisääntyessä ja lähestyessä toimintaohjeen arvoa TCAS ilmoitti "Adjust Vertical Speed" (Säädä vajoamisnopeutta). Ohjaajien arvion mukaan Virgin 901 ohitti Finnair 473:n sen etupuo-
lelta noin 0,5 NM vaakaetäisyydellä ja noin 500 ft pystyetaisyydellä.

Finnair 473 ilmoitti Tampere ACC:lle: "Tampere control, Finnair 473, we continue descent flight level 130 and we make report of this" (Tampereen alue, Finnair 473, jatkamme laskeutumista lentopinnalle 130 ja teemme tästä ilmoituksen). Lennonjohtaja kuittasi tämän sanomalla: "Roger" (Selvä). Finnair 473 kysyi lennonjohtajalta vielä väistön aiheuttaneen ilma-aluksen kutsumerkkiä, jonka lennonjohtaja kertoi olleen Virgin 901.

Tampere ACC käski Finnair 473:n vähentämään nopeutensa 250 solmuun. Tämän jälkeen ACC selvitti Finnair 473:n jatkamaan laskeutumista lentopinnalle 100 ja käski sen hetkeä myöhemmin ottaa yhteyden Helsingin lähestymislennonjohtoon taajuudella 129,85 MHz.

1.2 Henkilövahingot

Ei henkilövahinkoja. Virgin 901:ssä oli 18 hengen miehistö ja 119 matkustajaa. Finnair 473:ssä oli 5 hengen miehistö ja 25 matkustajaa.

1.3 Ilma-aluksen vahingot

Ilma-alukset eivät vaurioituneet.

1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja.

1.5 Henkilöstö

1.5.1 Ilma-alusten ohjaajat

Molempien ilma-alusten ohjaajien tehtävien edellyttämät lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa. Ohjaajien lentokokemuksella ei ollut merkitystä tapahtuman kannalta.

1.5.2 Lennonjohtajat

ACC:ssä oli riittävä, voimassa olleen työvuorolistan mukainen henkilöstö. Lennonjohtopöydässä 4, jonka vastuualueella vaaratilanne tapahtui, työskenteli kaksi lennonjohtajaa sekä sektoriapulainen.

Vuoronesimies:	Mies, 46 vuotta
Lupakirjat:	Lennonjohtaja, voimassa 11.1.2003 saakka
Lääketieteellinen kelp.todistus:	FIN1, voimassa 11.1.2003 saakka
Kelpuutukset:	ESACC, ERSR voimassa 11.1.2003 saakka

Lennonjohtaja R 1:	Mies, 34 vuotta
Lupakirjat:	Lennonjohtaja, voimassa 12.8.2003 saakka
Lääketieteellinen kelp.todistus:	FIN1, voimassa 12.8.2003 saakka
Kelpuutukset:	ESACC, ERSR voimassa 12.8.2003 saakka

Lennonjohtaja R 2:	Mies, 40 vuotta
Lupakirjat:	Lennonjohtaja, voimassa 30.3.2003 saakka
Lääketieteellinen kelp.todistus:	FIN1, voimassa 3.3.2003 saakka
Kelpuutukset:	ESACC, ERSR voimassa 3.3.2003 saakka

ESACC: aluelennonjohtokelpuutus Tampere ACC:ssä työskentelyyn

ERSR: aluetutkakelpuutus Tampere ACC:ssä työskentelyyn

1.6 Ilma-alukset

Finnair 473, DC-9-83, OH-LPH, kaksimoottorinen 141-paikkainen liikennelentokone, omistaja ja käyttäjä Finnair Oyj, suurin sallittu lentoonlähöpaino 67 800 kg.

Virgin 901, Airbus 340-600, G-VMEG, nelimoottorinen 311-paikkainen liikennelentokone, omistaja Avaio Leasing Company Ltd, käyttäjä Virgin Atlantic Airways Ltd, suurin sallittu lentoonlähöpaino 368 000 kg.

1.7 Sää

Ilma-alukset lensivät lentopinnalla 360 (10 950 m) näkölentosääolosuhteissa. Sää oli kirkas ja näkyvyys hyvä. Vallitsi päivä.

1.8 Suunnistuslaitteet

Suunnistuslaitteilla ei ollut merkitystä tapahtumien kulkuun.

1.9 Radioliikenne

Finnair 473 oli Tampere ACC:n taajuudella 132,325 MHz. Virgin 901 oli Tampere ACC:n taajuudella 125,400 MHz. R1 ja R2 olivat releoineet taajuudet yhteen, jolloin molempien taajuuksien radiopuhelinliikenne kuului molemmilla taajuuksilla.

1.10 Tapahtumapaikka

Ilma-alukset ohittivat toisensa Jyväskylän kaupungin eteläpuolella VOR/DME-radiomajakan LUONET radiaalilla 171 etäisyydellä 39 NM. Ohituspaikan koordinaatit olivat 61° 46' N ja 025° 40' E.

1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Molemmat ilma-alukset oli varustettu ohjaamoäänittimillä ja lennonrekisteröintilaitteilla.

Finnair 473

SSFDR Honeywell 980-4700-003, S/N 5585 (Solid State Flight Data Recorder, Kiinteämuistinen lennonrekisteröintilaitte)

Virgin 901

SSFDR Honeywell 980-4700-042, S/N 07589

Finnair 473:n ohjaamoäänittimen taltioinnin pituus oli 30 min ja Virgin 901:n 2 h. Kummankin ilma-aluksen ohjaamoäänittimien tiedot olivat nauhoittuneet yli. Finnair 473:n kapteeni ei arvioinut ohjaamoäänittimen pysäyttämistä tarpeelliseksi. Airbus 340-600 -lentokoneen ohjaamoäänitintä ei voi pysäyttää ohjaamosta, koska järjestelmän lämpölaukaisin on avioniikkatilassa.

Lennonrekisteröintilaitteiden tiedot saatiin Finnair Oyj:ltä ja Virgin Atlantic Airways:ltä. Virgin Atlantic Airways:ltä saatiin lisäksi ilma-aluksen TCAS-tietokoneen taltiointi, josta saatiin tietoja TCAS:n toiminnasta. Finnair 473:n TCAS ei ollut tietoja taltioiva laite.

1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus

Ei suoritettu.

1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Ei suoritettu.

1.14 Tulipalo

Ei syttynyt.

1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

Ei tarvittu.

1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset

1.16.1 Ilma-alusten lentoradat

Ilma-alusten lentoradat määritettiin lennonrekisteröintilaitteiden (Flight data recorder, FDR) avulla. Määrittämisessä käytettiin apuna Virgin 901:n TCAS:n tallentamia tietoja. Määrittäminen oikeellisuus ja tarkkuus tarkastettiin vertaamalla laskettuja lentoratoja Tampere ACC:n tutkakuvatallenteeseen, jonka päivitysväli oli 5 s.

Virgin 901:n TCAS oli tallentanut kolme tapahtumaa, jotka olivat liikennetiedote "traffic", toimintaohje "climb" ja vaara ohi -ilmoitus "clear of conflict". Muistista saatiin näiden kolmen tapahtuman aika ja Virgin 901:n korkeus kyseisillä hetkillä. Lisäksi saatiin korkeusero, pystynopeusero, suunta ja etäisyys Finnair 473:een nähden.

Virgin 901:n TCAS antoi TA:n klo 12.32.51. Tällöin molemmat ilma-alukset olivat lentopinnalla 360 vaakaetäisyydellä 6,4 NM. Finnair 473 lähti liukuun 7 s kuluttua klo 12.32.58.

Virgin 901:n TCAS antoi RA:n 14 s TA:n jälkeen klo 12.33.05. Tällöin ilma-alusten korkeusero oli 40 ft ja vaakaetäisyys 4,6 NM. Virgin 901:n TCAS määritteli pystynopeuden tavoitearvoksi 800 ft/min. Molempien ilma-alusten ohjaajat aloittivat TCAS:n mukaiset väistötoimenpiteet kahden sekunnin kuluttua klo 12.33.07 ja irrottivat autopilotit. Pienin kuormitusmonikerta, jonka Finnair 473 saavutti, oli 0,70 ja suurin, jonka Virgin 901 saavutti, oli 1,3.

Finnair 473:n perämies muutti ilma-aluksen pituuskallistuskulmaa vaakalennosta 4,5° alaspäin, jolloin ilma-alus laskeutui suurimmillaan 3700 ft/min. Virgin 901 muutti pituuskallistuskulmaa vaakalentoasennosta 3,5° ylöspäin, jolloin ilma-alus nousi suurimmillaan 2600 ft/min klo 12.33.15. Heti tämän jälkeen klo 12.33.16 Virgin 901:n TCAS antoi ohjeen säätää pystynopeutta: "Adjust Vertical Speed." Tällöin ilma-alusten välinen korkeusero oli 650 ft ja vaakaetäisyys 3,3 NM. Tämän jälkeen Finnair 473 loivensi laskeutumistaan ja Virgin 901 nousuaan.

Virgin 901 kävi korkeimmillaan klo 12.33.22 380 ft lentopinnan 360 yläpuolella. Tällöin ilma-alusten välinen korkeusero oli 1120 ft ja vaakaetäisyys 2,6 NM. Virgin 901 oli suoraan Finnair 473:n edessä klo 12.33.37, jolloin niiden välinen korkeusero oli 1150 ft ja vaakaetäisyys 1,0 NM. Pienin ilma-alusten välinen vaakaetäisyys oli 0,87 NM klo 12.33.41, jolloin pystyetaisyys oli 1200 ft. Virgin 901:n TCAS antoi klo 12.33.43 ilmoituksen: "Clear of Conflict" (Vaara ohi). Kaksi sekuntia myöhemmin klo 12.33.45 Finnair 473 oli suoraan Virgin 901:n takana, jolloin niiden välinen vaakaetäisyys oli 1,0 NM ja pystyetaisyys 1290 ft.

1.16.2 TCAS:n toiminta

Yhdysvaltojen ilmailuviranomaisen (Federal Aviation Administration, FAA) käyttämä nimitys yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoittavasta järjestelmästä on TCAS. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (International Civil Aviation Organisation, ICAO) ja Yhteiseu-

rooppalaisten ilmailuviranomaisten (Joint Aviation Authorities, JAA) käyttämä nimitys on ACAS (Airborne Collision Avoidance System).

TCAS on maalaitteista ja ilma-aluksen navigaatiolaitteista riippumaton järjestelmä, jolla pyritään kiinnittämään ohjaamomiehistön huomio lähellä lentäviin toisiin ilma-aluksiin ja antaa tarvittaessa väistöohjeita ilmassa tapahtuvien yhteentörmäysten välttämiseksi.

TCAS II (versio 7.0) -laitteen ollessa TA/RA-moodissa se säätää herkkyyttään lentokorkeuden mukaan. Lentopintojen 200 ja 420 välillä laite on suunniteltu antamaan TA 48 s ja RA 35 s ennen hetkeä, jolloin ilma-alukset ovat lähimpänä toisiaan (Closest Point of Approach, CPA). Lentopinnoilla 200 - 420 TCAS määrittää RA:n pystynopeuden siten, että oman ja väistettävän ilma-aluksen välille syntyy 600 ft korkeusero CPA:ssa. Tähän riittää matkalentotilanteessa yleensä pituuskallistuskulman muuttaminen 2° ylös tai alas.

Virgin 901 sai TA:n 50 s ja RA:n 36 s ennen kuin ilma-alukset olivat lähimpänä toisiaan (CPA). TA:n tullessa ilma-alusten lähestymisnopeus oli 449 kt (832 km/h).

1.17 Organisaatiot ja johtaminen

1.17.1 Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskus

Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen toimintakäsikirjassa on määritelty sen tehtävät, organisaatio ja vastuualueet. Lennonvarmistuskeskuksessa toimii hallintotoimiala, liikennetoimiala, lentopelastustoimiala, tekninen toimiala, tietojärjestelmäyksikkö ja erityisyksikkö. Lennonvarmistuskeskuksen toimintaa johtaa lennonvarmistuskeskuksen päällikkö.

Liikennetoimiala vastaa lennonvarmistuskeskuksen ilmaliikenne-, ilmailutiedotus- ja ilmailuviestipalveluiden tuottamisesta sekä ilmatilan koordinointiin ja valvontaan liittyvistä tehtävistä. Toimiala vastaa omiin tehtäviinsä liittyvästä yhteistoiminnasta muiden ilmaliikennepalveluelinten ja ilmatilan käyttäjien kanssa. Lisäksi toimiala vastaa omien tehtäviensä edellyttämän perus- ja kertauskoulutuksen koordinoinnista. Liikennetoimialaa johtaa aluelennonjohdon päällikkö.

Vuoronesimiehenä aluelennonjohdossa toimii tehtävään erikseen tai tilapäisesti nimitetty, riittävät tiedot, taidot ja kokemuksen omaava lennonjohtaja. Hänellä tulee olla voimassa ESACC- ja ERSR-kelpuutukset sekä riittävä tietous ja kokemus lentopelastuspalvelusta.

Vuoronesimies toimii vuoronsa esimiehenä ja johtaa tällöin aluelennonjohdon toimintaa sekä koordinoi ilmaliikenne- ja lentopelastuspalvelua Tampereen lentotiedotusalueella. Vuoronesimiehen tehtäviin kuuluu muun muassa

- johtaa ja valvoa aluelennonjohdon toimintaa sekä annettujen ohjeiden ja määräysten noudattamista
- vastata siitä, että työpisteiden määrä ja miehitys vastaavat ilmaliikenteen asettamia vaatimuksia käytettävissä olevan henkilöstön ja laitteiston puitteissa

- seurata ja valvoa vuoron sisäistä työvuorojen kiertoa siten, että tarpeellisia taukoja on tasapuolisesti
- ryhtyä toimenpiteisiin ilmailiikennepalvelussa havaitsemiensa epäkohtien ja puutteiden selvittämiseksi ja korjaamiseksi
- suorittaa FMP-työpisteen tehtävät (ilmailiikenteen säätelyasema, Flow Management Position)
- ylläpitää aluelennonjohdon päiväkirjaa.

Vastaava lennonjohtaja R1 antaa tutkaan perustuvaa lennonjohtopalvelua johdetuille lennoille valvotussa ilmatilassa Tampere ACC:n vastuualueella. Hän antaa lentotiedotuspalvelua ja hälytyspalvelua sekä valvotussa että valvomattomassa ilmatilassa Tampereen lentotiedotusalueella ja yllälentotiedotusalueella. R1:n tehtäviin kuuluu

- vastata tutkaan perustuen ilmailiikennepalvelusta vastuualueellaan ja porrastaa ilma-alukset toisiinsa sekä ilmatilan käyttövarauksiin nähden
- sopia vierekkäisten sektoreiden R1:n kanssa lennolla olevien ilma-alusten uudelleen reititykset
- suorittaa kaikki ilma-alusten luovutus- ja vastaanottotoiminnot
- hoitaa radiopuhelinliikenne
- vastata Maestro-järjestelmän käytöstä.

Vastaavan lennonjohtajan tehtäviä hoitavalla lennonjohtajalla tulee olla voimassa ESACC- ja ESRSR-kelpuutukset.

Avustava lennonjohtaja R2 avustaa vastaavaa lennonjohtajaa lennonjohtopalvelun antamisessa Tampere ACC:n vastuualueella. Hän antaa lentotiedotuspalvelua ja hälytyspalvelua sekä valvotussa että valvomattomassa ilmatilassa Tampereen lentotiedotusalueella ja yllälentotiedotusalueella. R2:n tehtäviin kuuluu

- vastata liuskapöydän päivittämisestä ja avustaa R1:tä konfliktin etsinnässä (lennonjohdossa käytetään paperiliuskoja, jotka tulostuvat automaattisesti)
- laatia itsenäisesti lähtevän liikenteen lennonjohtoselvitykset ja laatia lähtöporrastukset vaikuttavaan, saapuvaan tai ylilentävään liikenteeseen nähden sekä hyväksyä Tukholmasta lähtevän, Tampere FIR:iin saapuvan liikenteen lennonjohtoselvitykset
- tiedottaa R1:lle lähtevästä liikenteestä ja laatimistaan lennonjohtoselvityksistä sekä välittää R1:n tekemät muutokset lennonjohtoselvityksiin siten, että R1:llä on ajantasalla olevat tiedot ilmailiikennepalvelun antamiseksi ja ilma-alusten porrastamiseksi
- myöntää ilmatilavaraukset, tiedottaa niistä R1:lle ennen niiden voimaan astumista ja toimia R1:n ohjeiden mukaan niiden muuttamiseksi
- koordinoita itsenäisesti toisiaan sivuavien varausalueiden välinen liikenne
- huolehtia arviosanomien kertomisesta ja niihin liittyvistä korjauksista sekä OLDI:n (On-Line Data Interchange) operatiivisista toiminnoista

- huolehtia puhelinliikenteestä yhteistyössä sektoriapulaisen kanssa poislukien tutkalinjat
- vastata VFR-lentojen saapumis- ja lähtöilmoitusten seuraamisesta.

Avustavan lennonjohtajan tehtäviä hoitavalla lennonjohtajalla tulee olla voimassa vähintään ESACC-kelpuutus.

Feeder-lennonjohtaja vastaa ilmaliikennepalvelusta aluelennonjohdon sektorilta käyttöönsä varaamassa ilmatilassa. Feeder-lennonjohtajan tehtävänä on syöttää Tampere ACC:n ilmatilasta Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemille laskuun menevät ilma-alukset Helsingin lähestymisalueelle EFES-EFHK-yhteistoimintasopimuksen sekä Maestro-järjestelmän antamien arvojen mukaisesti.

Feeder-työpisteessä työskentelevällä lennonjohtajalla tulee olla voimassa ESACC- ja ERSR-kelpuutukset.

Sektoriapulaisen tehtävänä on välittää selvitys- ja ilmatilavarauspyynnöt avustavalle lennonjohtajalle sekä välittää lennonjohtajan myöntämät lennonjohtoselvitykset ja varaukset ATS-yksiköille ja muille yksiköille. Sektoriapulainen päivittää lentosuunnitelmatie-toja lentotietojen käsittelyjärjestelmään (Flight Data Processing System, FDPS).

Sektoriapulaisen tehtäviä voi hoitaa erikseen määritellyn koulutuksen hyväksytysti suorittanut lennonjohtoapulainen tai lennonvarmistusvirkailija. Myös lennonjohtaja voi hoitaa sektoriapulaisen tehtäviä. Sektoriapulaisen tehtävät voidaan siirtää avustavan lennonjohtajan työpisteeseen.

Koulutuspäällikkö toimii koulutusorganisaation vastuullisena johtajana. Liikennetomialalla annetaan koulutusorganisaation puitteissa perus-, täydennys- ja kertauskoulutusta lennonjohtajille. Koulutuspäällikön tulee olla Ilmailulaitoksen Lentoturvallisuushallinnon julkaiseman ilmailumääräyksen TRG M3-2 mukaiset vaatimukset täyttävä lennonjohtaja.

Koulutuspäällikön tehtävänä on vastata siitä, että koulutusluvan lupaehtoja ja voimassa olevia määräyksiä noudatetaan kaikessa organisaation antamassa koulutuksessa ja että koulutus järjestetään hyväksytyn koulutusohjelman mukaisesti.

Koulutusorganisaatio järjestää lennonjohtajien lupakirjojen ja kelpuutusten myöntämisen ja uudistamisen edellyttämät tasotarkastukset.

Turvallisuus- ja laaturyhmä käsittelee lennonvarmistuskeskusta koskevat vaaratilanneraportit, poikkeama- ja havaintoilmoitukset, selonteot, Ilmailulaitoksen pääkonttorista tulevat koosteet ja muut turvallisuuteen liittyvät asiat. Lisäksi ryhmä arvioi ja seuraa yksikön toiminnan turvallisuutta turvallisuuden hallintajärjestelmän asettamien vaatimusten pohjalta sekä arvioi toimintatapojen tai –ympäristön muutosten vaikutuksia turvallisuuteen ennen muutosten toteuttamista.

1.17.2 Lennonjohtajien TCAS-koulutus Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksessa

Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskus toteuttaa operatiivisen henkilöstönsä koulutuksen koulutusluvan mukaisesti. Koulutuspäällikkö suunnittelee ja järjestää ACC:n operatiiviseen toimintaan liittyvän perus-, täydennys- ja kertauskoulutuksen.

Aluelennonjohto- ja aluetutkakurssien opetusohjelmaan kuuluvan varoitusjärjestelmiä käsittelevän opetuksen lähteinä käytetään LJKK:n (Lennonjohtajan käsikirja), ICAO:n ja FAA:n materiaalia. Myös liikennelentäjiä käytetään TCAS-koulutuksen antamiseen. Opetus sisältää seuraavat aiheet:

- Ilma-aluksen järjestelmät; ACAS ja GPWS (Ground proximity warning system, Maan läheisyydestä varottava järjestelmä)
- Lennonjohdon järjestelmät; STCA (Short term conflict alert, Lyhyen varoitusaajan hälytysjärjestelmä), MTCA (Medium term conflict alert, Keskipitkän varoitusaajan hälytysjärjestelmä) ja MSAW (Minimum safe altitude warning, Turvallisen minimikorkeuden varoitusjärjestelmä)
- LJKK:n mukainen toiminta ACAS-väistötilanteessa
- Vastuukysymykset toimintaohjeita noudatettaessa
- Radiopuhelinliikenne
- TCAS aluelennonjohdon ilmatilassa (FAA:n video)

Vuoden 1999 loppupuolella järjestettiin kaikille Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen lennonjohtajille ACAS II, versio 7.0 -järjestelmään liittyvä koulutus.

Vuoden 2000 loppupuoliskolla järjestettiin kaikille Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen lennonjohtajille RVSM-koulutus, jonka yhteydessä käsiteltiin erityisesti TCAS-versioiden (6.04 ja 7.0) toimintojen eroavaisuuksia.

1.17.3 Sektorointi- ja Feeder-ohjeistus

"Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen ATS-ohje tai määräys" -kansiossa (EOM) on ohjeistus uuden työyksikön avaamisesta tai sulkemisesta ja sektoroinnin muutoksista (osa OPS-O Nro 12/00). Ohjeistuksessa mainitaan muun muassa: "Uuden työyksikön avaamisessa on huomioitava, että uuden yksikön avaaminen tulee tapahtua ajoissa." Ohjeen mukaan päätöksen sektoroinnin muutoksesta tekee vuoronesimies.

Sektorityöohjeessa (Osa Feeder, 22.5.2002) on ohjeistettu Feeder-toiminta. Ohjeen kohdan 3.1 mukaan: "Vuoronesimies määrää liikenne-ennusteen perusteella Feeder-yksikön valmiustilaan. Tällöin avattava Feeder-yksikkö miehitetään. Feeder-yksikkö ilmoittaa ko. sektorille valmiustilasta." Kohdan 3.2 mukaan: "ACC:n sektori, vuoronesimies tai Feeder-sektori päättää Feeder-yksikön toiminnan aloittamisesta."

1.18 Muut tiedot

1.18.1 TCAS:n historia

Yhteentörmäysvaarasta ilmassa varoittavan järjestelmän kehitys aloitettiin Yhdysvalloissa 1950-luvulla. BCAS (Beacon Collision Avoidance System) kehitettiin 1970-luvulla. FAA aloitti vuonna 1981 kehittyneemmän version, TCAS:n kehittämisen. Tästä sittemmin kehitetty TCAS II, joka käyttää apunaan transponderin S-moodia.

FAA teki TCAS II:ta kehitettäessä paljon simulaatioita ja turvallisuusanalyysyjä. Niiden perusteella TCAS II selvittää lähes kaikki yhteentörmäysvaaratilanteet. Sen ohjeet eivät kuitenkaan toimi aina, koska sen toiminta perustuu ilma-alusten korkeusmittariasetuksiin ja edellyttää, että ilma-alukset eivät tee äkillisiä suunnan tai pystynopeuden muutoksia. TCAS auttaa vain, jos molempien törmäyskurssilla olevien ilma-alusten miehistöt noudattavat sen toimintaohjeita. FAA:n tutkimusten mukaan ilmassa tapahtuvien yhteentörmäysten määrä on TCAS II:ta oikein käytettäessä alle 10 % siitä, mitä se olisi ilman järjestelmää.

ICAO:n Annex 6:n mukaan 1.1.2003 alkaen ACAS II -laitteisto on pakollinen kaikissa turbiinimoottorisissa ilma-aluksissa, joiden suurin sallittu lentoonlätöpaino ylittää 15 000 kg tai suurin matkustajamäärä ylittää 30. Suomessa vaatimus tuli voimaan 1.4.2001. ACAS II -laitteisto tulee pakolliseksi 1.1.2005 kaikissa turbiinimoottorisissa ilma-aluksissa, joiden suurin sallittu lentoonlätöpaino ylittää 5 700 kg tai suurin matkustajamäärä ylittää 19.

1.18.2 TCAS-ohjeistus

ICAO:n Annex 2:n kohdan 3.2.2 (lentosäännöt, kohta 3.2.2) mukaan ilma-aluksen, jolla on väistämissääntöjen mukaan etuoikeus, on säilytettävä ohjaussuuntansa ja nopeutensa. Mikään näistä säännöistä ei kuitenkaan vapauta ilma-aluksen päällikköä velvollisuudesta toimia siten, että yhteentörmäys varmimmin vältetään. ACAS-laitteen antamiin toimintaohjeisiin perustuvat väistötoimenpiteet voivat myös olla varmin keino välttää yhteentörmäys.

ICAO:n Doc 8168:n osan VIII kohdan 3.1 (Lentomenetelmät) mukaan ACAS on tarkoitettu avustamaan ohjaajia ilma-aluksen turvallisessa käyttämisessä. Mikään kohdan 3.2 menettelytavoissa ei saa estää ilma-aluksen päällikköä käyttämästä parasta harkintaansa ja täysiä valtuuksiaan valitessaan toimenpiteen yhteentörmäyksen välttämiseksi. Doc 8168:n osan VIII kohdan 3.2 mukaan

- ohjaaja ei saa tehdä väistöä pelkästään TA:n perusteella
- RA:n mukaisen väistön muuttaessa ilma-aluksen lentorataa, on uhkaavan liikenteen etsinnän lisäksi suoritettava sen ilmatilan näkö tarkastus, johon oma ilma-alus on väistämässä
- lentoradan muuttaminen on rajoitettava mahdollisimman pieneksi RA:n noudattamiseksi

- ohjaajan, poikettuaan lennonjohtoselvityksestä RA:n mukaisessa väistössä, on tilanteen selvittämisen jälkeen palattava pikaisesti takaisin lennonjohtoselvityksen tai -ohjeen noudattamiseen ja ilmoitettava lennonjohdolle asiasta niin pian kuin mahdollista.

TA:n tarkoituksena on avustaa näköyhteyden saamisessa uhkaavaan liikenteeseen sekä varoittaa ohjaajaa mahdollisesta RA:sta.

ICAO:n Doc 4444:n kohdan 15.6.3.2 (lennonjohtajan käsikirja, kohta 10.2.2) mukaan kun ohjaaja ilmoittaa suorittavansa ACAS-järjestelmän antaman toimintaohjeen mukaista toimenpidettä, ei lennonjohtajan tule yrittää muuttaa ilma-aluksen lentorataa ennen kuin ohjaaja ilmoittaa palaavansa noudattamaan voimassa olevaa lentosuunnitelmaa. Lennonjohtajan tulee kuitenkin antaa liikenneilmoituksia siinä määrin kuin on käytännöllistä.

ICAO:n Doc 4444:n kohdan 15.6.3.3 mukaan, kun ilma-alus poikkeaa selvityksestään noudattaessaan RA:ta, lennonjohtajan vastuu lakkaa tämän ilma-aluksen porrastamisesta muihin ilma-aluksiin nähden, joihin toimintaohjeen mukainen väistöliike suoraan vaikuttaa. Lennonjohtajan porrastusvastuu kyseisiin ilma-aluksiin palaa, kun

- a) lennonjohtaja kuittaa ohjaajan ilmoituksen, että ilma-alus on palannut noudattamaan lennonjohtoselvitystä, tai
- b) lennonjohtaja kuittaa ohjaajan ilmoituksen, että ilma-alus palaa noudattamaan lennonjohtoselvitystä ja lennonjohtaja antaa vaihtoehtoisen selvityksen, jonka ohjaaja on kuitannut.

Lennonjohtajan käsikirjan kohdassa 10.2.3 todetaan lisäksi, että

- järjestelmän käyttö ei muuta ohjaajien ja lennonjohtajien vastuuta koskien lentoturvallisuutta
- saatuaan tiedon, että johdettu lento suorittaa RA:n mukaisia väistöliikkeitä, lennonjohtajan ei tule antaa ohjeita, jotka ovat ohjaajan ilmoittamien väistöliikkeiden vastaisia
- olosuhteiden salliessa tulee lennonjohtajan antaa liikenneilmoituksia niille ilma-aluksille, joihin väistöliikkeet vaikuttavat.

Radiopuhelinliikenteestä lennonjohtajan käsikirjan kohdassa 10.2.4 todetaan: "Ohjaajan tulisi ilmoittaa ATC-elimelle toimintaohjeesta vain, kun toimenpide poikkeuttaa ilma-aluksen voimassa olevasta lennonjohtoselvityksestä. Ilmoituksen tulee sisältää toimintaohjeen antama suunta (nousu tai lasku) ja sen jälkeen väistöliikkeen suorittamisen päätyminen niin pian kuin mahdollista. Kuitenkaan ei ole vaatimusta, että ohjaajan tulee ilmoittaa lennonjohtajalle ennen väistöliikkeen aloitusta.

Kun toimintaohje on aiheutunut lennonjohtoselvityksestä, tulee ohjaajan antaman ilmoituksen sisältää:

- a) lennonjohtoyksikön nimi

- b) ilma-aluksen tunnus
- c) poikkeamisen tarkka määrittely.”

1.18.3 TCAS-väistöön liittyviä ongelmia

FAA:n tutkimusten mukaan 300-500 ft:n korkeusero ilma-alusten välillä on riittävä TCAS-väistössä. Ohjaajat väistävät joskus huomattavasti enemmän kuin RA:n mukaan olisi ollut tarpeen tai toivottavaa. FAA:n mukaan on epätodennäköistä, että väistävä ilma-alus törmäisi kolmanteen ilma-alukseen läheisellä lentopinnalla, koska TCAS II:n suunnittelussa on otettu myös monen ilma-aluksen vaaratilanne huomioon.

FAA on tutkinut myös TCAS:n ja lennonjohdon vuorovaikutusta. Ohjaajat ovat monesti raportoineet liian myöhään TCAS-väistöstä ja aiheuttaneet lennonjohdossa sekaannusta. On myös ilmennyt, että ohjaajat eivät aina palaa lentämään lennonjohtoselvityksen mukaiselle korkeudelle heti, kun tilanne on ohi.

Myös Eurocontrol (European Organisation for the Safety of Air Navigation) on tutkinut asiaa ja toteaa ACAS-bulletiinissaan, että TCAS II -järjestelmän toiminnan edellytys on se, että ohjaajat noudattavat tarkasti ja nopeasti RA:ta. Bulletinin mukaan syynä siihen, että ohjaajat eivät noudata RA:ta, voi olla esimerkiksi ohjeen kanssa ristiriidassa oleva lennonjohtoselvitys, virheellinen käsitys liikennetilanteesta, virheellinen näköhavainto tai se, että ylimmällä mahdollisella lentokorkeudella lentäessään ohjaajat eivät halua väistää ylöspäin, vaikka RA niin käskee.

RA:n kanssa ristiriidassa olevan lennonjohtoselvityksen noudattaminen on johtanut vakaviin onnettomuuksiin. Japanissa tapahtui 31.1.2001 onnettomuudeksi luokiteltava vakava vaaratilanne, jossa 9 ihmistä loukkaantui vakavasti ja 91 lievästi. Boeing 747-400:n ohjaajat saivat lennonjohtoselvityksen alaspäin ja aloittivat liu'un. Selvityksen takaisinluvun aikana tuli RA ylöspäin. Ohjaajat noudattivat lennonjohtoselvitystä ja jatkoivat liukua. Samaan aikaan DC-10:n ohjaajat väistivät RA:n mukaan alaspäin, mutta muuttivat väistön suunnan ylöspäin nähdessään myös toisen ilma-aluksen väistävän alaspäin. Lopulta Boeing 747:n ohjaajat välttivät yhteentörmäyksen erittäin rajalla väistöliikkeellä. Ilma-alusten välinen etäisyys oli pienimmillään 135 ± 30 m lentopinnalla 355.

Saksan ja Sveitsin rajalla lentopinnalla 350 tapahtui 1.7.2002 yhteentörmäys, jossa kuoli 71 ihmistä. Tupolev 154 lensi lentopinnalla 360 ja sai selvityksen lentopinnalle 350. Samaan aikaan tuli TCAS RA ylöspäin, mutta ohjaajat noudattivat lennonjohtoselvitystä. Lentopinnalla 360 lentänyt Boeing 757 sai TCAS RA:n alaspäin, jota ohjaajat noudattivat. Ilma-alukset törmäsivät toisiinsa.

1.18.4 Lennonjohdon yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä (STCA)

Tampere ACC:ssa nykyisin käytössä oleva tutkalaitteisto, Eurocat 1000 otettiin operatiiviseen käyttöön joulukuussa 1992. Järjestelmässä on lentotietojen käsittelyjärjestelmä (Flight Data Processing System, FDPS), tutkatietojen käsittelyjärjestelmä (Radar Data Processing System, RDPS) ja yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä (Short

Term Conflict Alert, STCA). Hälytysalue (STCA region) jakautuu eteläiseen ja pohjoiseen alueeseen, joiden välinen raja on noin 63° N. Eteläinen ja pohjoinen alue jakautuu lisäksi pystysuunnassa kahteen alueeseen, joiden välinen raja on FL 200. STCA ei mahdollista yksittäisten osa-alueiden, kuten lähestymisalue (Terminal Control Area, TMA), sotilaslennonjohtoalue (Military Control Area, MIL CTA) tai tilapäinen erillisva-
rausalue (Temporary Segregated Area, TSA), poistamista (Inhibition area) hälytysalueesta. STCA-järjestelmä ei myöskään huomioi ilma-alusten selvityskorkeutta. STCA tarkastelee ilma-aluksen etupuolelta tiettyä sektoria, jolla ilma-alus voi olla seuraavan 90 s aikana (look ahead time). STCA antaa hälytyksen 60 s ennen kuin ilma-alukset ovat lähimpänä toisiaan (warning time). Mainitut aikaparametrit ovat samat koko tutkaverkoston peittoalueella.

STCA-järjestelmä aiheutti paljon virrehälytyksiä (nuisance alerts), jotka eivät ilmoittaneet todellisesta vaaratilanteesta, mutta jotka lennonjohtajan täytyi tarkistaa ja kuitata. Lennonjohtajat totesivat niiden häiritsevän työskentelyä siinä määrin, että STCA:ta käytettiin vain satunnaisesti. Useimmat virrehälytykset aiheutuivat Helsinki-Vantaan lähestymisalueen liikenteen 3 NM tutkaporrastusminimistä. STCA-järjestelmä ei ollut tapahtumahetkellä käytössä Tampere ACC:ssa, sitä ei oltu käytetty moneen vuoteen eikä sen käyttöä oltu ohjeistettu. Tutkitussa tapauksessa STCA olisi hälyttänyt noin 8 NM ennen ilma-alusten lentoratojen leikkauspistettä.

Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskukseen asennetaan uutta Eurocat 2000 -esitysjärjestelmää, mihin kuuluu muun muassa STCA ja MTCA. Uudet laitteet on suunniteltu otettavaksi operatiiviseen käyttöön vuoden 2003 marraskuussa.

2 ANALYYSI

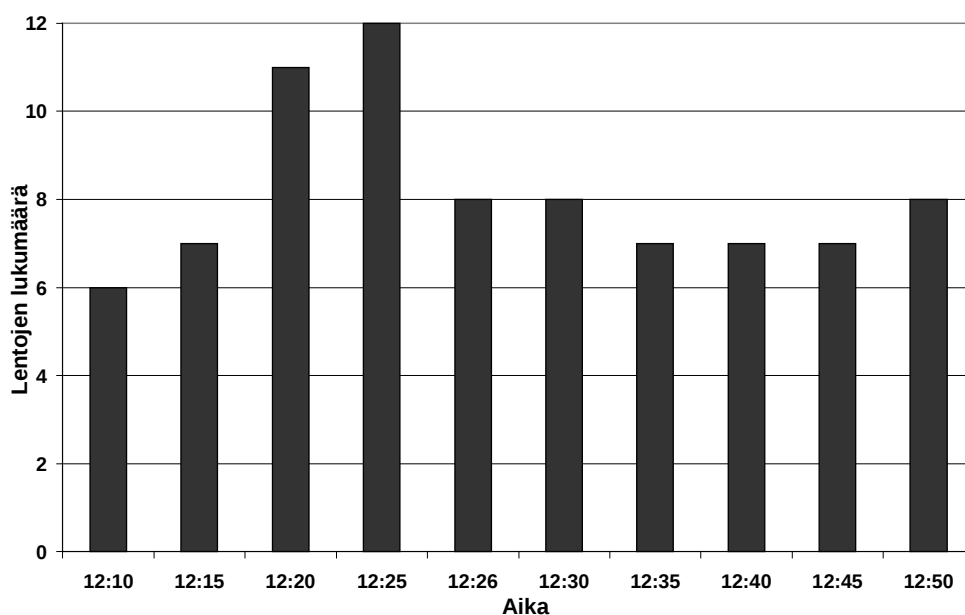
2.1 Lennonjohdon toiminta

2.1.1 Sektoreiden jako

Tampere ACC:ssä on ilmailukenteen säätelyasema (Flow Management Position, FMP), mistä vuoronesimies saa ennustetun liikennemäärän ACC:n sektoreille ja Helsinki-Vantaan lentokentälle, tarvittaessa myös muille lentokentille. Brysselissä sijaitseva ilmailuliikennevirtojen keskussäätely-yksikkö (Central Flow Management Unit, CFMU) laatii ennusteen lentosuunnitelmiin perustuen. Ennusteessa ei huomioida sotilasliikennettä, joten toteutunut liikennemäärä on yleensä suurempi kuin ennustettu, ja se pitäisi huomioida suunniteltaessa sektoreiden jakamista.

Tapahtumapäivänä klo 12.00 - 13.00 välisenä aikana yhdistettyjen sektoreiden 3, 4 ja 5 liikennemäärä oli ennusteen mukaan 29 lentoa ja kapasiteetti 20 lentoa tunnissa. Toteutunut liikennemäärä oli 36 lentoa. Yhdistettyjen sektoreiden 4 ja 5 liikennemäärä oli ennusteen mukaan 19 lentoa ja kapasiteetti 20 lentoa tunnissa. Toteutunut liikennemäärä oli 25 lentoa. Sektorin 3 liikennemäärä oli ennusteen mukaan 16 lentoa ja kapasiteetti 20 lentoa tunnissa. Toteutunut liikennemäärä oli 20 lentoa. Kokonaisliikennemäärä oli tavanomainen iltapäivän lyhytaikainen huippu näissä sektoreissa.

ACC:n vuoronesimies päätti erottaa sektorin 3 sektoreista 4 ja 5, koska yhdistettyjen sektoreiden 3, 4 ja 5 kapasiteetti olisi ennusteen mukaan muuten ylittynyt. Lennonjohtopöytä 3, vastuualueenaan sektori 3, avattiin klo 12.25. Tämän jälkeen sektorin 3 toteutunut liikennemäärä klo 12.25 - 13.00 välisenä aikana oli 15 lentoa ja yhdistettyjen sektoreiden 4 ja 5 toteutunut liikennemäärä 20 lentoa.



Kuva 3. Liikennemäärät lennonjohtopöydässä 4 (sektorointi klo 12.25)

Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen ATS-ohje tai määräys -kansiossa on ohjeistus uuden työyksikön avaamisesta tai sulkemisesta ja sektoroinnin muutoksista (osa OPS-O Nro 12/00). Ohjeistuksen mukaan "uuden työyksikön avaamisessa on huomiotava, että uuden yksikön avaaminen tulee tapahtua ajoissa". Päätöksen sektoroinnin muutoksesta tekee vuoronesimies.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan sektorin 3 erottamisessa sektoreista 4 ja 5 myöhästyi noin 10 minuuttia. Yhdistettyjen sektoreiden 3, 4 ja 5 liikennemäärä klo 11.00 - 12.00 oli 19 lentoa, lähellä kapasiteettia 20. Ennustettu liikennemäärä klo 12.00 - 13.00 oli 29 lentoa, joka ylitti kapasiteetin 20 selvästi. Yhdistettyjen sektoreiden 3, 4 ja 5 lentojen lukumäärä kaksinkertaistui klo 12.10 - 12.25 välisenä aikana. Sektori 3 erotettiin sektoreista 4 ja 5 klo 12.25. Sektorointi vilkkaan liikenteen aikana saattoi häiritä R1:n ja R2:n työskentelyä, mutta sillä ei ollut merkitystä tapahtuman syntyyn. Sektorointi saatiin valmiiksi noin kahdeksan minuuttia ennen vaaratilannetta.

2.1.2 Feeder 2 -työpiste

Liikenteen edelleen vilkastuessa vuoronesimies määräsi Feeder 2 -työpisteen valmius-tilaan. Feeder 2 -lennonjohtaja ilmoitti klo 12.38 lennonjohtopöytänsä 4 olevansa valmiudessa. Feeder 2 -työpistettä ei kuitenkaan otettu operatiiviseen käyttöön. Lennonjohtopöydässä 4 työskennellyt R1 päätti koordinoida vastuualueeltaan Helsinkiin saapuvan liikenteen suoraan Helsingin lähestymislennonjohdon kanssa.

R1:n päätökseen olla käyttämättä Feeder 2 -työpisteen operatiivista toimintaa saattoi vaikuttaa ennustetun liikenteen lyhytaikainen huippu ja Helsinki-Vantaan ilmoittama hyvä saapuvan liikenteen kapasiteetti, joka kyseisenä aikana oli 28 saapuvaa ilma-alusta tunnissa. Ennusteen mukaan Helsinki-Vantaalle saapuvia ilma-aluksia oli klo 12.00 - 13.00 välisenä aikana kaikista sektoreista 16, joten vaikutti epätodennäköiseltä, että olisi jouduttu turvautumaan odotuspaikkamenettelyyn ilmassa (holding) alkulähestymisrastin ORIMAA yläpuolella.

Helsinki-Vantaata lähestyi alkulähestymisrastin ORIMAA kautta klo 12.00 - 13.00 välisenä aikana sektoreista 4 ja 5 seitsemän ilma-alusta, joista kolmeen sovellettiin nopeuden säätelyä, eikä odotuspaikkamenettelyyn ollut tarvetta.

Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan Feeder 2 -työpisteen operatiivista toimintaa ei tässä tapauksessa tarvittu, eikä sen käyttöönotto olisi olennaisesti vähentänyt lennonjohtopöydän 4 työmäärää.

2.1.3 Liikenteen suunnittelu

Sektoreiden 3, 4 ja 5 liikenne oli tavanomainen iltapäivän liikenne, joka muodostui pääosin koillisesta lounaaseen suuntautuvista ylilennoista ja pohjoisesta Helsinki-Vantaalle saapuvista kotimaan lennoista. Ylilentoja oli klo 12.00 - 13.00 välisenä aikana yhteensä 9 ja pohjoisesta Helsinki-Vantaalle saapuvia lentoja 6. Lounaaseen suuntautuva ylilen-

toliikenne haluaa usein lentää lentopinnalla 380, jolloin se ei yleensä aiheuta porrastusongelmia kotimaan liikenteen kanssa.

R1 suunnitteli ylilentävien ilma-alusten porrastukset ATS-reitillä UN866 siten, että niiden porrastukset toisiinsa nähden säilyisivät lentojen edetessä seuraaviin sektoreihin. Kaikki muut ylilentävät ilma-alukset paitsi Virgin 901 saivat pyytämänsä lentopinnan 380, koska niiden välillä oli riittävän suuri pitkittäisporrastus. R1 selvitti Virgin 901:n lentopinnalle 360, koska noin 20 NM sen takana lensi nopeampi Japanair 401, minkä hän selvitti ilmoittautumispaikan AGAMO jälkeen laskeutumaan lentopinnalta 390 lentopinnalle 380. R1 ei huomannut, että leikkaavalla ATS-reitillä UA22 pohjoisesta etelään lensi Finnair 473 lentopinnalla 360, ja että se tulisi olemaan ATS-reittien leikkauspisteessä samaan aikaan kuin Virgin 901.

Tutkatallenteen mukaan Virgin 901:n ja Japanair 401:n välinen vaakasuora etäisyys AGAMO:n ylityksen jälkeen oli 20 NM. Japanair 401 oli tuolloin 15 solmua nopeampi kuin Virgin 901. Matkan edetessä niiden nopeudet vaihtelivat siten, että Virgin 901 oli ajoittain jopa muutaman solmun nopeampi kuin Japanair 401. Kun R1 luovutti Japanair 401:n sektorille 3, se oli 15 NM Virgin 901:n takana ja 13 solmua nopeampi.

Ylilentävän liikenteen porrastus oli toteutettu asianmukaisesti mutta Helsinki-Vantaalle saapuvan Finnair 473:n ja ylilentävän Virgin 901:n välinen porrastus jäi varmistamatta, koska R1 ja R2 eivät missään vaiheessa huomanneet, että ilma-alukset lensivät samalla korkeudella. Tähän saattoi myötävaikuttaa se, että R1 ja R2 olivat työpisteeseen tullessaan todenneet, että kaikki idän suunnalta saapuva ylilentävä liikenne tulisi pyytämään lentopintaa 380. Sen ei olisi siis pitänyt aiheuttaa ongelmaa Pohjois-Suomesta Helsinkiin saapuvan, risteävän liikenteen kanssa, joka yleensä käyttää alempia lentokorkeuksia.

Tutkinnassa selvisi, että R1 olisi myös voinut selvittää Virgin 901:n lentopinnalle 380 ja seurata pitkittäisporrastuksen säilymistä tutkalta. Virgin 901:n ja Japanair 401:n siirtyessä Tukholman ACC:n vastuualueelle niiden välinen pitkittäisporrastus oli vielä 16 NM.

2.1.4 Tilanteen syntyminen

Virgin 901 ylitti Petroskoin ja Tampere FIR:n rajalla sijaitsevan ilmoittautumispaikan AGAMO kello 12.10 lentopinnalla 350 ja otti radioyhteyden Tampere ACC:hen. Lennonjohtopöydän 4 lennonjohtaja R1 ilmoitti Virgin 901:lle, että hänellä oli tutkayhteys, selvitti ilma-aluksen nousemaan lentopinnalle 360 ja totesi samalla, että tämä tulisi olemaan lopullinen lentopinta. Lentosuunnitelmassaan Virgin 901 oli pyytänyt AGAMO:n jälkeen lentopintaa 380 mutta R1 ei myöntänyt sitä. R1 oli päättänyt selvittää noin 20 NM Virgin 901:n takana, korkeammalla lentäneen ja nopeamman Japanair 401:n lentopinnalle 380. R2 tiesi Virgin 901:n uuden lentopinnan. Hän oli kertonut puhelimitse lentopinnan muutoksen lennonjohtopöytänsä 3 jo klo 12.07.20. R2 oli puhelimesta Rovaniemi ACC:n kanssa klo 12.09.10 - 12.09.20 ja taistelujohdon kanssa alkaen klo

12.14.20. Virgin 901 otti yhteyden Tampere ACC:hen klo 12.11.00. Virgin 901:n lennonjohtoliuskaan oli merkitty lentopinta 360.

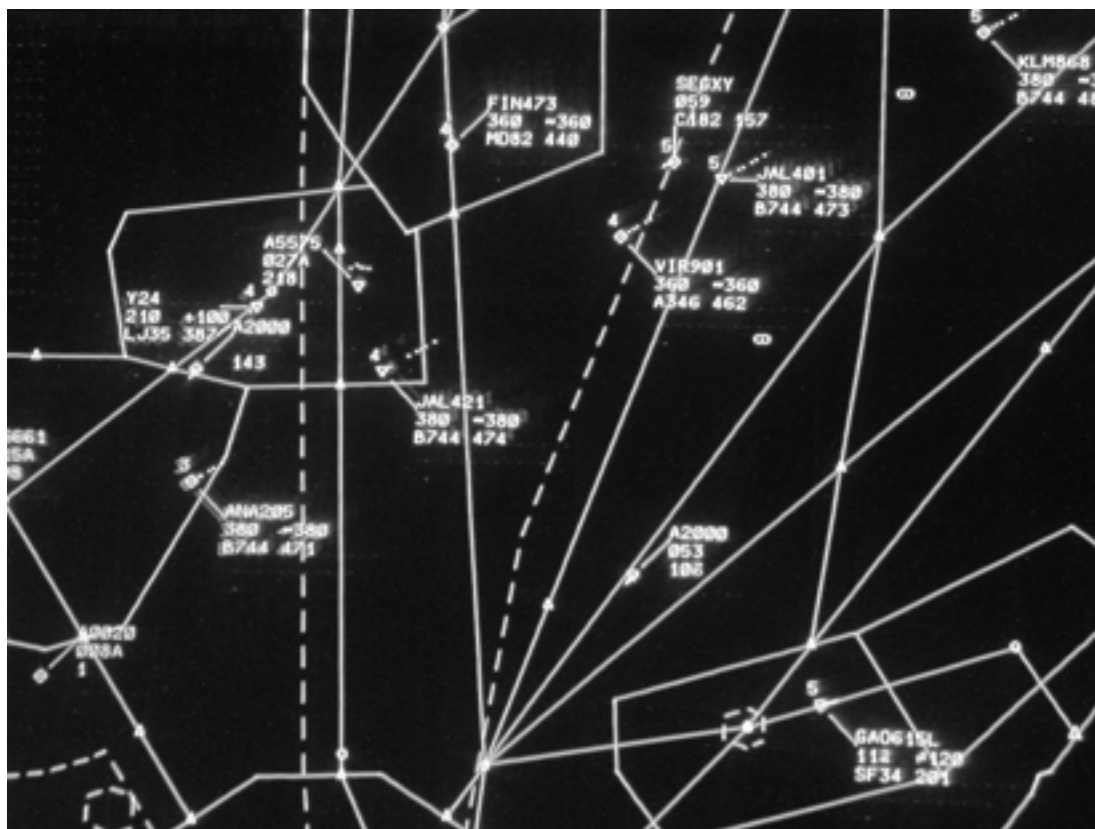
Finnair 473 oli aikataulun mukaisella reittilennolla Helsinkiin. Kausilentosuunnitelmassa lennolle Kittilästä Helsinkiin oli pyydetty lentopinta 340. Ohjaajat pyysivät Rovaniemi ACC:ltä kuitenkin selvitystä nousta lentopinnalle 360, koska ilma-alus oli kevyt. Rovaniemi ACC selvitti Finnair 473:n lentopinnalle 360 ja välitti tiedon muuttuneesta lentopinnasta Tampere ACC:lle klo 11.59.00. R1 vastasi puhelimeen, mahdollisesti siksi, että R2 suoritti muita tehtäviä. R2 oli puhelimessa Kauhavan lennonjohdon kanssa 11.57.30 - 11.57.40 ja Kuopion lennonjohdon kanssa alkaen klo 12.00.10. On mahdollista, että R2 päivitti liuskapöytänsä perustuen siihen, mitä hän kuuli R1:n puhelinkeskustelusta Rovaniemi ACC:n kanssa. On myös mahdollista, että R1 kertoi muuttuneen lentopinnan R2:lle myöhemmin tai että R2 huomasi lentopinnan muutoksen, kun Finnair 473 otti yhteyden Tampere ACC:hen ja tuli Tampere FIR:iin lentopinnalla 360. Finnair 473:n lennonjohtoliuskaan oli merkitty lentopinta 360.

Finnair 473 otti radioyhteyden klo 12.16.30 Tampere ACC:n sektorin 4 taajuudella 132,325 MHz ja kertoi olevansa lentopinnalla 360. R1 vastasi, että hänellä on tutkayhteys ja antoi samalla tulokset Helsinkiin. R1 ei huomannut (ei myöskään R2), että Finnair 473 ja Virgin 901 oli selvitetty samalle lentopinnalle. R2 oli puhelimessa taistelujohdon kanssa klo 12.14.20 - 12.16.30.

Virgin 901 lensi lennonjohtoselvityksen mukaisesti ATS-reittiä UN866 lentopinnalla 360 ja Finnair 473 lensi ATS-reittiä UA22 lentopinnalla 360. Ilma-alukset lähestyivät toisiaan 69° kulmassa siten, että niiden lentoratojen leikkauspiste sijaitsi noin 74 km (40 NM) VOR/DME-radiomajakasta LUONET etelään. Tutkatallennetietojen mukaan Virgin 901 lensi suuntaan 240° ja Finnair 473 suuntaan 171°.

R1 selvitti Lappeenrannasta Helsinki-Vantaalle lähteneen Golden 615L:n (Saab 340) klo 12.27.50 lentämään lentopinnan 100 läpäisyn jälkeen kohti KUVAK:ia ja säilyttämään suuren nopeuden sekä totesi, että Golden 615L oli vuoro yksi ORIMAA:lle. R1 oli päättänyt, että Golden 615L saisi vuoron yksi ja Finnair 473 vuoron kaksi ORIMAA:lle.

R1 selvitti klo 12.30.30 Finnair 473:n lentopinnalle 130: "When ready descend to flight level 130" (Kun valmista laskeudu lentopinnalle 130), joten laskeutumisen aloittaminen jäi ohjaajien harkintaan. Finnair 473 oli tuolloin noin 15 NM VOR/DME-radiomajakasta LUONET etelään ja Virgin 901 noin 25 NM etäisyydellä Finnair 473:sta. Kumpikaan lennonjohtaja ei huomannut, että tutkaporrastus Virgin 901:een alittuisi pian. Alueella ei ollut Finnair 473:n selvitykseen laskeutua lentopinnalle 130 vaikuttavaa muuta liikennettä. R1:illä ei ollut puheluja 12.26.40 - 12.31.40 eikä R2:lla 12.24.00 - 12.34.00. Molemmat lennonjohtajat ja lennonjohtoapula olivat lennonjohtopöydässä tänä aikana.



Kuva 4. Osa R1:n tutkanäyttöä klo 12.30.30

R1:n radiopuhelinliikenne taajuuksilla 125,400 ja 132,325 MHz klo 12.27.30 – 12.34.20:

- 12.27.30 GAO 615L: Tampere, iltapäiviä, Golden 615L passing flight level 85 for 120
ACC: Terve Golden 615L, Tampere, radar contact, runway 22 left
- 12.27.40 GAO 615L: Runway 22 left for 615L
ACC: Tampere
- 12.27.50 ACC: Golden 615L, proceed direct to KUVAK when passing 100, and keep up speed, you are number one to ORIMAA
- 12.28.00 GAO 615L: When passing 100 direct to KUVAK, high speed for 615L, kiitos
ACC: Tampere
- 12.28.40 ACC: Allnippon 205, contact Tampere 127.1
ANA 205: 127,1, Allnippon 205
- 12.29.30 ACC: Y 24, when ready, descend to flight level 100
Y 24: Cleared down to 100, Y 24
ACC: Tampere
- 12.29.50 ACC: And Y 24, arrival route is DIPAR 2B, runway 30
Y 24: Okay, DIPAR 2B runway 30, Y 24

12.30.00 FIN 416: Tampere terve, Finnair 416, passing level 270 climbing level 360
ACC: Finnair 416, Tampere, radar contact, runway 22 left
FIN 416: 22 left, Finnair 416
12.30.30 ACC: Finnair 473, when ready, descend to flight level 130
FIN 473: When ready descend to flight level 130, Finnair 473
12.31.10 GAO 615L: Golden 615L, flight level 120 maintaining
ACC: Golden 615L
12.31.40 Y 24: Y 24, leaving level 210 down to flight level 100
ACC: Y 24
12.31.50 ACC: Japanair 421, contact Tampere 127.1
JAL 421: 127.1, Japanair 421
12.33.10 FIN 473: Rovaniemen alue, Finnairin 473, we are starting TCAS descent
12.33.20 ACC: Finnair 473, roger

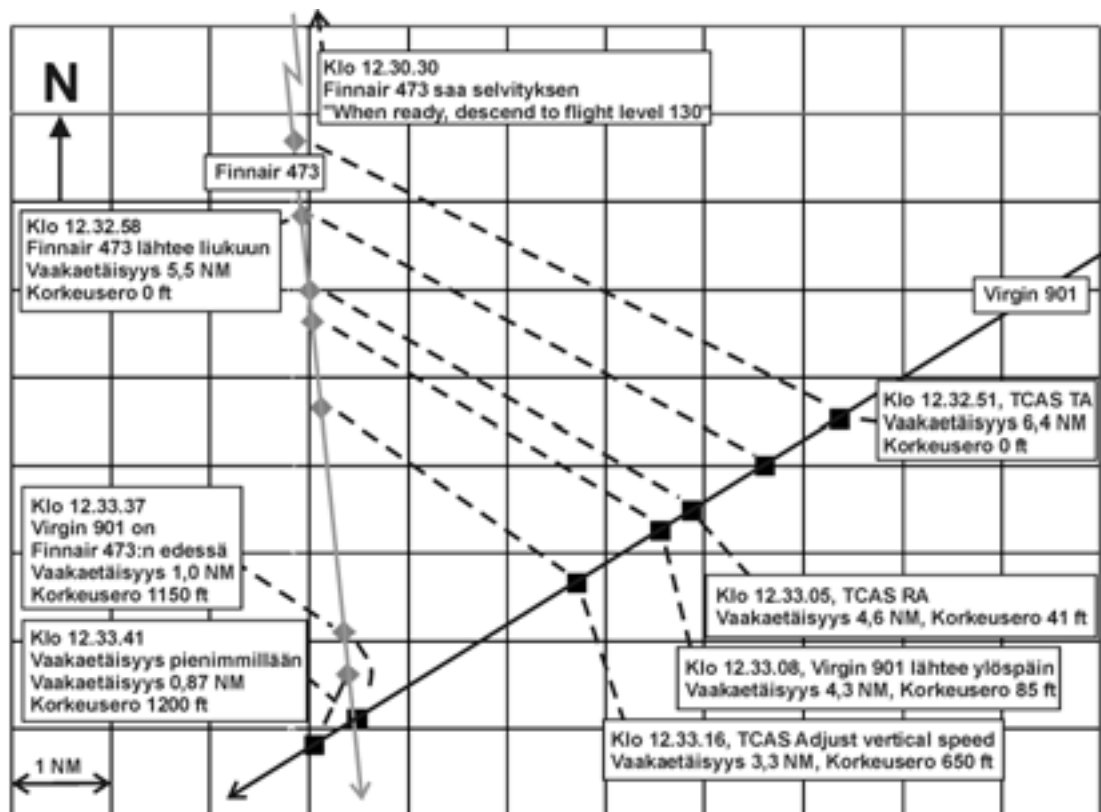
R1 havaitsi porrastusten alittuneen hetkeä ennen, kun Finnair 473 ilmoitti aloittavansa TCAS-laskun klo 12.33.10: "Rovaniemen alue, Finnair 473, we are starting TCAS descent." R1 kuittasi ilmoituksen lyhyesti: "Finnair 473, roger." Finnair 473:n kapteeni kutsui yllättävässä tilanteessa virheellisesti Rovaniemi ACC:tä, mutta tällä ei ollut vaikutusta tapahtumaan.

Lennonjohtaja R2 havaitsi vaaratilanteen, kun R1 totesi sen ääneen. R2:n yhtenä tehtävänä on avustaa R1:tä mahdollisten konfliktien etsinnässä, mutta tässä tilanteessa R2 ei ollut havainnut kehittyvää tilannetta. Hän oli kuitenkin merkinnyt lentopinnan 360 molenpien lentojen lennonjohtoliuskoihin. Lennonjohdossa käytetään paperiliuskoja ja ne tulostuvat automaattisesti. Lentojen liuskoissa ei ollut samoja ilmoittautumispaikkoja eivätkä ne olleet saman designaattorin alla.

R2:n työpisteessä ei ollut omaa tutkan näyttölaitetta, joka olisi helpottanut hänen työskentelyään konfliktien havaitsemisessa ja liuskapöydän päivittämisessä. Minkään lennonjohtopöydän R2-työpisteessä ei ole tutkan näyttölaitetta Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksessa.

R1 totesi, että ilma-alukset eivät tule osumaan toisiinsa ja otaksui, että ne suorittavat TCAS-väistön. R1 ei antanut selvityksiä, etteivät ne olisi olleet ristiriidassa TCAS:n toimintaohjeiden kanssa. Hänen kertomansa mukaan hänen päätökseensä olla sanomatta mitään vaikutti se, että hän oli tutustunut Saksan ja Sveitsin rajalla heinäkuussa 2002 tapahtuneen yhteentörmäyssonnettomuuden tietoihin. Hänen toimintansa oli Finnair 473:n TCAS-ilmoituksen jälkeen voimassa olevan ohjeistuksen mukaista.

Virgin 901 ilmoitti klo 12.33.40 TCAS-noususta: "Virgin 901, we are TCAS RA, TCAS RA climbing." Lennonjohtaja R1 kuittasi myös tämän ilmoituksen lyhyesti: "Virgin 901, roger."



Kuva 5. Ilma-alusten lentoradat

Väistön jälkeen Finnair 473 ilmoitti jatkavansa laskeutumista aikaisemmin saamansa lennonjohtoselvityksen mukaisesti lentopinnalle 130. Lennonjohtaja R1 ilmoitti klo 12.34.40 Virgin 901:lle: "Virgin 901, you are now clear of traffic" (Virgin 901, olet nyt selvä liikenteestä). Tämän jälkeen Virgin 901 tiedusteli, saiko R1 ilmoituksen TCAS-väistöstä, "Did you copy that TCAS RA", johon R1 vastasi myönteisesti. Virgin 901 ei ilmoittanut lennonjohdolle paluustaan noudattamaan lennonjohtoselvitystä eli laskeutumistaan takaisin lentopinnalle 360.

Ilman TCAS-väistöä ilma-alukset olisivat ohittaneet toisensa 0,87 NM vaakaetäisyydeltä samalla korkeudella. Tässä tapauksessa ilma-alusten välillä olisi pitänyt olla vähintään 300 m (1000 ft) korkeusporrastus tai 9,3 km (5 NM) vaakasuora tutkaporrastus.

Molemmat ilma-alukset lensivät valvotussa ilmatilaluokassa A, missä lennot ovat lennonjohtopalvelun alaisia, lennonjohtoselvitys vaaditaan, lennot porrastetaan keskenään ja kaksipuolinen radioyhteys asianomaiseen ilmaliikennepalveluelimeen (Air Traffic Services unit, ATS) vaaditaan. Euroopan ilmatila, Suomi mukaan lukien, kuuluu RVSM-ilmatilaan (Reduced Vertical Separation Minimum), jossa lentokoneiden keskinäinen korkeusporrastus on 1000 ft (300 m) lentopintojen 290 ja 410 välillä.

Tapahtumahetkellä sää oli kirkas ja näkyvyys hyvä. Ilma-alukset lensivät näkösäätöolosuhteissa ja näkivät toisensa ennen kuin suorittivat TCAS-väistön.

Molemmat ilma-alukset ilmoittivat lennonjohtajalle TCAS-väistöstä. Lennonjohtaja kuitasi ilmoitukset ja toimi ohjeiden mukaisesti (Lennonjohtajan käsikirja, sivut 1091-1092 ja osa radiopuhelinliikenne, sivu 41) eikä yrittänyt muuttaa ilma-alusten lentoratoja väistöjen aikana.

2.1.5 Psykososiaalinen tuki lennonjohdossa tapahtuman jälkeen

Ilmailulaitos on julkaissut Onnettomuus- ja vaaratilanteiden psykososiaalisen tuen toimintamallin. Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskus on nimennyt toimintamallin mukaisesti tukihenkilöt ja laatinut heille toimintaohjeet. Etelä-Suomen lennonvarmistuskeskuksen post-trauma-tukihenkilö järjesti debriefing-tilaisuuden asianosaisille Medivire Työterveyspalvelut Oy:n toimitiloissa 31.10.2002.

2.2 Ohjaamomiehistöjen toiminta

2.2.1 Virgin 901

Virgin 901 sai TA:n klo 12.32.51 lentopinnalla 360 lentäessään ATS-reittiä UN866 lounaaseen. Ohjaajat pienensivät suunnistusnäyttölaitteen mittakaavaa ja aloittivat ilmatilan tarkkailun saadakseen näköyhteyden TA:n aiheuttaneeseen ilma-alukseen. Ilma-alus näkyi suunnistusnäytöllä suunnassa klo 3-4 samalla korkeudella noin 3 merimailin päässä. Molemmat ohjaajat saivat TA:n aiheuttaneen ilma-aluksen näkyviin. Kun TCAS antoi RA:n "nouse" klo 12.33.05, PF:nä toiminut perämies kytki irti automaattiohjauksen sekä automaattisen tehonsäädön ja aloitti RA:n edellyttämän nousun. Ilma-alus alkoi nousta klo 12.33.08. Kahdeksan sekuntia myöhemmin, ilma-aluksen ollessa lentopinnalla 364, TCAS antoi ohjeen "säädä pystynopeutta". Kapteeni ilmoitti klo 12.33.40 lennonjohdolle TCAS-väistöstä ohjeiden mukaisesti mutta suositellusta fraseologiasta poiketen: "Virgin 901, we are TCAS RA, TCAS RA climbing." Fraseologian mukainen ilmoitus lennonjohdoon olisi ollut "Tampere Control, Virgin 901, TCAS climb" (Tampereen alue, Virgin 901, TCAS nousu). Tällä ei ollut vaikutusta tapahtumaan. Kapteeni keskittyi väistöliikkeen aikana nousun valvomiseen ja RA:n aiheuttaneen ilma-aluksen seuraamiseen suunnistusnäytöltä.

2.2.2 Finnair 473

Finnair 473 lensi ATS-reittiä UA22 etelään lentopinnalla 360 ja oli lähestymässä koneen FMS:n laskemaa laskeutumisen aloituspistettä (Top of descend). PF:nä toiminut perämies oli aloittamassa matkustajakuulutusta, kun TCAS antoi TA:n. PNF:nä toiminut kapteeni näki TCAS-näyttölaitteelta, että TA:n aiheuttanut ilma-alus oli samalla korkeudella noin klo 10 suunnassa. Hän sai ilma-alukseen myös näköyhteyden. Kapteeni sanoi perämiehelle, että lähdetään alaspäin. Lennonjohto oli antanut Finnair 473:lle selvityksen laskeutua lentopinnalle 130 "kun valmista" klo 12.30.30.

Myös perämiehellä oli näköyhteys Virgin 901:een. Perämies aloitti laskeutumisen valitsemalla automaattiohjaukseen pystynopeustoiminnon (vertical speed). Finnair 473 lähti liukuun klo 12.32.58. Hetkeä myöhemmin TCAS antoi RA:n "Descend" (laskeudu), jol-

loin perämies kytki automaattiohjauksen ja automaattisen tehonsäädön pois päältä ja li-säsi ilma-aluksen vajoamisnopeutta RA:n mukaiseksi. Kapteeni ilmoitti lennonjohtajalle klo 12.33.10: "Rovaniemen alue, Finnairin 473, we are starting TCAS descent" (Rova-niemen alue, Finnairin 473, aloitamme TCAS-laskun).

Kapteeni kutsui yllättävässä tilanteessa lennonjohtoa väärällä kutsumerkillä, mutta tällä ei ollut vaikutusta viestin välittymiseen. Ilmoitus TCAS-laskusta ei ollut radiopuhelinfra-seologian mukainen. Fraseologian mukainen ilmoitus olisi ollut: "Tampere Control, Finn-air 473, TCAS Descend" (Tampereen alue, Finnair 473, TCAS-lasku).

Finnair 473 lähti tilanteessa lennonjohtoselvityksen mukaiseen laskeutumiseen TA:n ai-kana. Miehistön toiminta oli voimassa olevan yhtiön toimintakäsikirjan mukaista. TCAS:n toiminnan kannalta tilanne on kuitenkin ongelmallinen.

2.3 Korkeuden muuttaminen TA:n aikana

FAA:n julkaisun "Introduction to TCAS II Version 7, 11/2000" mukaan lentopinnan 200 yläpuolella TCAS antaa TA:n 48 sekuntia ennen ilma-alusten kohtaamista (Closest point of approach, CPA). TA:n aikana ohjaajilla on mahdollisuus TCAS-näyttölaitteen antami-en korkeus-, etäisyys- ja suuntatietojen avulla saada näköyhteys TA:n aiheuttaneeseen ilma-alukseen. Samalla TA antaa aikaa valmistautua suorittamaan mahdollinen RA:n mukainen väistöliike määrätietoisesti. Väistöliike tulee suorittaa käsiohjauksella ja ilman automaattista tehonsäätöä.

TA:n aikana toisilleen uhkaa aiheuttavien ilma-alusten TCAS-järjestelmät koordinoivat keskenään transponderin S-moodin kautta mahdollisen väistöliikkeen niin, että toinen väistää nousemalla ylös ja toinen laskeutumalla alas. Siitä, kun TCAS on päättänyt väistöjen suunnat, kuluu vielä jonkin aikaa RA:han (yleensä enintään 15 sekuntia). TCAS saa toisen ilma-aluksen transponderilta korkeustiedon kerran sekunnissa, joten se ei huomaa välittömästi mahdollista toisen ilma-aluksen lentotilan muutosta. Siitä, kun TCAS on päättänyt väistöjen suunnat, kuluu aikaa, ennen kuin TCAS muuttaa päätös-tään.

Ohjeiden mukaan ohjaajien ei tulisi ilmoittaa saamastaan TA:sta lennonjohdolle eikä tie-dustella TA:n aiheuttajaa. Lennonjohto ei siis tiedä, milloin ilma-alus on saanut TA:n. Ohjaajat eivät TA:n aikana saa TCAS:lta ennakkotietoa siitä tuleeko mahdollinen RA olemaan nousu vai lasku. Jos lennonjohto antaa TA:n aikana ilma-alukselle selvityksen nousta tai laskeutua ja ilma-alus noudattaa selvitystä, on mahdollista, että TCAS ei ehdi enää ottaa huomioon ilma-aluksen lentoradan muuttumista ja antaa RA:n päinvastai-seen suuntaan kuin lennonjohtoselvitys. Tutkintalautakunnan tiedossa olevissa tutkituis-sa tapauksissa yhteentörmäys on aina vältetty, kun RA:ta on noudatettu. Jos lennon-johtoselvitys ja RA ovat ristiriitaiset, RA:ta on noudatettava.

Nyt tutkittavassa tapauksessa olisi voinut käydä niin, että kun Finnair 473 lähti TA:n ai-kana lennonjohtoselvityksen mukaiseen laskeutumiseen, TCAS oli jo tehnyt päätöksen käskeä Finnair 473:n väistämään ylös ja Virgin 901:n väistämään alas. Operaattoreiden tulisi huomioida tämä mahdollisuus koulutuksessa ja ohjeistuksessa.

2.4 Radiopuhelinliikenne

Doc 8168:n mukaan ilma-aluksen miehistön tulee ilmoittaa lennonjohdolle selvityksestä poikkeaminen, poikkeaman suunta ja paluu selvityksen mukaiseen lentoon (TCAS-lasku tai -nousu) ”niin pian kuin on käytännöllistä”.

Kun lennonjohtaja saa ilmoituksen ilma-aluksen TCAS-väistöstä mahdollisimman aikaisin, hänen päätöksentekonsa tilanteessa helpottuu. Hänen on helpompaa välttää antamasta ilma-alukselle selvitystä nousta tai laskeutua, joka voisi olla päinvastainen kuin TCAS määräämä väistöliike.

Tässä tapauksessa Finnair 473 ilmoitti TCAS-väistöstä kahdeksan sekunnin kuluttua ja Virgin 901 noin 35 sekunnin kuluttua toimintaohjeesta. Radiotaajuudella oli muuta liikennettä Finnair 473:n ja Virgin 901:n ilmoitusten välissä. Finnair 473 ilmoitti väistön jälkeen jatkavansa laskeutumista lentopinnalle 130.

Virgin 901:n kapteeni kertoi kirjallisessa tapahtumailmoituksessaan, että he eivät kuulleet radiopuhelinliikennettä noin 10 minuutin aikana ennen TCAS-väistöä. Kun he ilmoittivat TCAS-noususta ja tiedustelivat toisen ilma-aluksen kutsua, radioyhteys toimi molempiin suuntiin normaalisti. Tehtyjen selvitysten mukaan Tampere ACC:n radiolaitteet olivat tapahtumahetkellä toimintakuntoiset ja radioliikenne muiden ilma-alusten kanssa sujui normaalisti.



3 JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Toteamukset

1. Lennonjohtajien ja ilma-alusten ohjaajien tehtävien edellyttämät lupakirjat ja kelpuutukset olivat voimassa.
2. Ilma-alusten lentokelpoisuustodistukset olivat voimassa.
3. Finnair 473 oli lennolla Kittilästä Helsinkiin ja koneessa oli 30 henkilöä. Ilma-alus lensi ATS-reittiä UA22.
4. Virgin 901 oli lennolla Tokiosta Lontooseen ja koneessa oli 137 henkilöä. Ilma-alus lensi ATS-reittiä UN866.
5. Vaaratilanne tapahtui Tampereen alueen lennonjohdon lennonjohtopöydän 4 vastuualueella, jonka muodostivat sektorit 4 ja 5.
6. Lennonjohtaja R1 vastasi liikenteestä lennonjohtopöydässä 4. Pöydässä työskenteli myös avustava lennonjohtaja R2 ja sektoriapulainen.
7. R1 ja R2 totesivat aloittaessaan työskentelyn lennonjohtopöydässä 4, että kaikki ylilentävä liikenne idän suunnasta tulisi lentosuunnitelmien mukaan pyytämään lentopintaa 380, kun taas kaikki Pohjois-Suomesta etelään tuleva liikenne olisi tätä matalammalla. R1 ja R2 totesivat, että nämä liikennevirrat eivät tulisi aiheuttamaan porrastustarvetta.
8. Finnair 473:n lentosuunnitelman mukainen matkalentokorkeus oli lentopinta 340. Ilma-aluksen keveyden vuoksi miehistö pyysi lentopintaa 360, jonka Rovaniemi ACC myönsi. Rovaniemi ACC välitti tiedon muuttuneesta lentokorkeudesta puhelimitse R1:lle Tampere ACC:ssä.
9. Virgin 901 otti radioyhteyden Tampere ACC:hen klo 12.11. Virgin 901:n lentosuunnitelman mukainen matkalentokorkeus Tampereen lentotiedotusalueella oli lentopinta 380, mutta R1 päätti olla myöntämättä sitä muusta samalla ATS-reitillä lentäneestä liikenteestä johtuen. R1 selvitti Virgin 901:n lentopinnalle 360 ja ilmoitti saaneensa tutkayhteyden.
10. Finnair 473 otti radioyhteyden Tampere ACC:hen klo 12.16. R1 antoi ilma-alukselle tulokset selityksen Helsinki-Vantaalle ja ilmoitti saaneensa tutkayhteyden.
11. Lennonjohtaja R1 ei missään vaiheessa huomannut, että Finnair 473 ja Virgin 901 olivat samalla lentopinnalla ja lähestyivät reittien leikkauspistettä likimain yhtä aikaa. Myöskään R2 ei missään vaiheessa havainnut kehittyvää tilannetta.
12. R2 oli merkinnyt lentopinnan 360 sekä Finnair 473:n että Virgin 901:n lennonjohtoliuskoihin.
13. R1 antoi klo 12.30.30 Finnair 473:lle selvityksen laskeutua lentopinnalle 130 ohjaajien harkinnan mukaan. Finnair 473 kuittasi selvityksen oikein.

14. Virgin 901:n TCAS antoi TA:n klo 12.32.51 ja Finnair 473:n likimain samaan aikaan. Molempien ilma-alusten ohjaajat saivat näköyhteyden toiseen ilma-alukseen. Ilma-alukset näkyivät myös TCAS-näyttölaitteilta.
15. Sää oli tapahtumahetkellä kirkas ja näkyvyys hyvä. Ilma-alukset lensivät näkölentösääolosuhteissa.
16. Finnair 473 lähti lennonjohtoselvityksen mukaiseen laskeutumiseen klo 12.32.58 TCAS TA:n aikana.
17. Virgin 901:n TCAS antoi RA:n klo 12.33.05 ja Finnair 473:n likimain samaan aikaan. Virgin 901 lähti RA:n mukaiseen nousuun klo 12.33.08. Finnair 473 jyrkensi laskeutumistaan RA:n mukaan.
18. R1 havaitsi vaaratilanteen hetkeä ennen kuin Finnair 473 ilmoitti suorittavansa TCAS-väistön klo 12.33.10. R1 totesi Finnair 473 jättäneen matkalentokorkeutensa ja porrastusminimien alittuneen. Virgin 901 ilmoitti TCAS-väistöstä klo 12.33.40.
19. R1 totesi tutkalta, että ilma-alukset eivät tule osumaan toisiinsa. Hän päätti olla antamatta ilma-aluksille ohjeita, etteivät ne olisi olleet ristiriidassa ilma-alusten TCAS-laitteiden toimintaohjeiden (RA) kanssa.
20. R2 havaitsi vaaratilanteen, kun R1 totesi sen ääneen.
21. Ilma-alukset olivat lähimpänä toisiaan klo 12.33.41, kun Virgin 901 oli ohittanut Finnair 473:n sen etupuolelta. Vaakaetäisyys oli tällöin 0,87 NM ja pystyetäisyys 1200 ft.
22. Finnair 473 lähti lennonjohtoselvityksen mukaiseen laskeutumiseen TCAS TA:n aikana. Tähän ratkaisuun sisältyi mahdollisuus, että RA olisi voinut olla päinvastainen kuin ohjaajan aloittama laskeutuminen. Tässä tapauksessa RA oli kuitenkin "laskeudu".
23. Tutkimuskeskuksen tiedossa olevissa tutkituissa tapauksissa yhteentörmäys on aina vältetty, kun molemmat ilma-alukset ovat noudattaneet RA:ta. Jos lennonjohtoselvitys ja RA ovat ristiriitaiset, RA:ta on noudatettava.
24. Lennonjohdon yhteentörmäysvaarasta varoitettava järjestelmä (STCA) ei ollut käytössä tapahtuma-aikana. Järjestelmää käytettiin vain satunnaisesti, koska se antoi paljon virrehälytyksiä.

3.2 Vaaratilanteen syy

Lennonjohtajat R1 ja R2 totesivat työtehtävään valmistautuessaan, että ylilentävä liikenne idän suunnasta on lentosuunnitelmien mukaan lentopinnalla 380, kun taas Pohjois-Suomesta etelään saapuva liikenne käyttää alempia korkeuksia. Tämä alkuoletus myötävaikutti siihen, että kumpikaan lennonjohtajista ei lopulta havainnut alkuperäisistä lentopinnoista poikkeavalla korkeudella, lentopinnalla 360, toisiaan lähestyneitä Virgin 901:ä ja Finnair 473:a.

Vaaratilanteen syntyyn myötävaikutti myös se, että yhteentörmäysvaarasta varoitettava järjestelmä (STCA) ei ollut käytössä lennonjohdossa.



4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

Yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä (STCA) olisi tässä tapauksessa varoittanut lennonjohtajaa vaaratilanteesta 60 s (noin 8 NM) ennen ilma-alusten lentoratojen leikkauspistettä, jolloin porrastusminimien alitus olisi ehkä vältetty. Järjestelmä ei ollut käytössä, koska se ei toiminut tyydyttävällä tavalla, vaan antoi huomattavan paljon virrehälytyksiä. Tampereen aluelennonjohto otti uudelleen pian tämän tapauksen jälkeen STCA-järjestelmän käyttöön mutta vain lentopinnan 200 yläpuolella virrehälytysten määrän vähentämiseksi.

1. Ilmailulaitoksen tulisi pikaisesti ottaa nykyiset STCA-järjestelmät käyttöön siinä määrin kuin niitä voidaan käyttää ilman suurta määrää virrehälytyksiä.
2. Ilmailulaitoksen tulisi hankkia kunnolla toimiva STCA-järjestelmä niihin lennonjohtoihin, joissa annetaan tutkapalvelua.

Finnair 473 aloitti TA:n aikana selvityksen mukaisen laskeutumisen. TCAS antoi hetkeä myöhemmin Finnair 473:lle RA:n "descend" (laskeudu), mutta RA olisi voinut olla myös "climb" (nouse), jolloin miehistön olisi pitänyt muuttaa väistön suuntaa.

3. Finnair Oyj:n tulisi korostaa ohjaajiensa TCAS-koulutuksessa, että jos ilma-alus lähtee lennonjohtoselvityksen mukaiseen laskeutumiseen tai nousuun TA:n aikana, voi mahdollinen RA olla päinvastainen. Jos lennonjohtoselvitys ja RA ovat ristiriitaiset, RA:ta on noudatettava.

Helsingissä 6.8.2003

Tero Lybeck

Timo Uramaa

Martti Lantela

Ville Hämäläinen



Liite 1 Radioliikenne

RADIOPUHELINLIIKENNE EFES ACC:N TAAJUUDET 132,325 MHZ/125,4 MHZ, SEKTORIT 4 JA 5 YHDISTETTY 29.10.2002 KLO 12.11 – 12.42 UTC

12.11.00 VIR 901: Tampere control good afternoon, Virgin 901, flight level 350
ACC: Good afternoon Virgin 901, Tampere, radar contact, climb to flight level 360

12.11.10 VIR 901: Flight level 360, Virgin 901
ACC: Tampere

12.11.20 ACC: Virgin 901, 360 will be your final level
VIR 901: 901 copied

12.13.00 JAL 401: Tampere control, Japanair 401, over AGAMO
ACC: Japanair 401, Tampere control, radar contact

12.13.10 ACC: Japanair 401, descent to flight level 380
JAL 401: Descend to flight level 380, Japanair 401
ACC: Radar

12.13.40 SEGXY: Good afternoon Tampere, SEGXY 90, maintaining
ACC: Good afternoon SEGXY, Tampere, radar contact

12.16.30 FIN 473: Iltapäivää Tampere control, Finnair 473, flight level 360
ACC: Iltapäivät Finnair 473, Tampere, radar contact, cleared ORIMAA 2E transition runway 22 left

12.16.40 FIN 473: ORIMAA 2E 22 left, Finnair 473
ACC: Tampere

12.18.00 KLM 868: Tampere control good day, KLM 868
ACC: Good day KLM 868, Tampere, radar contact, squawk 2005 and descend to flight level 380 confirm now 390

12.18.10 KLM 868: We are at flight level 390, descending flight level 380, squawk 2005, KLM 868

12.18.20 ACC: Tampere

12.21.10 ACC: Allnippon 201, contact Tampere 121,3
ANA 201: 121,3 thank you very much, Allnippon 201

12.21.40 KLM 868: KLM 868, maintaining flight level 380
ACC: KLM 868

12.24.20 SEGXY: Tampere SXY, standing by for descent
ACC: SXY, cleared for descent, QNH 1000 transition level 55
SEGXY: Leaving 90, QNH 1000 t-level 55, SXY
ACC: Tampere

12.25.30 Y 24: Tampere radar, Y 24, climbing passing flight level 160 to 210
ACC: Y 24, Tampere, arrival route DIPAR 1B runway 30
Y 24: DIPAR 1B runway 30, Y 24

12.26.40 ACC: SXY, contact Varkaus AFIS 120,4
SEGXY: 120,4 SXY



12.27.30 GAO 615L: Tampere iltapäiviä Golden 615L, passing flight level 85 for 120
ACC: Terve Golden 615L, Tampere, radar contact, runway 22 left

12.27.40 GAO 615L: Runway 22 left for 615L
ACC: Tampere

12.27.50 ACC: Golden 615L, proceed direct to KUVAK when passing 100 and keep up speed you are number one to ORIMAA

12.28.00 GAO 615L: When passing 100 direct to KUVAK high speed for 615L, kiitos
ACC: Tampere

12.28.40 ACC: Allnippon 205, contact Tampere 127,1
ANA 205: 127,1, Allnippon 205

12.29.30 ACC: Y 24, when ready descent to flight level 100
Y 24: Cleared down to 100, Y 24
ACC: Tampere

12.29.50 ACC: And Y 24, arrival route is DIPAR 2B runway 30
Y 24: Okay, DIPAR 2B runway 30, Y 24

12.30.00 FIN 416: Tampere terve Finnair 416, passing level 270 climbing level 360
ACC: Finnair 416, Tampere, radar contact, runway 22 left
FIN 416: 22 left, Finnair 416

12.30.30 ACC: Finnair 473, when ready descent to flight level 130
FIN 473: When ready descent to flight level 130, Finnair 473

12.31.10 GAO 615L: Golden 615L, flight level 120 maintaining
ACC: Golden 615L

12.31. 40 Y 24: Y24 leaving level 210 down to flight level 100
ACC: Y24

12.31.50 ACC: Japanair 421, contact Tampere 127,1
JAL 421: 127,1 Japanair 421

12.33.10 FIN 473 Rovaniemen alue, Finnairin 473, we are starting TCAS descent

12.33.20 ACC: Finnair 473, roger

12.33.30 ACC: Y 24, contact radar 127,0
Y 24: Radar 127,0, Y 24

12.33.40 VIR 901: Virgin 901, we are TCAS RA, TCAS RA climbing
ACC: Virgin 901, roger

12.34.10 FIN 473: Tampere control, Finnair 473, we continue descent flight level 130 and we make report of this

12.34.20 ACC: Finnair 473

12.34.40 VIR 901: Control, Virgin 901
ACC: Virgin 901, you are now clear of traffic

12.34.50 VIR 901: Did you copy that TCAS RA?
ACC: Affirmative

12.35.00 ACC: Virgin 901, contact Tampere 127,1, good bye now
VIR 901: 127,1

12.35.10 VIR 901: Do you have the other aircraft callsign to tell? The aircraft callsign that caused that TA, RA.

12.35.20 ACC: Finnair 473
VIR 901: Thank you

12.35.30 FIN 473: Tampere, 473, mikäs ton Virginian kutsu oli?

ACC: Virgin 901
 12.35.40 FIN 473: 901 kiitos
 FIN 396: Tampere päivää, Finnair 396, level 280
 ACC: Finnair 396, Tampere, radar contact, runway 22 left
 12.35.50 FIN 396: 22 left 396
 ACC: Finnair 473, speed 250
 FIN 473: Speed 250, Finnair 473
 12.36.10 ACC: Golden 615L, when ready descend to flight level 100, leave KUVAK on heading 215
 12.36.20 GAO 615L: Descend to flight level 100, leave KUVAK on heading 215 Golden 615L
 ACC: Tampere.
 12.36.30 ANA 209: Tampere control, Allnippon 209, flight level 390 over AGAMO
 ACC: Allnippon 209, radar contact, squawk 2006 and descent to flight level 380
 12.36.40 ANA 209: Squawk 2006 flight level 380, Allnippon 209
 ACC: Tampere
 12.37.20 ACC: Golden 615L, proceed direct to KORSO
 GAO 615L: Direct to KORSO, Golden 615L
 ACC: Tampere
 12.37.40 GAO 615L: Golden 615L, leaving flight level 120 for 100
 12.37.50 ACC: Finnair 396, expect 3 minutes delay expected approach time at 12.55, time is now 38
 12.38.00 FIN 396: Time 55 expect approach, 396, we reduce speed
 ACC: 396
 12.38.00 GAO 615L: Golden 615L, left flight level 120 for 100
 ACC: Golden 615L, keep up speed, contact Helsinki 129,85 terve
 12.38.10 GAO 615L: Will contact Helsinki 129,85, Golden 615L, hei
 12.38.20 GAO 332: Tampere radar iltapäivää, Golden 332, passing level 190
 ACC: Golden 332, radar contact, runway 22 left
 12.38.30 GAO 332: Runway 22 left, Golden 332
 12.39.30 ACC: Finnair 473, continue descent to flight level 100
 FIN 473: Flight level 100, Finnair 473
 12.40.00 FIN 290: Tampere päivää, Finnair 290, flight level 100 climbing 160
 ACC: Päivää Finnair 290, Tampere, radar contact, runway 22 left
 12.40.10 FIN 290: 22 left, Finnair 290
 12.41.40 FIN 3361: Tampere control, Finnair 3361, level 166 for 230 to ANTON
 12.41.50 ACC: Finnair 3361, Tampere, radar contact, climb to flight level 290
 FIN 3361: Climb to 290, 3361
 12.42.00 ACC: Finnair 473, contact Helsinki 129,85 terve
 FIN 473: 129,85, Finnair 473 terve

Liite 2 Ilmailulaitoksen lennonvarmistusosaston lausunto



Päivämäärä Date

Numero

15.5.2003

79/510/2003

Onnettomuustutkintakeskus
Sörnäisten rantatie 33 C
00580 HELSINKI

SAAPUNUT

19.05.2003
163/JL

Viiite Ref Lausuntopyyntö: Tutkintaselostus B4/2002 L; luonnos

Asia Subject TCAS-väistö Jyväskylän eteläpuolella 29.10.2002

Lennonvarmistusosasto pitää tutkintaselostuksen lopullista luonnosta tapahtuman syyn selvittämisen kannalta yleisesti ottaen hyvin ja asiallisesti laadittuna.

Turvallisuussuosituksen 1 osalta lennonvarmistusosasto toteaa, että Tampereen aluelennonjohto on ottanut STCA-toiminnon esitysjärjestelmässään käyttöön.

Turvallisuussuosituksen 2- mukainen operatiivisia tarpeita paremmin vastaava STCA-toiminto sisältyy Ilmailulaitoksen tilaamaan Eurocat 2000 v2-järjestelmään, ja se arvioidaan otettavan käyttöön Tampereen aluelennonjohdossa marraskuussa 2003 ja Rovaniemen aluelennonjohdossa kesään 2004 mennessä.

Lennonvarmistusosasto ei pidä oikeana kappaleessa 3.2 käytettyä ilmaisua siitä, että STCA-järjestelmän käyttämättömyys olisi myötävaikuttanut vaaratilanteen syntyyn. Käsityksemme mukaan STCA-järjestelmän käyttö olisi auttanut syntyvän vaaratilanteen havaitsemisessa, mutta käyttämättömyys ei myötävaikuttanut sen syntyyn.

Tutkintaselostuksessa on syytä täsmentää seuraavia asiakohtia:

1.18.4 Tampereen aluelennonjohdossa on käytössä Aircat 1000 – esitysjärjestelmä, jossa on automaattinen lentotietojen käsittelyjärjestelmä, jonka yhtenä toimintona on tutkatietojen käsittelyjärjestelmä (RDPS). Järjestelmään on liitetty tutkia. (tekstissä mainitaan tutkalaitteisto Eurocat 1000)

Esitysjärjestelmän hälytysalue (STCA-region) on sama kuin järjestelmäkoordinaatistoalue (1024X1024 NM). Järjestelmään voidaan määrittää off-line toimintona 10 erillistä Conflict Alert (CA)-inhibition aluetta. Näiltä alueilta voidaan tilapäisesti ehkäistä CA-hälytykset Supervisor-päätteeltä koko järjestelmän osalta tai näyttölaitekohtaisesti. Alueiden sivurajojen

Postiosoite-Postal address
PL 50-P.O.Box 50
FIN-01531 Vantaa, Finland

Puhelin-Phone
Nat. (09) 82 771
Int. +358 9 82 771

Telefax
(09) 8277 2299
+ 358 9 8277 2299

AFTN EFHKYAYX

määrittäminen tapahtuu järjestelmän mosaiikkiruuduston mukaan, joten alueiden muotona voi olla ainoastaan neliö tai suorakaide. Kullekin alueelle annetaan myös ala- ja yläraja. Kun tekstissä todetaan, että yksittäisiä osa-alueita (TMA, CTA, TSA) ei voida poistaa järjestelmästä, niin tämä johtuu siitä, että mainitut alueet eivät ole muodoiltaan neliöitä tai suorakaiteita, jotka noudattaisivat mainittuja mosaiikkirajoja.

Parempi ilmaisu on: Järjestelmä ei mahdollista sellaisten yksittäisten alueiden poistamista, joiden muoto ei ole järjestelmän mosaiikkirajon mukainen.

STCA-toimintoon liittyvät aikaparametrit "look ahead time" sekä "warning time" ovat off-line määriteltäviä CA-parametrejä, jotka ovat samat koko esitysjärjestelmän CA-hälytysalueella. Parametrit eivät liity tutkaverkostoon. Parempi ilmaisu on: Mainitut aikaparametrit ovat samat koko esitysalueella.

Maininta siitä, että STCA-järjestelmä aiheutti paljon virrehälytyksiä, on hieman harhaanjohtava. CA-järjestelmä tekee hälytykset asetettujen parametrien mukaan. Valtaosa hälytyksistä tulee EFHK TMA:n siltä alueelta, jossa käytetään 3 NM tutkaporrastusminimiä. CA-järjestelmän oletusarvona on aluelennonjohdossa käytettävä 5 NM:n porrastusminimi. Näin syntyvät hälytykset ovat OPERATIIVISELTA kannalta kiusallisia (nuisance alerts), mutta järjestelmän toiminnan luonteen mukaisia.

Parempi ilmaisu on: STCA-järjestelmän ominaisuuksista johtuen se aiheuttaa operatiiviselta kannalta tarpeettomiakin hälytyksiä (nuisance alerts).

3.1 Kappaleen toteamukset, niiltä osin kun ne liittyvät tapahtumaan osallisina olleiden lennonjohtajien toimintaan, ovat sinänsä oikeita. Kohdan 26) toteamus vääristä hälytyksistä on hieman harhaanjohtava (vrt. yllä).

Johtaja



Heikki Jaakkola