



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU

Uuden edellä

Ilmaliikenneonnettomuus - Helsinki-Vantaan lentoasema

Riskianalyysi ensihoitopalvelun näkökulmasta

Ekman, Simo

2013 Hyvinkää

Laurea-ammattikorkeakoulu
Hyvinkää

Ilmaliikenneonnettomuus - Helsinki-Vantaan lentoasema Riskianalyysi ensihoitopalvelun näkökulmasta

”Take a few hundred people, put them in a long, narrow, aluminum tube, seat them closely together, surround them with thousands of gallons of jet fuel, give them only a few exits to use, and you have what may be a fire safety official’s worst nightmare.”

- Jeffrey A. Marcus, Civil Aeromedical Institute of the FAA -

Ekman Simo
Kriisi- ja erityistilanteiden
johtaminen YAMK
Opinnäytetyö
Helmikuu 2013

Simo Ekman

**Ilmaliikenneonnettomuus - Helsinki-Vantaan lentoasema
Riskianalyysi ensihoitopalvelun näkökulmasta**

Vuosi 2013

Sivumäärä 145

Opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida Helsinki-Vantaan lentoaseman ilma-
liikenneonnettomuuden riskin todennäköisyyttä ja mahdollisia seurauksia,
käyttämällä arvioinnin tukena maailmanlaajuisia tilastoja ja tutkimuksia ta-
pahtuneista onnettomuuksista sekä niiden seurauksista koneessa olleille ihmi-
sille. Työn tutkimusosassa analysoitiin lentokonevalmistaja Boeingin ajanjak-
solta 2000 - 2011 tilastoimat 466 ilmaliikenneonnettomuutta, jotka tapahtui-
vat kokonaispainoltaan yli 27000kg:n (60000lbs) painoisille, ei sotilaskäytössä
oleville, länsimaalaisvalmisteisille suihkumoottorikoneille.

Vuonna 2011 maailmassa lennettiin yli 30 miljoonaa liikennelentoa, joista 126
päättyi onnettomuuteen. Näistä 126:sta onnettomuudesta 16 oli kuolemaan
johtaneita onnettomuuksia, joissa menehtyi yhteensä 414 onnettomuuskoneis-
sa ollutta ihmistä. Vuosien 2005-2011 välisenä aikana maailmalla tapahtui
keskimäärin 4,27 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden, kuolemaan johta-
neiden onnettomuuksien tapahtumatiheyden ollessa 0,59 onnettomuutta mil-
joonaa lentoa kohden.

Suomessa viimeisin tuhoisa onnettomuus siviili liikennekoneelle tapahtui Maa-
rianhaminassa vuonna 1963, onnettomuudessa menehtyi 19 henkeä. Helsinki-
Vantaan lentoasemalla ei ole sen 60-vuotisen historian aikana tapahtunut yh-
tään tuhoisaa, kuolemaan johtanutta liikennelentokoneen onnettomuutta. Va-
kavin onnettomuus tapahtui vuonna 1989 10-paikkaiselle pienkoneelle, jossa
koneessa olleista kahdeksasta henkilöstä menehtyi seitsemän.

Työssä kerättyjen tilastotietojen ja Helsinki-Vantaan lentoaseman toteutunei-
den lento-operaatiotilastojen perusteella laskettiin tilastollinen todennäköi-
syys ilmaliikenneonnettomuudelle lentoasemalla. Laskennallisesti lentoase-
man ilmaliikenneonnettomuuden riskin todennäköisyys nykyisellä liikennemää-
rällä on 1 onnettomuus 2,9 vuoteen, 1 kuolemaan johtava onnettomuus 27,2
vuoteen ja 1 tuhoisa, usean ihmisen menehtymiseen johtava, onnettomuus
57,7 vuoteen.

Asiasanat: suuronnettomuudet, lentoliikenne, lento-onnettomuudet, lento-
asemat, lentokoneet, riskianalyysi

Simo Ekman

**Aircraft accident in Helsinki international airport
Risk analysis - emergency medical services point-of-view**

Year	2013	Pages	145
------	------	-------	-----

This thesis aim was to evaluate Helsinki intl. airports risk probability to aircraft accident and possible consequences from the accident, by using world-wide accident statistics and researches of actualized accidents. Accident statistic collected by Boeing where analyzed in thesis research part. Analyzed data contained 466 accidents from 2000 to 2011 that involved heavier than 27000kg (60000lbs) maximum gross weight, non-military service, western-build jet engine powered aircrafts.

In 2011 total volume of worldwide scheduled commercial air traffic was over 30 million flights, of these flights 126 ended up to accident. Of these 126 accidents, 16 was fatal accidents where injured fatally total of 414 persons. Between years 2005-2011 worldwide average accident rate was 4,27 accidents and 0,59 fatal accidents per million flights.

Latest severe civil commercial aircraft accident in Finland happened at Maa-riahamina in 1963, where 19 persons injured fatally. During Helsinki intl. airports 60 years history, there hasn't happened any severe fatal accidents to commercial airplanes. Worst accident happened in 1989, when 10-seated business aircraft crashed during approach, in the accident 7 persons of 8 where fatally injured.

Statistical probability for aircraft accidents in Helsinki intl. airport where calculated by combining data gathered for this thesis and airports operational statistics. Calculated statistical probability for the aircraft accident at Helsinki intl. airport with current operation volume is 1 accident in 2,9 years, 1 fatal accident in 27,2 years and 1 severe accident (multiple fatalities) in 57,7 years.

Keywords: mass casualty accidents, air traffic, aircraft accidents, airports, aircrafts, risk analysis

Sisällys

Johdanto	7
1 Ilmaliikenne.....	13
1.1 Ilmaliikenne Suomessa	13
1.2 Helsinki-Vantaan lentoasema	14
1.2.1 Lento-operaatioiden määrä	15
1.2.2 Kiitoteiden käyttöaste ja lentoreitit.....	18
1.2.3 Operoivat lentokonetyypit.....	22
2 Ilmaliikenteeseen liittyviä määritelmiä	24
2.1 Ilmaliikenneonnettomuus.....	24
2.2 Lentotapahtuma prosesseina - lennonvaiheet.....	25
3 Riskianalyysi	27
3.1 Riskianalyysin keskeinen terminologia.....	29
3.2 Riskin kohteen tunnistaminen ja vaarojen tunnistaminen.....	30
3.3 Riskin suuruuden arviointi	32
3.4 Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön riskianalyysimalli.....	36
3.5 Ilmaliikenneonnettomuuden todennäköisyys	38
3.5.1 Ilmaliikenteen ja ilmaliikenneonnettomuuksien kokonaismäärä.....	41
3.5.2 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet.....	45
4 Selviytymistodennäköisyys ja vammaprofiili	51
4.1 Selviytymistodennäköisyyteen ja vammaprofiiliin vaikuttavat tekijät	54
4.1.1 Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät	54
4.1.2 Lennonvaiheiden vaikutus selviytymiseen.....	56
4.2 Selviytymistodennäköisyyteen ja vammaprofiiliin liittyviä tutkimuksia ja raportteja	57
4.2.1 Euroopan liikenteen turvallisuusvirasto (ETSC)	58
4.2.2 Lillehei KO & Robinson MN, The Journal of Trauma 1994	59
4.2.3 Seleye-Fubara et. al, Annals of African Medicine 2011 ..	60
4.2.4 Postma et. al, Prehospital and Disaster Medicine 2011 ..	61

4.2.5	Afshar et. al, Archives of Iranian Medicine 2012.....	63
4.2.6	Mirzatolooei & Bazzazi, European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology 2012.....	65
4.2.7	Chaturvedi & Sanders, Aviation, Space and Environmental Medicine 1996	66
4.2.8	Friedman et. al, Israel Medical Association Journal 2002	67
4.2.9	National Transportation Safety Board:n raportti.....	68
5	Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	71
5.1	Tutkimuksen tavoite.....	71
5.2	Tutkimuskysymykset.....	72
6	Tutkimusaineisto ja - menetelmät	72
6.1	Tutkimusmenetelmän valinta	72
6.2	Tietoaaineiston keruu	72
6.3	Aineiston analyysimenetelmät	76
6.4	Aineiston luotettavuuden arviointi.....	76
7	Tulokset	77
7.1	Onnettomuuden tapahtuma-ajankohta	77
7.2	Onnettomuuspaikka	83
7.3	Onnettomuudet lentoyhtiöittäin	86
7.4	Onnettomuudet lentokonevalmistajittain.....	89
7.5	Onnettomuuteen joutuneen koneen ikä.....	91
7.6	Onnettomuudet lento-operaatiolajeittain	94
7.7	Onnettomuudet lennonvaiheittain	95
7.8	Koneissa ollut henkilölukumäärä	99
7.9	Onnettomuuksista aiheutuneet vahingot.....	100
7.10	Onnettomuudesta aiheutuneet henkilövahingot	105
7.11	Tulosten yhteenveto.....	112
8	Pohdinta ja johtopäätökset	116
8.1	Jatkotutkimusaiheita.....	125
	Lähteet	126
	Kuviot.....	132
	Liitteet	136

Johdanto

Lentäminen on aina kiehtonut ihmistä. Ensimmäiset viitteet ihmisen onnistuneesta lentämisestä löytyvät jo antiikin Kreikan mytologiasta. Historiallisten tarujen mukaan, Ikaros oli ensimmäinen ihminen joka pystyi lentämään, apunaan vahasta ja sulista valmistetut siivet. Tarusto kuvaa myös maailman ensimmäisen lento-onnettomuuden, sillä isänsä varoituksista huolimatta lentämisestä lumoutunut Ikaros lensi liian korkealle, jolloin siivissä käytetty vaha sulii auringon kuumuudesta ja Ikaros putosi mereen ja hukkui. Myöhemmässä historiassa, 1400 - 1500-lukujen vaihteessa, suuren osan elämänsä lentämisestä kiehtoutunut Leonardo da Vinci teki useampia suunnitelmia erilaista lentävistä laitteista, kuten riippuliidin ja helikopteri. Näistä suunnitelmista suurin osa oli kuitenkin epärealistisia ja toteuttamiskelvottomia ja mikään niistä ei toteutunut hänen elinaikanaan. (Wikipedia 2012a; Wikipedia 2013.)

Ilmailun historian suuria merkkipaaluja oli myös ensimmäinen kuumailmapalloonlento, joka tapahtui kesäkuussa 1783. Tuolloin veljekset Jacques-Etienne ja Joseph-Michel Montgolfier esittelivät rakentamansa kuumailmapallon. Kehityksen jatkuessa, vuonna 1852 näki päivänvalon ensimmäinen moottoroitu ilmalaiva. Tuolloin Henri Giffard lensi 3 hevosvoimaisella ilmalaivalla Pariisin yllä 11 kilometrin tuntinopeudella. Myöhemmin 1800-luvun loppupuolella ilmailun historiaa tehtiin erilaisten liitolaitteiden avulla, mm. vuonna 1891 siivekkääksi preussilaiseksi kutsuttu Otto Lilienthal lensi itse rakentamillaan riippuliitimillä yli 2000 onnistunutta lentoa. (Hart-Davis 2010, 290-291.)

Varsinainen ensimmäinen moottoroitu lentokone suoritti ensilentonsa 17.12.1903, tuolloin veljeksien Orville ja Wilbur Wrightin Kitty Hawk kone lensi 37 metrin matkan, pysyen ilmassa noin 12 sekunnin ajan. Samaisena päivänä veljekset lensivät kolme muutakin lentoa, pisimmillään 260 metriä 59 sekunnissa. Wrightin veljekset olivat myös osallisena maailman ensimmäiseen kuolemaan johtaneeseen moottoroidun lentokoneen onnettomuuteen 17.9.1908 Fort Myerissä USA:ssa. Lennolla Orvillen ohjaamaan koneeseen tuli potkurivi-ka, jota seuranneessa tuhoissa onnettomuudessa menehtyi koneen kyydissä

ollut USA:n armeijan viestijoukkojen luutnantti Thomas Selfridge.
(Smithsonian National Air and Space Museum 2012; Wikipedia 2012b.)

Matkustajalentoliikenteen kannalta vuosi 1928 oli merkittävä sillä, tuolloin valmistui ensimmäinen kaupallinen lentokone, Ford Trimotor, joka pystyi kuljettamaan jopa 17 matkustajaa. Lentokoneiden ja moottoritekniikan kehittyessä, suihkumatkustajakoneet tulivat käyttöön vuonna 1949, jolloin De Havilland Comet teki ensilentonsa. Konetyyppi vedettiin kuitenkin nopeasti markkinoilta kahden tuhoisan maahan syöksyn jälkeen. (Hart-Davis 2010, 291.)

Ilmailun kehityksen värikäs historia pitää sisällään myös useita tuhoisia onnettomuuksia, joissa on vuosien saatossa menehtynyt lukematon määrä ihmisiä. Suomen ilmaliikenteen historia on ollut kuitenkin melko toisenlainen, sillä suomalaisessa ilmailun historiassa vakavia ilmaliikenneonnettomuuksia on tapahtunut liikenneluokan koneille ainoastaan muutamia. Elokuussa 2008 Tallinnan edustalla tapahtui 14 henkilön menehtymiseen johtanut liikenneluokan helikopterin onnettomuus. Tätä aiempi vakava onnettomuus tapahtui lokakuussa 1978, kun ilmavoimien DC-3 syöksyi Rissalan lentoaseman läheisyydessä olevaan Juurusveteen, onnettomuudessa menehtyi 15 henkilöä. Tätä aiemmat onnettomuudet tapahtuivat Aero Oy:n (nyk. Finnair) DC-3 koneille 1963 Maa-riahaminassa (19 menehtyi) ja 1961 Koivulahdella (25 menehtyi). Muita yli kymmenen hengen menehtymiseen johtaneista ilmaliikenneonnettomuuksia ei Suomen alueella ole tapahtunut. (Aapro ym. 2008, 39-41.)

Helsinki-Vantaan lentoasemalla liikennelentokoneille tapahtuneista onnettomuuksista vakavin tapahtui 2.12.1957, kun Aeroflotin Iljushin Il-14 syöksyi ulos kiitotieltä maavallin yli, pysähtyen läheiselle tielle. Kone tuhoutui onnettomuudessa korjauskelvottomaksi. Koneessa olleista 21 henkilöstä ei kuitenkaan menehtynyt ketään. (Ilmailumuseo 2012.) Lisäksi lentoasemalla on tapahtunut yksi vakava liikelentokoneen onnettomuus, jossa kymmenpaikkainen kaksimoottorinen Fairchild Swearinger Merlin III-tyyppinen kone tuhoutui täysin noin 1,1 kilometriä ennen kiitotien kynnystä tapahtuneessa onnettomuudessa 23.2.1989. Koneessa olleista kahdeksasta henkilöstä, onnettomuudessa me-

nehtyi seitsemän, yksi selviytyi onnettomuudesta lievin vammoin.
(Onnettomuustutkintakeskus 1989, 4-6.)

Onnettomuustutkintakeskuksen tilastojen perusteella Suomessa ilmaliikenneonnettomuuksissa menehtyi 2005-2011 välisenä aikana yhteensä 29 henkeä, näistä 14 Tallinnan edustalla tapahtuneessa helikopterionnettomuudessa. Onnettomuuksissa loukkaantui vakavasti yhteensä 7 henkilöä ja lievästi 16 henkilöä. Ajanjaksolla ei ole tapahtunut yhtään suuronnettomuudeksi luokiteltavaa ilmaliikenneonnettomuutta. Kaikkiaan ilmaliikenneonnettomuuksia, suuronnettomuuden vaaratilanteita, vaaratilanteita, vaurioita tai vähäisiä onnettomuuksia tapahtui 53 kpl. Valtaosa loukkaantumisiin ja menehtymisiin johtaneista onnettomuuksista sattui yleisilmailussa käytettäville pienkoneille.
(Onnettomuustutkintakeskus 2012.)

Suomessa tapahtuneet ilmaliikenneonnettomuudet ja vakavat vaaratilanteet osoittavat, että suuronnettomuudeksi laskettavan Ilmaliikenneonnettomuuden uhkakuvana näyttäisi olevan lentoasemalla tai sen välittömässä läheisyydessä tapahtuva lentokoneiden yhteentörmäys tai kiitotiellä tapahtuva onnettomuus, kuten laskeutuminen ennen kiitotien kynnystä, suistuminen ulos kiitotieltä tai törmäys kiitotiellä olevaan esteeseen. Näiden lisäksi on kuitenkin huomioitava mahdollisuus sille, että onnettomuus tapahtuisi kauempana lentoasemasta. (Aapro, ym. 2008, 41.)

Tapahtuneista onnettomuuksista huolimatta, ilmaliikenne on kuitenkin kaikkiaan hyvin turvallinen liikennemuoto. 2005 - 2011 välisenä aikana tapahtuneissa ICAOn (International Civil Aviation Organization l. YK:n alainen kansainvälinen siviili-ilmailu järjestö) tilastoimissa ilmaliikenneonnettomuuksissa menehtyi keskimäärin 656 ihmistä vuosittain (ICAO 2012a). Samaan aikaan maailman tieliikenteessä arvioidaan vuosittain menehtyvän noin 1,3 miljoonaa ihmistä. Arvioituna erilaisten liikkumismuotojen aiheuttamia kuolemantapauksia Euroopassa, junaliikenne on tilastojen valossa kaikkein turvallisin liikkumismuoto, jota seuraa linja-auto- sekä lentoliikenne. Lentoliikenteeseen nähden junaliikenteessä menehtyy puolet vähemmän ihmisiä 100 milj. matkustajakilo-

metriä kohden, kun henkilöautoliikenteessä luku on kymmenkertainen ja moottoripyörä- ja mopoliikenteessä 200-kertainen lentoliikenteeseen nähden. (Ahlroth & Pöllänen 2011, 12-14.)

Ilmaliikenteen turvallisuus, verrattuna muihin liikennemuotoihin, on viimeisten vuosikymmenien tilastojen perusteella parantunut, sillä nykyään ilmaliikenteessä tapahtuu onnettomuuksia suhteellisen harvoin. Viimeisten 50 vuoden aikana säännöllisessä kaupallisessa lentoliikenteessä kuolleiden ihmisten määrä on laskenut merkittävästi. Vuonna 1950 noin 4,5 matkustajaa menehtyi 100 miljoonaa matkustajamailia kohden, kun vuonna 2001 vastaava luku oli ainoastaan 0,01. Samalla myös kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä on vähentynyt merkittävästi. (Ahlroth & Pöllänen 2011, 35.) Huomioitavaa on kuitenkin se, että pelkästään liikenteenmäärän kasvu lisää osaltaan onnettomuuksien mahdollisuutta (Rauhamäki, Mäntynen, Mäkelä, Sinisalo & Kalenoja 2006, 7).

Vaikkakin ilmaliikenteen turvallisuus on parantunut merkittävästi vuosien saatossa, ilmaliikenneonnettomuudessa on aina riski vakavaan onnettomuuteen. Mahdollisten henkilövahinkojen lisäksi onnettomuudet vaikuttavat aina merkittävästi myös ilmaliikenteen julkisuuskuvaan, usein negatiivisesti, sillä onnettomuudet saavat poikkeuksetta osakseen paljon huomiota mediassa. (Ahlroth & Pöllänen 2011, 30.)

Vaikka suurinta osaa ilmaliikenteeseen liittyvistä riskeistä pystytään hallitsemaan erilaisin riskienhallinnan toimenpitein, osa riskeistä voi toteutua käytännössä milloin tahansa hyvästä turvallisuuskulttuurista huolimatta. Se, että Suomessa ei ole tapahtunut tuhoisaa onnettomuutta liikennelentokoneille viimeiseen noin 35 vuoteen, ei anna aiheutta tuudittautua ajatukseen onnettomuusriskin epätodennäköisyydestä. Riski onnettomuuden tapahtumiseen on aina olemassa. Tämä on tunnustettava ja muistettava, ainakin mahdollisen onnettomuuden pelastustoimintaan osallistuvien viranomaisten keskuudessa.

Tammikuussa 2013 Saksalainen ilmailuturvallisuutta tutkiva tutkimuskeskus JACDEC (Jet Airliner Crash Data Evaluation Center) arvioi Suomalaisen Finnairin maailman turvallisimmaksi lentoyhtiöksi. Sijoitukseen vaikutti merkittävästi lentoyhtiön hyvä turvallisuushistoria, sillä yhtiölle ei ole tapahtunut vakavaa onnettomuutta noin 50 vuoteen. Finnairin lisäksi Eurooppalaisista lentoyhtiöistä kymmenen maailman turvallisimman lentoyhtiön joukkoon sijoittui Portugalilainen TAP Portugal (7:s) sekä Iso-Britannialainen British Airways (10:s). (JACDEC 2013.)

Ilmaliikenneonnettomuudet valikoitui opinnäytetyön aiheeksi ammatillisen mielenkiinnon vuoksi. Omassa työssäni vastaan tällä hetkellä ensihoitopalvelun suuronnettomuussuunnitelmien kehittämisestä ja ylläpidosta, myös mahdollisen ilmaliikenneonnettomuuden varalta Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Lentoaseman läheisyys tuo omat haasteensa ja usein suunnittelutyötä tehdessä nousee esiin kysymykset ilmaliikenneonnettomuuden riskin todennäköisyydestä ja onnettomuuden mahdollisista seurauksista.

Vuosittain Helsinki-Vantaan lentoasemalla paikallinen ensihoitopalvelu ja pelastustoimi varautuu noin 30-40 kertaa mahdolliseen ilmaliikenneonnettomuuteen. Nämä ovat tilanteita, joissa lentokoneessa on havaittu jonkinasteinen tekninen häiriö ja pelastusorganisaatio hälytetään turvaamaan koneen laskeutuminen. Jokainen näistä tapahtumista on potentiaalinen ilmaliikenneonnettomuus, jolloin toimintaan osallistuvat viranomaiset suorittavat tehtävänsä varautuen suuronnettomuuteen. Tilanteet ovat ilmaliikenneonnettomuusvaratilanteita, joiden ensihoito- ja pelastustoimintaan varautumisessa käytetään apuna ilmaliikenneonnettomuuksien varalta tehtyjä viranomaisten toimintasuunnitelmia.

Työssä käytettyjen tilastotietojen valossa kuitenkin on todennäköisempää, että ilmaliikenneonnettomuus tapahtuu täysin yllättäen ilman ennakkovaroitusta, jolloin ensihoito- ja pelastustoimintaan osallistuvat viranomaiset saavat hälytyksen vasta kun onnettomuus on jo tapahtunut. Näillä kahdella erilaisella skenaariolla on selkeät eroavaisuudet, toisessa pelastustoimintaan osallistuvat

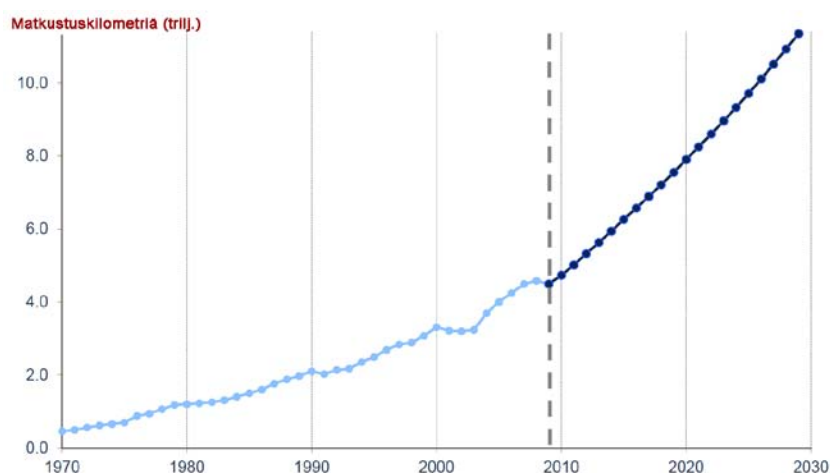
organisaatiot ehtivät rakentua ja valmistautua mahdolliseen tehtäväänsä. Kun toisessa vaihtoehdossa minkäänlaista valmistautumisaikaa ei ole, vaan toiminta on saatava käynnistettyä täyteen laajuuteensa mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti.

Moniulotteisesta kokonaisuudesta muodostuvan ilmaliikenteen riskin arvioiminen numeerisen, tilastoihin perustuvan, tiedon perusteella on haasteellista. Useasta eri lähteestä koottu tieto antaa kuitenkin hyvän näkemyksen tapahtuneista onnettomuuksista, niiden tapahtumatiheyksistä sekä mahdollisista seurauksista. Tilastoista voidaan tehdä erilaisia johtopäätöksiä yksinkertaistetusti ja tietoa voidaan käyttää hyväksi mahdollisen ilmaliikenneonnettomuuden pelastus- ja ensihoitotoimintaa suunniteltaessa.

Ensihoitopalvelun näkökulman ottaminen riskianalyysiin on haasteellista, sillä perinteisesti riskianalyysi vastaa yksinkertaisesti kysymyksiin riskin todennäköisyydestä sekä riskin toteutumisen mahdollisista seurauksista. Työssäni pyrin laajentamaan riskianalyysin katsantoa koskemaan myös niitä seurauksia, joita koneessa olleille ihmisille mahdollisesti tulee onnettomuuden seurauksena. Aiheeseen tarkemmin syventyessäni havahduin todellisuuteen, valtaosassa onnettomuuksista suurin osa koneessa olleista henkilöistä selviytyy onnettomuudesta joko kokonaan ilman fyysisiä vammoja tai hyvin lievin vammoin. Nämä tilanteet ovat onnettomuuksia, joissa aina kuitenkin on olemassa riski pahempaan tapahtumaan.

1 Ilmaliikenne

Ilmaliikenteellä on ollut merkittävä rooli globalisoituvassa maailmassa ja sen kehitys on vaikuttanut ihmisten liikkuvuutta parantavasti. Tämä näkyy merkittävästi ilmaliikenteen määrän kasvuna. Lentokonevalmistaja Airbusin tekemän arvion perusteella matkustajalentokoneiden määrä tulee lisääntymään yli kaksinkertaiseksi ennuste-ajanjaksolla 2009 - 2029. Samalla aikajaksolla lennettyjen matkustajakilometrien arvioidaan kasvavan yli 2,5-kertaiseksi. Tätä näkemystä tukee myös toteutuneen ilmaliikenteen tilastotiedot, joiden perusteella on havaittu ilmaliikenteen määrän kaksinkertaistuminen 15 vuoden välein. Samalla aikajänteellä maailman joidenkin lentokenttien matkustajamäärän kasvu on saattanut olla jopa 10 - 15-kertainen. Nykyisen vuosittaisen lentoliikenteen kasvun arvioidaan olevan noin 4,8%:n luokkaa, toimialaa ravis- telleista useista erilaisista kriiseistä (öljy- ja talouskriisit sekä 9-11 WTC iskut) huolimatta. (Airbus 2011, 3; Aalto ym. 2012, 15.)



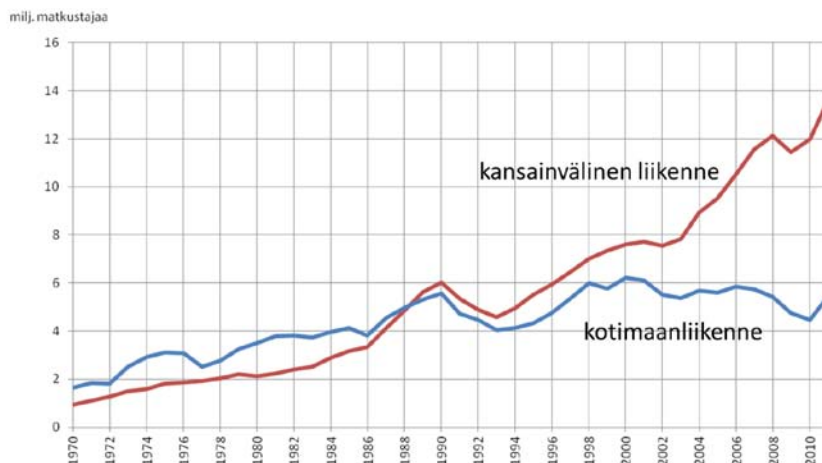
Kuvio 1 Ilmaliikenteen määrän kehittyminen maailmalla 1970 - 2030 (Airbus 2011, 12).

1.1 Ilmaliikenne Suomessa

Suomessa palveluyritys Finavia ylläpitää 25 lentoaseman verkkoa, joiden kautta matkustajalentoliikenne käytännössä hoidetaan. Lentoasemista 18 on siviililentoasemia, 3 sotilaslentoasemia ja 4 yhteistoimintalentoasemia (siviili- ja

sotilaslentotoimintaa). Lentoasemien ylläpidon lisäksi Finavia huolehtii koko maan kattavasta lennonvarmistusjärjestelmästä. Vuonna 2011 Finavian ylläpitämien lentoasemien kautta kulki lähes 19,1 miljoonaa matkustajaa, joista noin 13,6 miljoonaa oli kansainvälisen liikenteen matkustajia. Matkustajamäärällä mitattuna kaikesta Suomen matkustajalentoliikenteestä 77,9% hoidettiin Helsinki-Vantaan lentoasemalta. (Finavia 2012a, 5; Aalto ym. 2012, 33.)

Suomalaisen ilmaliikenteen osalta on tilastojen perusteella havaittavissa kansainvälisiä tilastoja vastaava kehityssuunta. Vuonna 1970 suomessa oli noin 3 miljoonaa lentomatkustajaa, kun vastaava luku oli vuonna 2011 noin 19 miljoonaa matkustajaa. Kotimaanliikenteen määrä on jo huippuvuosista (1998-2000) pienentynyt, kun kansainvälisen liikenteen määrä jatkaa selkeää kasvua. Kokonaisuutena arvioitaessa lentoliikenteen kaksinkertaistuminen 15 vuoden välein pitää melko hyvin paikkansa myös Suomessa. (Aalto ym. 2012, 33.)

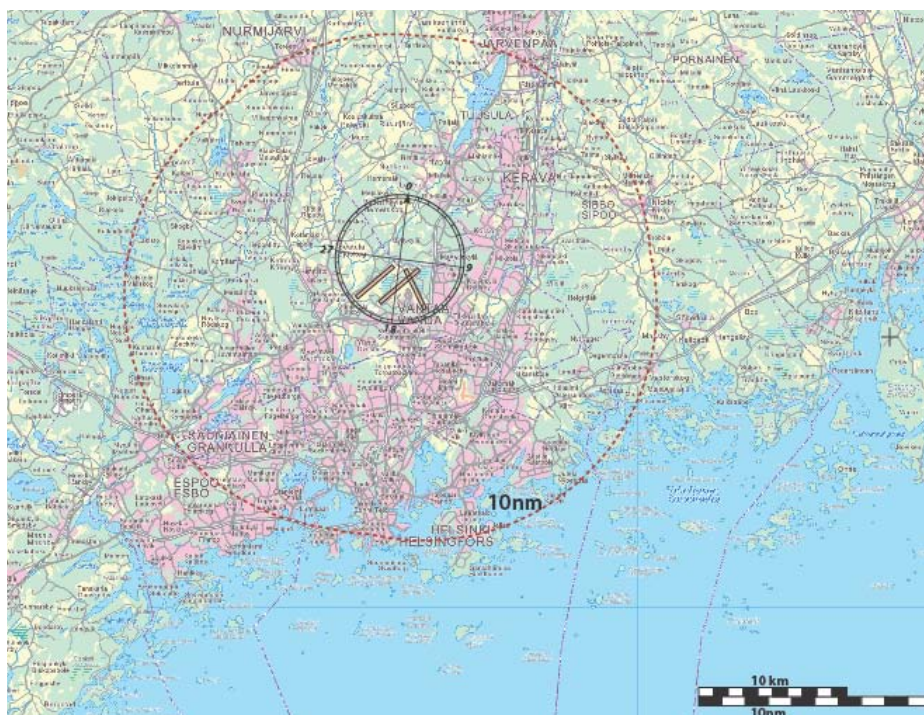


Kuvio 2 Ilmaliikenteen määrän kehittyminen Suomessa 1970 - 2010 (Aalto ym. 2012, 33).

1.2 Helsinki-Vantaan lentoasema

Valmistuessaan Helsingin olympialaisiin vuonna 1952, silloiselta nimeltään Helsingin lentoasema syrjäytti Malmin lentoaseman pääkaupungin kansainvälisenä lentoasemana. Alun perin lentoasemalla oli käytössä vain yksi kiitotie,

toinen kiitotie otettiin käyttöön vuonna 1956. Vuonna 1977 lentoaseman nimi muuttui nykyiseen muotoonsa, Helsinki-Vantaan lentoasema. Tämänhetkiseen laajuuteensa lentoasema laajeni vuonna 2002, kun kolmas kiitotie otettiin käyttöön. Lentoasema sijaitsee Vantaalla, turva-alueiden ulottuessa pohjoisilta osiltaan Tuusulan kunnan alueelle. Lentoaseman alue on kooltaan noin 1700 hehtaaria (17km²), joka vastaa pinta-alaltaan noin 2400 jalkapallokenttää. Lentoaseman ympäriajettavaksi matkaksi lyhimmillään huoltoteitä pitkin tulee noin 18km. (Finavia 2012b.) Nykypäivänä Helsinki-Vantaan lentoasema on Suomen suurin ja vilkkain lentoasema, jonka kautta vuonna 2011 kulki noin 14,9 miljoonaa matkustajaa ja lento-operaatioita (nousuja ja laskuja) oli noin 194000. Pohjoismaisessa mittakaavassa mitattuna, se on neljänneksi suurin lentoasema Kööpenhaminan, Oslon ja Tukholman lentoasemien jälkeen. (Finavia 2012a.)



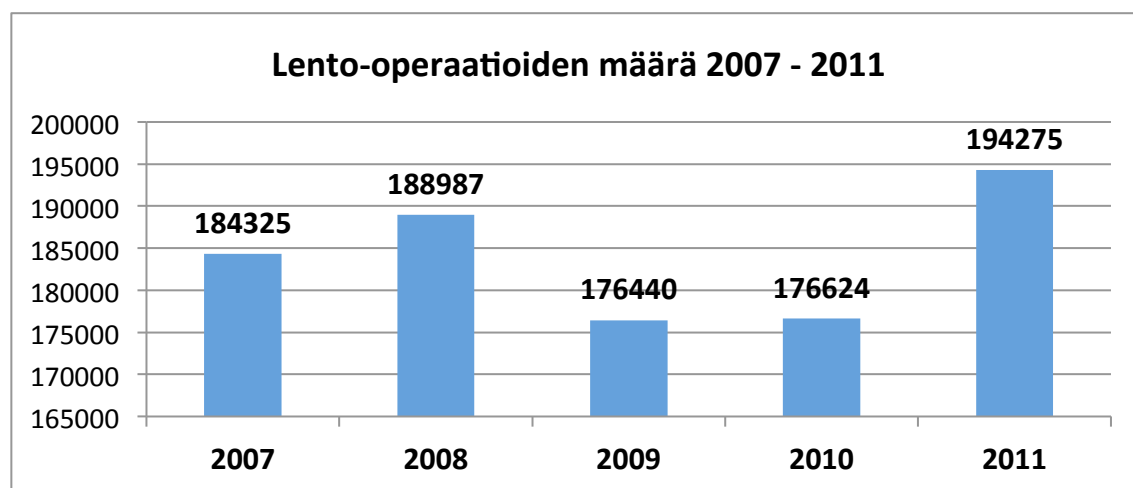
Kuvio 3 Helsinki-Vantaan lentoaseman sijainti

1.2.1 Lento-operaatioiden määrä

Helsinki-Vantaan lentoaseman lento-operaatioiden määrä on ollut noususuuntainen vuodesta 2002 lähtien, poikkeuksena vuodet 2009 ja 2010 jolloin lento-

operaatioiden määrä oli noin 7% pienempi verrattuna vuoteen 2008. Syinä negatiiviseen kehitykseen oli 2008 alkanut taloustaantuma, joka vähensi lentoliikenteen määrää. Lisäksi vuoden 2010 lukuihin vaikuttivat merkittävästi Islannin tulivuorenpurkauksen aiheuttaman tuhkapilven seurauksena asetettu lentokielto sekä lentohenkilökunnan lakko. Vuonna 2011 lento-operaatioita lentoasemalla oli 194275, joka vastaa noin 12%:n kasvua edelliseen vuoteen nähden, näistä noin 191000 oli liikenneilmaluun liittyviä lento-operaatioita. Liikenneilmaluun operaatioista noin 70% on ulkomaan lentoja, kotimaanlentojen osuuden ollessa noin 30%. Matkustajamäärällä mitattuna kasvua oli noin 15,5% vuoteen 2010 nähden. Finavian ylläpitämien 25 lentoaseman lento-operaatioiden kokonaismäärä vuonna 2011 oli 539345, jolloin Helsinki-Vantaan lentoaseman osuus kokonaisliikennemäärästä on noin 36%. Lento-operaatioiden kokonaismäärän sisältyy myös yleisilmailu, eli pienkoneilla tapahtuva harrasteilmailu. Suomen kansainvälisestä lentorahdista noin 95% kulkee Helsinki-Vantaan kautta. (Finavia 2012c, 18; Finavia 2012a, 24; Leskelä, Linnanto & Viinikainen 2012, 3-4.)

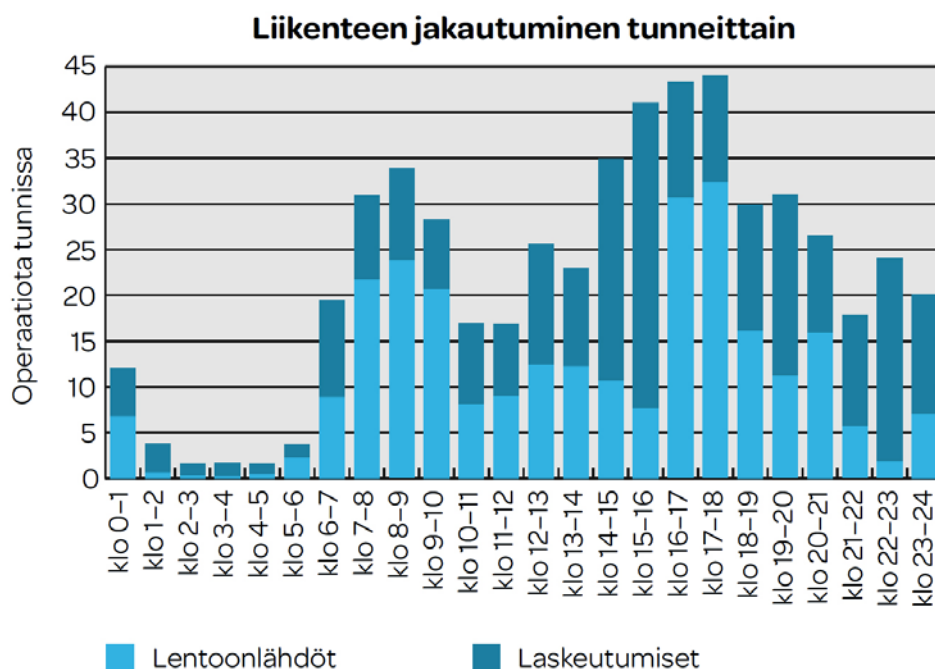
Lentoliikenteen määrä kasvaa jatkuvasti Helsinki-Vantaan lentoasemalla, vuonna 2008 tehdyn ennusteen mukaisesti lentoaseman lento-operaatioiden määrä arvioidaan olevan vuonna 2025 noin 335800, joka tarkoittaa 920 lento-operaatiota päivässä. Tämä vastaa noin 80% lisäystä nykypäivän määrään. (Leskelä, Linnanto, Viinikainen, Pesu & Routama 2008, 5.)



Kuvio 4 Lento-operaatioiden määrä 2007-2011 (Finavia 2012d).

Lento-operaatioiden jakautuminen vuorokauden tunneille vaihtelee merkittävästi. Lentoaseman toiminta vilkastuu aamulla noin klo 06 aikoihin ja hiljentyy yöllä noin klo 01 aikaan. (Finavia 2012c, 22.) 01 - 06 välisenä aikana lentoasemalla on käynnissä ainoastaan yksittäisiä lento-operaatioita, johtuen lentoliikenteen meluntorjunnasta seuranneista yöliikenteen rajoituksista. Rajoitusten perusteella meluisimpien koneiden, kuten kaukoliikenteen laajarunkokoneiden sekä yksinomaan rahtia kuljettavien koneiden liikennöinti on kielletty 00.30 - 06.00 välisenä aikana. (Leskelä ym. 2012, 4-5.)

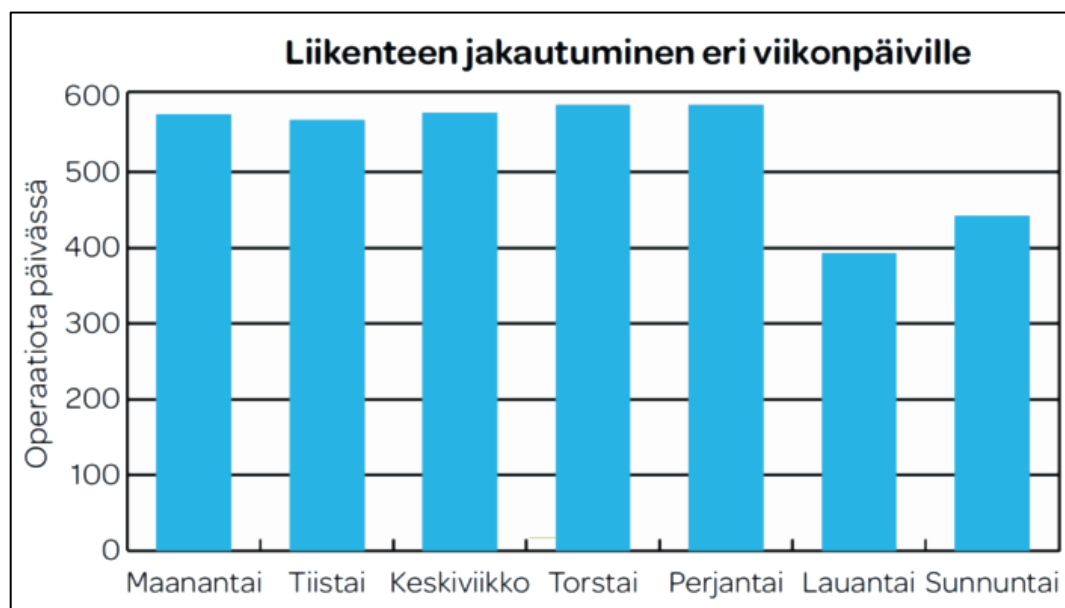
Lentoonlähtöjen osalta vilkkaimmat tunnit sijoittuvat aamu klo 07 - 10 sekä iltapäivän klo 16 - 18 välisille ajoille. Laskeutumisia on vilkkaimmillaan iltapäivän klo 14 - 16 ja illan klo 22 - 23 välisinä aikoina. (Leskelä ym. 2012, 4-5; Finavia 2012c, 22.)



Kuvio 5 Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoonlähtöjen ja laskeutumisten keskiarvomäärä vuorokauden eri tunteina vuonna 2011 (Finavia 2012c, 22).

Arkipäivät ovat lentoliikenteen kannalta merkittävästi kiireisempiä, verrattuna viikonloppuihin. Arkipäivisin lento-operaatioiden määrä on noin 560 - 590

päivässä, kun viikonloppuna lento-operaatioiden määrä on noin 400-440. Kuu-kausista kesä-elokuu on kiireisintä aikaa lentoasemalla, kun tammi-helmikuu ovat kaikkein rauhallisimpia. (Finavia 2012a, 11; Finavia 2012c, 22.)

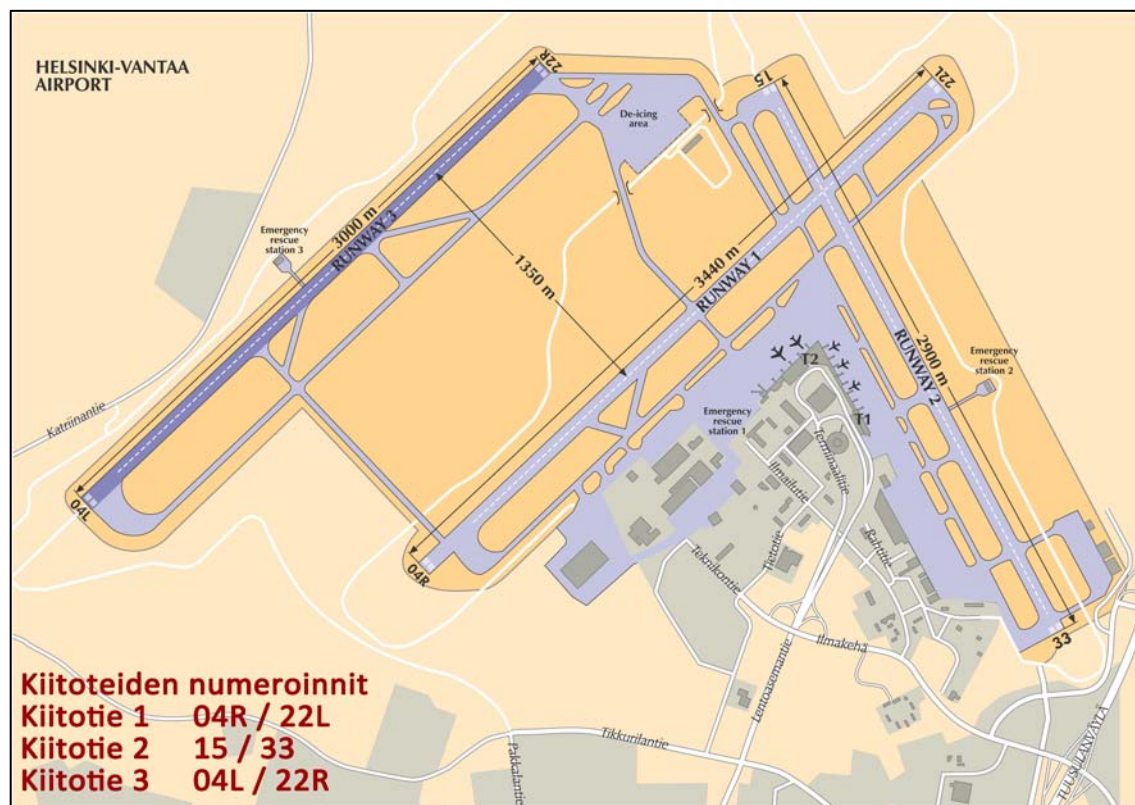


Kuvio 6 Helsinki-Vantaan lentoaseman liikenteen jakautuminen eri viikonpäiville vuonna 2011 (Finavia 2012c, 22).

1.2.2 Kiitoteiden käyttöaste ja lentoreitit

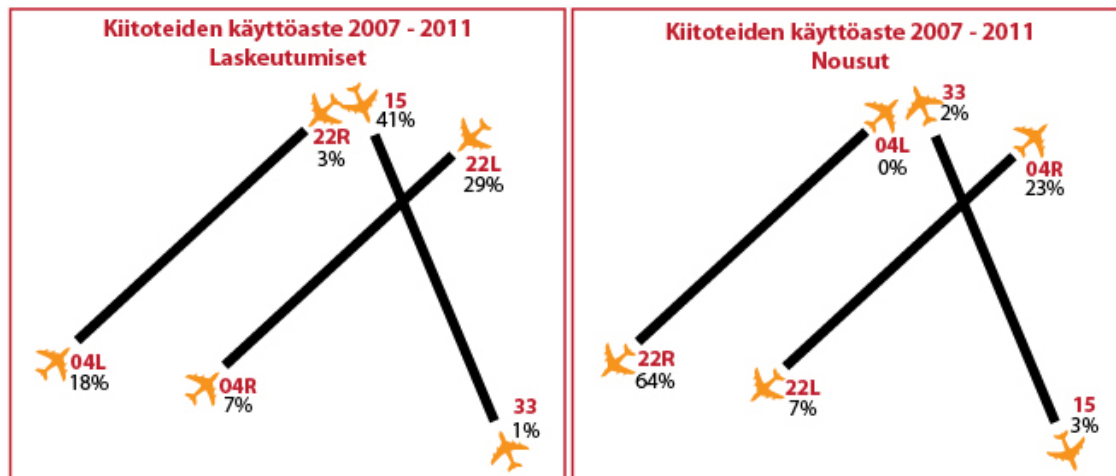
Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden käyttöön vaikuttavat vallitsevat sääolosuhteet, ympäristötekijät sekä liikenteen määrä (Finavia 2012c, 22-24). Kiitoteiden käyttöä ohjaa ensisijaisuusperiaate, joka huomioi sekä asutuksen kiitoteiden lentoonlähtö- tai laskeutumissektoreissa että eri kiitoteiden turvallisen käytön suhteessa toisiinsa nähden. Lisäksi kiitoteillä 15 ja 33 on käyttökielto voimassa yöllä siten, että kiitotietä 15 ei käytetä lentoonlähtöihin eikä kiitotietä 33 laskeutumisiin, ellei lentoturvallisuuden ylläpitäminen muuta edellytä. Lentoonlähdoissä kiitoteiden ensisijainen käyttöjärjestys on 22R, 22L, 04R, 33, 04L, 15. Laskeutumisissa vastaava järjestys on 15, 22L, 04L, 04R, 22R, 33. Mikäli samansuuntaisia kiitoteitä käytetään rinnakkain, käyttöjärjestys voi muuttua. Käyttöjärjestyksessä vaikuttaa toisiinsa myös lentoon-

lähtöihin ja laskeutumisiin käytettävät kiitotiet. (Leskelä ym. 2012, 4; Finavia, 2012e.)



Kuvio 7 Helsinki-Vantaa lentoaseman yleiskartta ja kiitoteiden numerointi (Finavia 2012e).

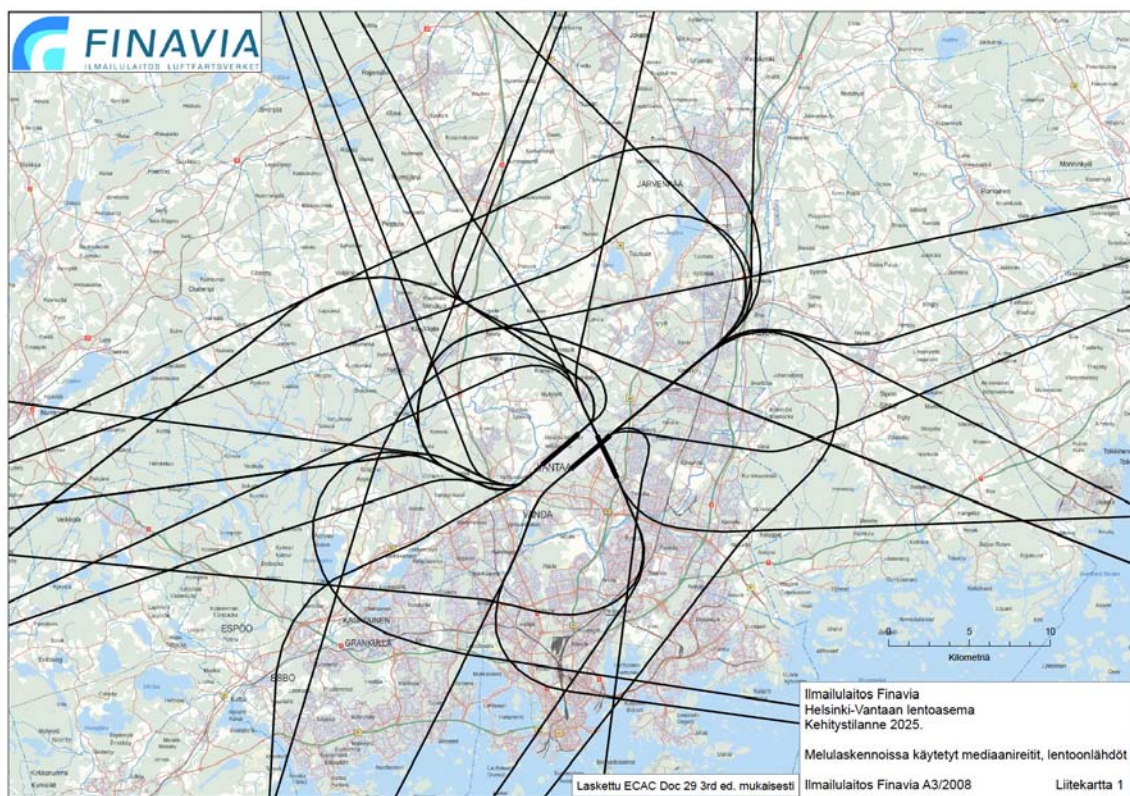
Kiitoteiden käyttöasteessa on vuosien saatossa tapahtunut muutoksia, jotka johtuvat mm. lentomeluntorjunnan edellyttämistä toiminnan muutoksista, sekä kiitoteiden ylläpitoon liittyvistä huolto- ja korjaustoimista. Vuoden 2011 tilastojen perusteella kaikista nousuista 72% tehdään kiitotieltä 22R (nousua 2007 - 2011 keskiarvoon 8%), yöaikaisista nousuista vastaava osuus on 78%. Laskeutumisten kohdalla kehitys on ollut maltillisempaa, vuonna 2011 kaikista laskeutumisista 42% tehtiin kiitotielle 15, yöaikaisen osuuden ollessa 57%. (Finavia 2012c, 23; Finavia 2012d.)



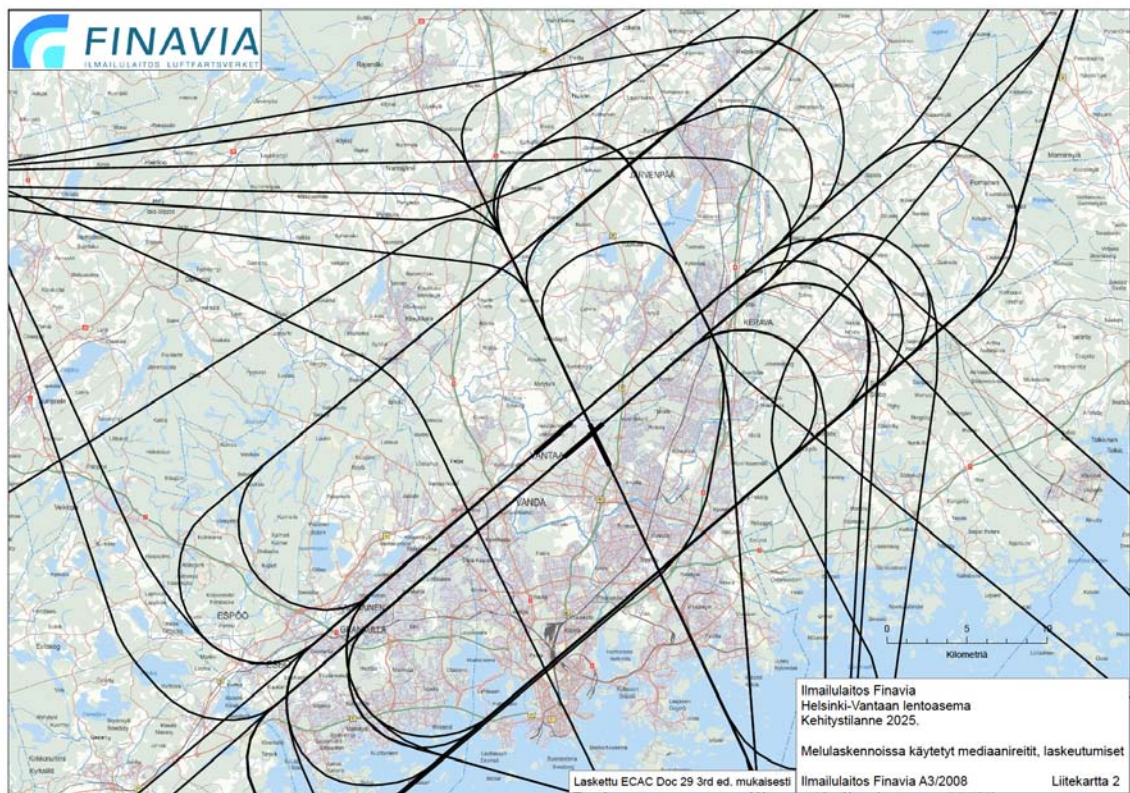
Kuvio 8 Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden keskimääräinen käyttöaste 2007-2011 (Finavia 2012d).

Helsinki-Vantaan lentoasemalta nousevien ja sinne laskeutuvien koneiden lentoreitit halkovat pääkaupunkiseudun alueen kuntien ilmatilaa. Käytettävät lentoreitit määräytyvät käytössä olevan kiitotien sekä ulosmeno- tai tuloportin mukaan. Jokaiselle kiitotielle on omat lähestymis- ja nousukuviokarttansa, joiden mukaan lentoasemalle saapuvat tai sieltä lähtevät lentokoneet toimivat lentoaseman läheisyydessä. Lentoaseman lähialueen ulkopuolella käytetään kansallisesti ja kansainvälisesti määriteltäviä ylä- ja alailmatilan lentoreittejä. (Leskelä ym. 2008, 6; Finavia 2012e.)

Kuvissa 4 ja 5 on esitetty Helsinki-Vantaan lentoasemalta lähtevien ja lentoasemalle saapuvien koneiden mediaani lentoreitit. Kuvissa esitetyt lentoreitit perustuvat vuosien 2006 ja 2007 toteutuneen liikenteen reitteihin (Leskelä ym. 2008, 6).



Kuvio 9 Lähtevien koneiden mediaani lentoreitit (Leskelä ym. 2008, 8).



Kuvio 10 Saapuvien koneiden mediaani lentoreitit (Leskelä ym. 2008, 9).

1.2.3 Operoivat lentokonetyypit

Helsinki-Vantaan lentoasemalla operoi yhteensä 51 lentoyhtiötä, jotka suorittavat varsinaista matkustajalentoliikennettä. Tähän lukuun ei lasketa pienillä liikelentokoneilla operoivia yhtiöitä, eikä ilmavoimia. Kaikkiaan vuonna 2011 lentoasemalla kävi noin 160 erilaista lentokonetyyppiä, joista kolme yleisintä konetyyppiä tai -sarjaa edustaa lähes 60% kaikesta liikenteestä. Jos tarkasteluun otetaan 10 yleisintä konetyyppiä tai -sarjaa (Taulukko 10), nämä edustavat noin 87% kaikista lento-operaatioista. Yleisimmät konetyypit tai -sarjat olivat suihkukoneista Airbus A320-sarja ja Embraer E170 / E190 sekä potkuriturbiinikoneista ATR 72/45. Näillä konetyypeillä tai -sarjoilla oli keskimäärin 334 lento-operaatiota vuorokaudessa, kun keskimääräinen kokonaismäärä on 532 lento-operaatiota vuorokaudessa. Suurten laaja-runkoisten koneiden osuus kokonaisliikenteestä on ainoastaan noin 6%:n luokkaa. (Leskelä ym. 2012, 6; Finavia 2012e.)

Taulukko 1 Kymmenen yleisintä konetyyppiä vuonna 2011 (Leskelä ym. 2012, 6).

Konetyypit	Oper. lkm
A320 -sarja, suihkumatkustajakone	54105
ATR72, 2-moott. potkuriturbiinikone	27200
Embraer E190, suihkumatkustajakone	19507
B737 -sarja, suihkumatkustajakone	15615
Embraer E170, suihkumatkustajakone	12876
B712 suihkumatkustajakone	12159
ATR45, 2-moott. potkuriturbiinikone	8286
Muut suihkumatkustajakoneet	7859
Avro Regional Jetlines 85, suihkumatkustajakone	7358
B757 -sarja, suihkumatkustajakone	6102

Potkuriturbiinikoneiden käyttö on yleisintä kotimaan lennoilla, joista yli puolet hoidetaan niillä, johtuen koneiden selvästi pienemmästä kulutuksesta matkustajaa kohden verrattuna suihkukoneisiin. Lentomatkan pidentyessä, suihkukoneet ovat yleisemmin käytettyjä. Keskimäärin arkipäivisin lentoase-

malta lähtee tai sinne saapuu 430 suihkukonetta ja 150 potkurikonetta. (Finavia 2012c, 10-18; Leskelä ym. 2012, 7.)

Lentoasemalle operoivien konetyyppien tai -sarjojen kohdalla tapahtuu luonnollista vaihtelua, liittyen uusien konetyyppien käyttöönottoon ja toisaalta vanhojen konetyyppien poistumiseen käytöstä. 2007 - 2011 välisenä aikana on tullut käyttöön muun muassa Boeingin valmistamat B737 ja B712 sarjat kun vastaavasti B733 ja B752 sarjan koneet ovat poistuneet käytöstä. Muidenkin konevalmistajien kohdalla tapahtuu samanlaista elämistä operoivissa konetyypeissä. Kuitenkin koneiden kokoluokka, tyyppisarjojen muuttuessa, on pysynyt ajanjaksolla hyvin samankaltaisena. (Leskelä ym. 2008, 5-6; Leskelä, Linnanto & Viinikainen 2009, 5-6; Leskelä, Linnanto & Viinikainen 2010, 6; Leskelä, Linnanto & Viinikainen 2011, 6; Leskelä ym. 2012, 6.)

Tulevaisuuden kehitys suunta näyttää siltä, että potkuriturbiinikoneet tulevat syrjäyttämään suihkumoottorikoneet yleisimpänä konetyyppinä. Huomioitavaa on se, että laajarunkoisia koneita ei tulevaisuudessakaan nähdä yleisimpien konetyyppien joukossa. Helsinki-Vantaalta hoidetaan arvion mukaan vuonna 2025 noin 9% kokonaislentoliikenteestä suurilla laajarunkokoneilla. Kokonaisuudessaan tulevaisuudessa lentoliikenteestä hoidetaan noin 84% 10 yleisimmällä konetyypillä. (Leskelä ym. 2008, 5.)

Taulukko 2 Kymmenen yleisintä konetyyppiä 2025 (Leskelä ym. 2008, 5).

Konetyypit 2025 (ennuste)	Oper/vrk	Osuus % liikenteestä
ATR72, keskikokoiset potkuriturbiinikoneet	130	14%
E190, Embraer 190	102	11%
A320, Airbus 320	100	11%
A319, Airbus 319	94	10%
BNGNB, Boeing Next Generation Narrow Body	90	10%
ANGNB, Airbus Next Generation Narrow Body	70	8%
F100, keskikokoinen suihkumatkustajakone	60	7%
B738, Boeing 737-800	50	5%
DHC8, pienehköt potkuriturbiinikoneet	40	4%
CL601, Canadair Challenger 600, pieni suihkumatkustajakone (business)	40	4%

Helsinki-Vantaan lentoasema sijaitsee Aasiaan suuntautuvan ilmaliikenteen solmukohdassa, jolloin alueen ilmatilassa liikkuu päivittäin lukuisa määrä yllentäviä koneita. Tilastoissa ja ennusteissa esiintyvien konetyyppien lisäksi, lentoaseman läheisessä ilmatilassa liikkuu päivittäin muutamia Airbusin A380 sekä Boeingin B747 kokoluokan koneita. Yllentävien, alueen ilmatilaa halkovia kansainvälisiä lentoreittejä käyttävien koneiden lento-operaatiot eivät näy lentoaseman tilastoissa. Kuitenkin teknisen- tai muun häiriötilanteen sattuessa ne käyttävät Helsinki-Vantaan lentoasemaa tarvittaessa hätä- ja varalaskukenttään.

2 Ilmaliikenteeseen liittyviä määritelmiä

Tässä osiossa käsitellään työn kannalta keskeiset ilmaliikenteeseen liittyvät kansainvälisesti käytetyt määritelmät.

2.1 Ilmaliikenneonnettomuus

ICAO:n (2001) antamien ilmaliikennettä koskevien ohjeistusten mukaan, ilma-liikenneonnettomuudella tarkoitetaan ilma-aluksen toimintaan liittyvää tapahtumaa, joka sattuu niiden ajankohtien välillä kun ensimmäinen lennolle aikova henkilö astuu ilma-alukseen ja kun kaikki tällaiset henkilöt ovat poistuneet siitä ja jossa:

- a) henkilö saa kuolemaan johtavia tai vaikeita vammoja sen vuoksi, että on:
 - a. ollut ilma-aluksessa, tai
 - b. joutunut suoraan kosketukseen ilma-aluksen jonkin osan kanssa, mukaan lukien ilma-aluksesta irronneet osat, tai
 - c. joutunut suoraan alttiiksi ilma-aluksen suihkuvirtaukselle, paitsi silloin, kun vammat ovat luonnollisten syiden aiheuttamia, itse aiheutettuja tai muiden henkilöiden aiheuttamia, tai kun vammat ovat aiheutuneet matkustajille tai miehistölle tarkoitettujen tilojen ulkopuolelle piiloutuneille salamatkustajille; tai

- b) ilma-alus vaurioituu tai saa rakenteellisen vian, joka:
 - a. vaikuttaa haitallisesti ilma-aluksen rakenteelliseen lujuuteen, suoritusarvoihin tai lento-ominaisuuksiin, ja
 - b. vaatisi tavallisesti suurehkon korjauksen tai viallisen komponentin vaihtamisen, paitsi moottorivika tai vaurio silloin, kun vaurio on rajoittunut moottoriin, sen suojuksiin tai lisälaitteisiin; tai vaurio, joka on rajoittunut potkureihin, siiven kärkiin, antenneihin, renkaisiin, jarruihin, muotolevyihin, pieniin lommoihin tai reikiin ilma-aluksen pintalevyissä; tai

- c) ilma-alus on kadonnut tai se on täysin luoksepääsemätön.
(ICAO 2001, 10; Siitonen 2011.)

ICAO:n määritelmiin nojautuen, Suomen kansallinen ilmailumääräys velvoittaa ilmaliikennetoimijoiden ilmoittamaan Liikenteen turvallisuusvirasto Trafille sekä Onnettomuustutkintakeskukselle kaikista ilmailutoimintaan liittyvistä poikkeamista, vakavista vaaratilanteista sekä onnettomuuksista.

(Ilmailumääräys GEN M1-4 2010.) Ilmaliikenneonnettomuuksien ja vaaratilanteiden osalta Turvallisuustutkintalain 2§ (2011) määrittelee Onnettomuustutkintakeskuksen tehtäväksi tutkia: *”ilmailussa tapahtunut onnettomuus ja vakava vaaratilanne, jotka on määritelty siviili-ilmailun onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkinnasta ja ehkäisemisestä ja direktiivin 94/56/EY kumoamisesta annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EU) N:o 996/2010 (ilmailuonnettomuusasetus) ja kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen (SopS 11/1949) 13 liitteen 1 luvussa siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen”* (Turvallisuustutkintalaki 525/2011).

2.2 Lentotapahtuma prosesseina - lennonvaiheet

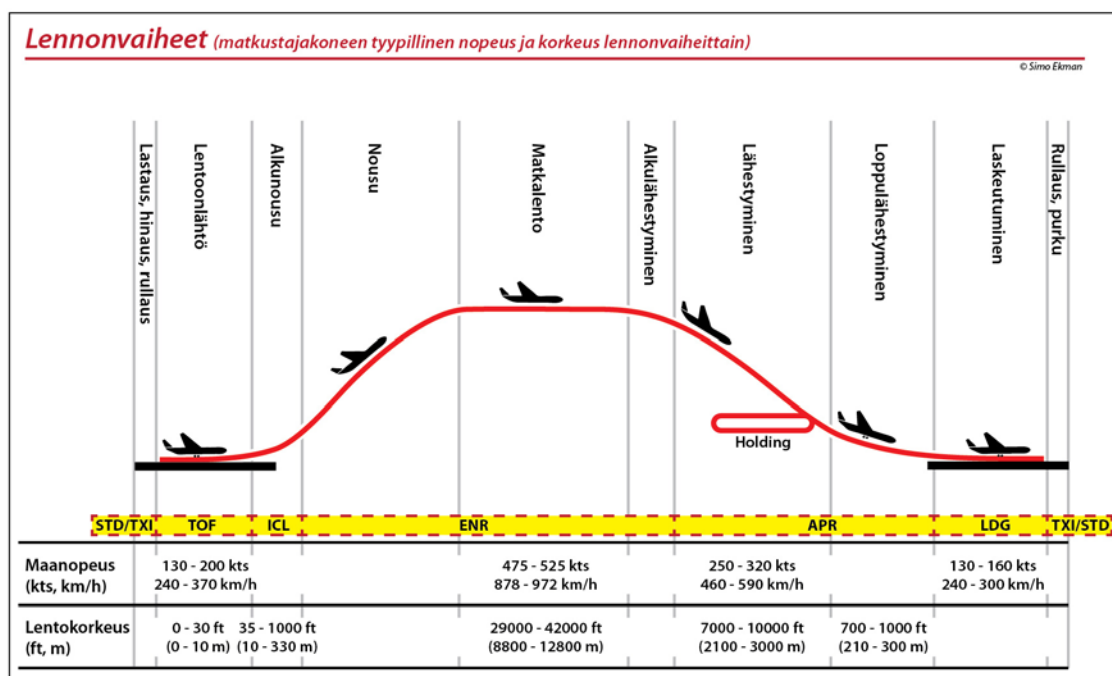
Matka lentokoneella lähtöpaikasta määränpäähän koostuu useista eri lentoprosessin vaiheista, näistä käytetään nimitystä lennonvaiheet. Jotta lentopro-

sessia ja sen eri vaiheiden vaikutuksia ilmaliikenneonnettomuuden riskinarvioissa voidaan arvioida, on tarpeen tuntea eri lennonvaiheiden merkitys kokonaisprosessissa. Lennonvaihe onnettomuushetkellä on yksi keskeinen ilmaliikenneonnettomuuden seurauksiin vaikuttava tekijä, sillä eri lennonvaiheissa lentokoneen nopeus sekä korkeus maasta vaihtelevat merkittävästi.

Taulukko 3 Lennonvaiheiden määritelmät (ICAO 2011a, 2-10; Ilmailumääräys OPS M1-1 2006, 2-9.)

Lennonvaihe	Määritelmä
Pysäköinti (STD) engl. standing	ennen työntöä tai rullausta, tai portille, rampille tai seisontapaikalle saapumisen jälkeen kun kone on pysäköity paikoilleen
Työntö / hinaus (PBT) engl. pushback / tow	ilma-aluksen liikkuminen portilta, rampilta tai seisontapaikalta hinausajoneuvon avustamana.
Rullaus (TXI) engl. taxi	ilma-aluksen liikkuminen oman voimanlähteen avulla lentopaikalla ennen lentoonlähtöä tai laskeutumisen jälkeen.
Lentoönlähtö (TOF) engl. takeoff	nousukiito ja sen jälkeinen kiitotiestä irtaantuminen, siihen asti kun ilma-aluksen korkeus on yli 35 jalkaa (10,7m) kiitotien pinnasta mitattuna tai kun laskuteleiden ylösnosto alkaa, kumpi tulee ensin.
Alkunousu (ICL) engl. initial climb	lentoönlähdöstä ensimmäiseen moottoritien vähentämiseen, tai kunnes ilma-alus saavuttaa 1000 jalan (305m) korkeuden kiitotien pinnasta mitattuna tai VFR-kuvioon liittyminen (näkölentosääntö), mikä näistä tulee ensiksi.
Reitillä (ENR) engl. en route	<i>IFR (mittarilentosäännöt)</i> : alkunoususta matkakorkeuteen nousu ja sieltä korkeuden vähentäminen alkulähestymisrastille. <i>VFR (näkölentosäännöt)</i> : alkunoususta matkakorkeuteen nousu ja sieltä korkeuden vähentäminen VFR-kuvion korkeudelle tai 1000 jalan (305m) korkeuteen kiitotien pinnasta mitattuna, kumpi näistä tulee ensiksi.
Lähestyminen (APR) engl. approach	<i>IFR (mittarilentosäännöt)</i> : alkulähestymisrastilta laskuloivenuksen alkuun. <i>VFR (näkölentosäännöt)</i> : VFR-kuvion korkeudelta tai 1000 jalan (305m) korkeudelta kiitotien pinnasta mitattuna, laskuloivenuksen alkuun.
Laskeutuminen (LDG) engl. landing	laskuloivenuksen alusta laskukiidon jälkeiseen kiitotieltä poistumiseen tai pysähtymiseen kiitotiellä tai lentoönlähdön edellyttämään moottorien tehonlisäykseen ylösveto tilanteessa.

Kuviossa 11 on esitetty lennonvaiheet tapahtumajärjestyksessä. ICAOn määritelmien mukaisten lennonvaiheiden lisäksi kuviossa on esitetty kansainvälisesti käytössä olevat lennonvaiheiden alavaiheet, joita käytetään mm. ilmailiikenneonnettomuuksien tilastoissa. Näitä alavaiheita käytetään mm. työn tutkimusosiossa. Lisäksi kuvassa on esitetty tapahtumien havainnollistamiseksi suihkumatkustajakoneen tyypillinen nopeus ja korkeus eri lennonvaiheissa.



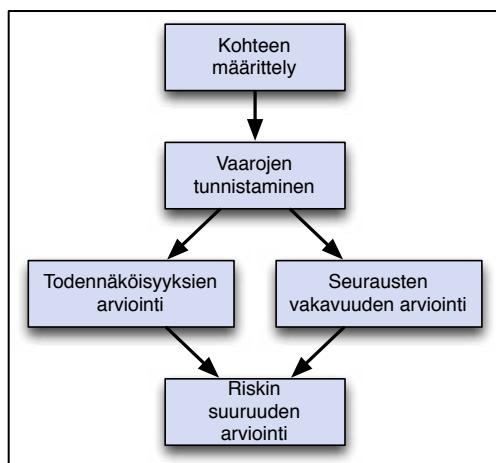
Kuvio 11 Lennonvaiheet

3 Riskianalyysi

Riskillä tarkoitetaan yleisesti haitan mahdollisuutta, joka koostuu kahdesta osasta: haitasta (sen suuruudesta sekä vahingollisuudesta ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle) sekä haitan toteutumisen todennäköisyydestä (Sitra 2002, 8).

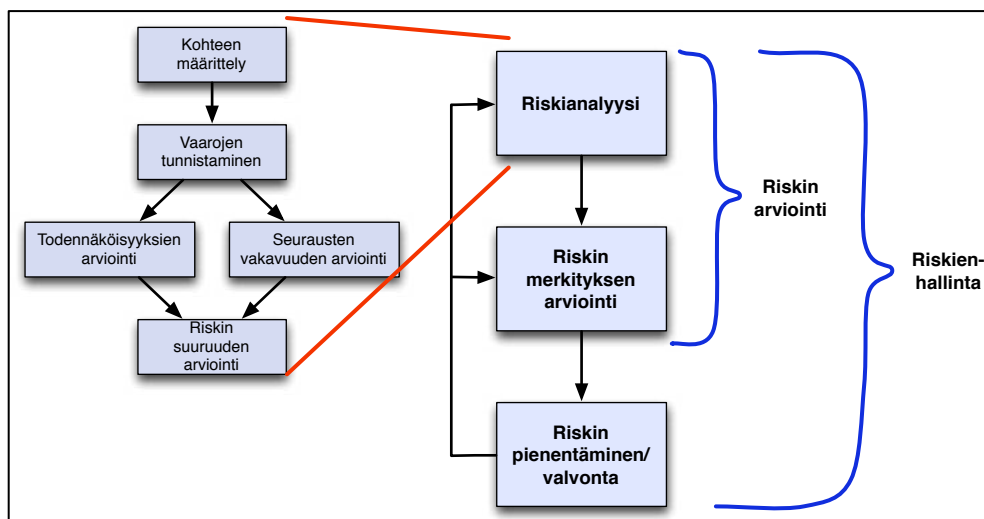
Suomen Standardisoimisliiton (SFS) määritelmän mukaan riskianalyysi tarkoittaa: ”Saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä ihmisiin tai väestöön, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvan riskin suuruuden arvioimiseksi” (SFS 2000). Riskianalyysi on käsitteenä it-

sessään varsin laaja ja pitää sisällään erilaisia menetelmiä sen toteuttamiseksi. Riskianalyysi voidaan jakaa karkeasti kolmeen menetelmäryhmään, vaarojen tunnistamismenetelmiin, onnettomuuksien mallintamismenetelmiin sekä seurausanalyysiin. Jokainen näistä menetelmäryhmistä jaetaan vielä yksityiskohtaisesti varsinaisiin riskianalyysimenetelmiin. (VTT 2011.)



Kuvio 12 Riskianalyysi prosessina (VTT 2011).

Riskianalyysi on kuitenkin vain pieni osa riskienhallinnan kokonaisuutta, johon kuuluvat myös riskin merkityksen arviointi sekä riskien pienentäminen. Ilmauksessa riskien hallinta on laaja kokonaisuus, jota ICAOn antamat ohjeet ohjaavat lentoyhtiöiden osalta. (ICAO 2009.)



Kuvio 13 Riskienhallinnan kokonaisuus (VTT 2011).

3.1 Riskianalyysin keskeinen terminologia

- **Vahinko (Harm):** Fyysinen vamma tai terveyshaitta tai omaisuus- tai ympäristövahinko.
- **Vaara (Hazard):** Mahdollinen vahingon lähde tai vahingon mahdollistava tilanne.
- **Vaarallinen tapahtuma (Hazardous event):** Tapahtuma, joka voi aiheuttaa vahingon.
- **Vaaran tunnistaminen (Hazard identification):** Prosessi, joka tunnistaa että vaara on olemassa, ja määrittelee sen ominaispiirteet.
- **Riski (Risk):** Määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistajuuden tai todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmä. Riskin käsitteeseen liittyy aina kaksi osatekijää: taajuus tai todennäköisyys, jolla vaarallinen tapahtuma esiintyy, ja vaarallisen tapahtuman seuraus.
- **Riskianalyysi (Risk analysis):** Saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä ihmisiin tai väestöön, omaisuuden tai ympäristöön kohdistuvan riskin suuruuden arvioimiseksi. Riskianalyysi-termin asemesta käytetään myös joskus termejä kuten todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi, todennäköisyyspohjainen riskianalyysi, kvantitatiivinen turvallisuusanalyysi tai kvantitatiivinen riskianalyysi.
- **Riskin arviointi (Risk assessment):** Riskianalyysin ja riskin merkityksen arvioinnin kokonaisprosessi.
- **Riskin suuruuden arviointi (Risk estimation):** Prosessi, jolla mitataan analysoitavien riskien taso. Riskin suuruuden arviointi koostuu seuraavista vaiheista: taajuusanalyysi, seurausanalyysi ja niiden yhdistäminen.
- **Riskin merkityksen arviointi (Risk evaluation):** Prosessi, jossa tehdään päätökset riskien siedettävyydestä riskianalyysin perusteella ottamalla huomioon sellaiset tekijät kuten sosio-ekonomiset ja ympäristölliset näkökohdat.

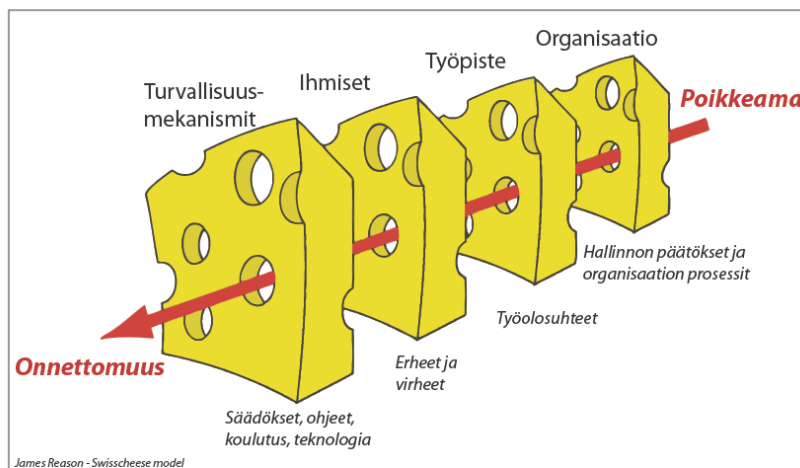
- **Riskien hallinta (Risk management):** Johtamisperiaatteiden, menettelytapojen ja käytäntöjen järjestelmällistä hyväksikäyttämistä riskien analysoimiseksi, merkityksen arvioimiseksi ja valvomiseksi.

(SFS 2000.)

3.2 Riskin kohteen tunnistaminen ja vaarojen tunnistaminen

Ilmailuonnettomuus koskettaa aina koko ilmailuorganisaatiota, vaikkakin onnettomuuden näkyvimpänä osana on itse onnettomuuteen joutunut ilma-alus ja siinä mukana olleet ihmiset. Ilmailun osalta ilmailuonnettomuuden riskiä pyritään jatkuvasti vähentämään. ICAOn turvallisuuskehityksen yhtenä keskeisenä tavoitteena on ollut vähentää ilmailuonnettomuuksien määrää 2008 - 2011 välisenä aikana. Tilastojen perusteella kuolemaan johtaneiden ilmailuonnettomuuksien määrä on vähentynyt, mutta onnettomuuksien kokonaismäärä on pysynyt lähes muuttumattomana. (ICAO 2007, 4-5.)

Ilmailun turvallisuutta kehitetään jatkuvasti. Ilmailuturvallisuus perustuu turvaverkkoon, johon kuuluvat keskeisinä osina organisaatio, työpiste, ihmiset sekä erilaiset turvallisuusmekanismit. James Reason on kuvannut tämän turvaverkon juusto-mallilla, jossa jokainen juustoviipale edustaa yhtä turvaverkon osaa. Reasonin malli esittelee hyvinkin monimutkaisen turvaverkon yksinkertaistetusti, sillä se on tehty ensisijaisesti kuvaamaan onnettomuuden toteutumisen mahdollisuutta erilaisista suojausrakenteista huolimatta, eikä niinkään turvaverkon rakenteen kuvauksena. (ICAO 2009, 17-18.)



Kuvio 14 James Reasonin teoria (ICAO 2011,17-18)

Jotta onnettomuus tapahtuu, toiminnassa tapahtuvan poikkeaman tulee läpäistä kaikki turvaverkon osat. Useimmiten onnettomuuden aiheuttaja on kuitenkin hyvin monimutkainen tapahtumien ketju, johon vaikuttaa niin inhimilliset-, sää- kuin tekniset tekijät. Monimutkaiset tapahtumaketjut huomioiden noin kolmessa onnettomuudessa neljästä onnettomuuden osasyynä on kuitenkin inhimillinen toiminta. Näiden onnettomuuksien kohdalla puhutaan ”human related”-peräisistä syistä, eli inhimilliseen toimintaan liittyvistä syistä. Lisäksi noin 42%:ssa onnettomuuksista on mukana jonkinlainen lentokoneeseen liittyvä tekninen häiriötilanne. Onnettomuuteen johtaneista yksittäisistä teknisistä syistä, moottoreihin liittyvä häiriö on yleisin, joita on noin 17% onnettomuuksista. (Civil Aviation Authority UK 2008, 35-69.)

Tarkasteltaessa kuolemaan johtaneiden ilmaliikenneonnettomuuksien syitä, ihmisen toiminta on ollut pääsyyntä noin 66%:iin onnettomuuksista. Noin 22%:ssa onnettomuuksista lentokonetta ohjaavan henkilökunnan väärä toiminta tai toiminnan laiminlyöminen johtaa onnettomuuteen, joka on suurin yksittäinen onnettomuuteen johtava tapahtuma. Puhtaasti teknisestä viasta johtuvia onnettomuuksia on vain noin 7%. Onnettomuushetkellä vallinnut säätila oli pääsyyntä onnettomuuteen ainoastaan noin 4%:ssa onnettomuuksista. (Civil Aviation Authority UK 2008, 35-69.)

3.3 Riskin suuruuden arviointi

Riskin suuruutta voidaan yksikertaisimmillaan arvioida riskiluvun kautta, joka todennäköisyyspohjaisessa riskianalyysissä on tapahtuman todennäköisyyden (R) ja tapahtuman seurauksien (U) tulo, eli riski = $R \times U$ (Hänninen & Kujala 2007, 3). Näin yksinkertainen lasku kaava tuottaa tuloksen, jonka perusteella riskille voidaan määrittää numeerinen riskiluku. Riskiluvun määrittäminen on hyvin subjektiivista, mikäli ei ole käytettävissä laajaa tilastoaineistoa onnettomuuksista ja niiden seurauksista. Riskiluvun määrittäminen ei vähennä tai lisää riskiä, vaan se mahdollistaa tunnettujen riskien asettamisen keskenään järjestykseen. (VTT 2011.)

Edellä mainittu kaava on kuitenkin liian suppea, jotta riskien välisiä eroja todellisuudessa voitaisiin nostaa esiin. Laajemmaksi vietyinä riskin suuruus, riskiluku (R), voidaan periaatteessa laskea yksittäiselle kohteelle yksinkertaisesta riskin suuruus kaavasta johdetun $R = T \times (O + H + K + Y)$ kaavan avulla, jossa:

T = onnettomuuden tapahtumisen todennäköisyys,

O = omaisuusvahinkojen suuruus,

H = henkilövahinkojen suuruus,

K = keskeytymisvahinkojen suuruus ja

Y = ympäristövahinkojen suuruus

(Rahikainen 2005, 23.)

Ylläesitetty kaava on varsin yksinkertaistettu, pitäen sisällään ainoastaan yhden alaluokan. Yksinkertainen kaava muuttuu monimutkaiseksi, kun vahinkojen suuruuden määrittely laajennetaan koskemaan välittömien seurausten lisäksi myös välillisiä seurauksia, jolloin jokaiseen onnettomuuden seurauksia arvioivaan luokkaan tulee useampia alaluokkia. Seurauksien luokittelun lisäksi, jokaiselle alaluokalle pitää antaa jonkinlainen pisteytys sekä painotuskerroin. Vasta tämän jälkeen voidaan laskea kaavalle riskiluku (R). (VTT 2011.)

Välittömien seurauksien arvioiminen on verrattain helppoa. Välittömiä seurauksia syntyy ihmisiin, kalustoon ja omaisuuteen kohdistuneiden vaurioiden korjaamisesta, korvaamisesta ja kompensoimisesta. Välillisten seurausten vaikutuksia voidaan käytännössä vähentää erilaisten vakuutusmenettelyiden kautta, jolloin välittömien seurausten riski siirtyy lentoyhtiöltä käytännössä vakuutuksen antajalle. On kuitenkin huomattava, että vakuuttaminen ei vähennä mitenkään riskin todennäköisyyttä tai sen seurauksia, eikä se näin ollen ole onnettomuusriskienhallinnan toimenpide. (ICAO 2009, 80.)

Välilliset seuraukset ovat sellaisia, jotka ei ole korvattavissa vakuuttamisen keinoin ja niiden arvioiminen on erittäin vaikeaa. Lisäksi usein ne ovat pitkän aikavälin arvioinnissa huomattavasti välittömiä kustannuksia suuremmat. Onnettomuudesta lentoyhtiölle aiheutuvia välillisiä seurauksia ovat mm.:

- liiketoiminnan väheneminen ja maineen menettäminen
- korvaavan kaluston saannin vaikeus
- henkilöstön tuottavuuden väheneminen
- onnettomuuden tutkinta ja jälkipyykki
- vakuutusmaksujen nouseminen
- oikeudelliset seuraukset ja korvausvaateet
- lainan saannin vaikeudet (ICAO 2009, 80-81.)

Ottamalla huomioon niin välittömät kuin välilliset seuraukset, ylläesitetty kaava voitaisiin esittää yksinkertaisimmillaan esimerkiksi seuraavanlaisesti, $R = T \times ((O_{ilma} + O_{muut}) + (H_{ilma} + H_{muut}) + (K_{lysv} + K_{lyvv} + K_{las}) + (Y_{suor} + Y_{väl}))$, ilman että vahinkojen välille olisi asetettu erilaisia painotuskertoimia.

Taulukko 4 Esimerkki kaavassa käytetyt onnettomuuden seurauksiluokat lentoonnettomuuden välittömien ja välillisten seurauksien arvioimisesta

Pääluokka	Alaluokka	Selite
O Omaisuu s vahinkojen suuruus	Ilma-alukselle syntyneet vahingot (O_{ilma})	Suoranaiset vahingot onnettomuus-koneelle
	Muulle omaisuudelle syntyneet vahingot (O_{muut})	Onnettomuuden seurauksena syntyneet muut omaisuusvahingot, esim. koneen osuessa rakennuksiin tmv.

H Henkilövahinkojen suuruus	Ilma-aluksessa olleille henkilöille syntyneet vahingot (H _{ilma})	<ul style="list-style-type: none"> - Onnettomuudessa välittömästi menehtyneet - Erittäin vaikeasti loukkaantuneet - Vaikeasti loukkaantuneet - Lievästi loukkaantuneet
	Ilma-aluksen ulkopuolella olleille syntyneet vahingot (H _{muut})	<ul style="list-style-type: none"> - Onnettomuudessa välittömästi menehtyneet - Erittäin vaikeasti loukkaantuneet - Vaikeasti loukkaantuneet - Lievästi loukkaantuneet
K Keskeytymisvahinkojen suuruus	Lentoyhtiölle toiminnan keskeytymisestä aiheutuneet suoranaiset vahingot (K _{lysv})	Onnettomuuskoneen lentokelpoisuuden menettämisen aiheuttamat suorat vahingot
	Lentoyhtiölle onnettomuuden seurauksena aiheutuneet välilliset vahingot (K _{lyvv})	Onnettomuuden seurauksena tulevat välilliset vahingot, jotka ovat seurausta esim. matkustaja määrien vähenemisestä tai matkustajien matkojen peruuntumisesta tmv.
	Lentoasemalle lentotoiminnan keskeytymisestä aiheutuneet vahingot (K _{las})	Onnettomuuden seurauksena lentoaseman lentotoiminnan keskeytymisestä aiheutuneet vahingot
Y Ympäristövahinkojen suuruus	Suoranaiset ympäristövaikutukset (Y _{suor})	Onnettomuudesta aiheutuvat suoranaiset ympäristövaikutukset, kuten lentokerosiinin pääseminen maaperään ja onnettomuuden aiheuttamat mekaaniset ympäristötuhot.
	Välilliset ympäristövaikutukset (Y _{väl})	Onnettomuuden aiheuttamat välilliset ympäristövaikutukset, kuten komposiittimateriaalin joutuminen luontoon tai palavan komposiittimateriaalin muodostamien myrkyllisten kemikaalien pääseminen luontoon.

Jotta riskiluvun määrittäminen olisi mahdollista, jokaiselle taulukossa esitellylle alaluokalle olisi määriteltävä pisteytyksen määrittely sekä alaluokkien välinen painotus. Ilman painotuskertoimia, vahinkojen pääluokat ovat samanarvoisia. Kuitenkin henkilövahingot ovat aina perusarvojen perusteella merkittävämpiä kuin taloudelliset arvot. Kytetäänkö pää- ja alaluokkien välille rakentamaan luotettava ja objektiivinen arviointi ja pisteytysmenettely? Pelkästään pääluokkien välisten painotuskertoimien määrittäminen on vaikeaa ja niihin vaikuttaa keskeisesti määrittelijän taustaorganisaatiot ja näkökannat. Lento-

yhtiön edustajan tekemä onnettomuuden seurausten luokittelu ja arvotus todennäköisimmin poikkeaisi merkittävästi esim. terveydenhuollon toimijan tekemästä vastaavasta luokittelusta ja arvotuksesta.

Ilmaliikenneonnettomuutta ajatellen, maailmanlaajuisista tilastoista on saatavilla onnettomuuden tapahtumisen todennäköisyys (T), mutta onnettomuuden seurauksia on hyvin vaikea arvioida onnettomuuksien monimuotoisuuden vuoksi. Ylläesitetyt kaavat ovat kuitenkin riskianalytiikan perusteita, eikä niitä näin ollen voida teoreettisessa käsittelyssä jättää huomioimatta.

Matemaattista kaaviota yksinkertaisempi, karkeampi tapa on käyttää yksinkertaisempaa luokittelua, joka useimmissa tapauksissa antaa riittävän tarkkuuden. Tällä tarkoitetaan yksinkertaista riskimatriisia, jossa todennäköisyyden ja seurausten välistä suhdetta tarkastellaan, aikaansaaden näiden kahden tulona riski. Esimerkkinä yksinkertainen 3x3 riskimatriisi. (VTT 2011.)

Tapahtuman todennäköisyys	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	1 Merkityksetön riski	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski
Mahdollinen	2 Vähäinen riski	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski
Todennäköinen	3 Kohtalainen riski	4 Merkittävä riski	5 Sietämätön riski

Kuvio 15 Riskien luokittelumalli haitallisen tapahtuman seurausten vakavuuden ja esiintymisen todennäköisyyden perusteella (VTT 2011).

3.4 Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön riskianalyysimalli

ICAO on määrittänyt siviili-ilmailussa käytettäväksi riskianalyysimenetelmäksi VTT:n riskienluokittelumallin kaltaisen yksinkertaisen menetelmän, riskimatriisiin (ICAO 2009).

ICAO käyttää riskimatriisissaan riskin todennäköisyyden arviointiin viisi portaista mallia, jossa arvioidaan haittatapahtuman todennäköisyyttä. Ilmailukononnettomuus voitaneen luokitella mahdolliseksi (3) tai satunnaisiksi (4), sillä onnettomuuksia tapahtuu riskienhallintatoimenpiteistä huolimatta. Tapah-tuman todennäköisyyden arviontiasteikko jättää kuitenkin melkoisesti tulkin-nanvaraisuutta käyttäjälleen, sillä ICAOn julkaisemassa riskienhallinnan käsi-kirjassa ei anneta tarkempaa määrittelyä todennäköisyyden taajuusrajoille. (ICAO 2009, 82.)

Taulukko 5 Riskin todennäköisyyden arviointi ICAOn malli (ICAO 2009, 82).

Todennäköisyys	Merkitys	Arvo
Usein toistuva	Todennäköisesti esiintyy useita kertoja (on esiintynyt usein)	5
Satunnainen	Esiintyy todennäköisesti joskus (on esiintynyt satunnaisesti)	4
Mahdollinen	Todennäköisesti ei esiinny, mutta on mahdollinen (on esiintynyt harvoin)	3
Epätodennäköinen	Epätodennäköisesti ei esiinny (ei tiedetä esiintyneen)	2
Erittäin epäto-dennäköinen	Lähes mahdotonta, että esiintyy	1

Riskin seurausten vakaavuuden arvioinnissa käytetään vastaavasti viisi portaista mallia, jossa arvioidaan haittatapahtuman seurauksien vakavuutta. Seurauksien vakavuuden perusteella, ilmaliikenneonnettomuus voitaisiin arvioida vakavuudeltaan merkittäväksi (C), suureksi (B) tai katastrofaaliseksi (A). (ICAO 2009, 83.)

Taulukko 6 Riskin seurausten vakavuuden arviointi ICAOn malli (ICAO 2009, 83).

Tapahtuman vakavuus	Merkitys	Arvo
Katastrofaalinen	- Ilma-alus tuhoutuu - Useita menehtyneitä	A
Suuri	- Turvallisuusmarginaalin merkittävä heikentyminen - Vakava vammautuminen - Merkittävä vaurio ilma-aluksessa	B
Merkittävä	- Turvallisuusmarginaalin heikentyminen - Vakava tapahtuma - Vammoja koneessa olleille	C
Pieni	- Kiusallinen - Operaatio rajoitteita aiheuttava - Häätätilaprosesseja käynnistetty - Lievä tapahtuma	D
Mitätön	- Vähäisiä seurauksia	E

Edellä esitetyn mukaisesti ilmaliikenneonnettomuus saisi riskimatriisissa tulokseksi **3A, 3B, 3C, 4A, 4B tai 4C**

Tapahtuman todennäköisyys	Seurauksen vakavuus				
	Katastrofaalinen A	Suuri B	Merkittävä C	Pieni D	Mitätön E
5 Usein toistuva	5A	5B	5C	5D	5E
4 Satunnainen	4A	4B	4C	4D	4E
3 Mahdollinen	3A	3B	3C	3D	3E
2 Epätodennäköinen	2A	2B	2C	2D	2E
1 Erittäin epätodennäköinen	1A	1B	1C	1D	1E

Kuvio 16 ICAOn riskimatriisin malli (ICAO 2009, 84).

Arvioimalla saatuja tuloksia ja siirtämällä ne riskin siedettävyyden matriisiin, voidaan todeta, että ilmaliikenne onnettomuudet jotka:

- tapahtuvat satunnaisesti ja niistä on merkittäviä seurauksia tai
- tapahtuvat mahdollisesti ja niistä on suuria tai merkittäviä seurauksia.

Ovat hyväksyttävissä olevia ilmaliikenteen riskejä, joita pyritään vähentämään riskinhallinnan keinoin.

Toisaalta onnettomuudet, jotka ovat mahdollisia tai satunnaisia ja niistä on katastrofaaliset seuraukset sekä onnettomuudet jotka ovat satunnaisia ja niistä on suuret seuraukset, omaavat sietämättömän riskin, eivätkä ole hyväksyttäviä missään olosuhteissa. Nämä ovat tapahtumia, joita tapahtuu hyvästä turvallisuuskulttuurista huolimatta, eikä niitä riskinhallinnan keinoin pystytä kokonaan estämään tai poistamaan.

Tapahtumat ovat sellaisia toimintaan liittyviä turvallisuuspoikkeamia, jotka läpäisevät koko turvaverkon. Useimmiten turvallisuuspoikkeamat havaitaan, ennen kuin varsinaista haittaa pääsee tapahtumaan. Vakavissa tilanteissa tapahtumat alkuun saava turvallisuuspoikkeama johtaa kuitenkin usein jatkossa lisäpoikkeamiin, joiden seurauksena suojausmekanismit lopulta pettävät, tilanteen päättyessä vakavaan haittatapahtumaan tai onnettomuuteen.

Riskintaso	Riski-indeksi	Kriteerit
Sietämätön	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Ei hyväksyttävissä missään olosuhteissa
Siedettävä	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C	Hyväksyttävissä riskienhallinnan keinoin, saattaa edellyttää hallinnollisia päätöksiä
Hyväksyttävä	3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E	Hyväksyttävä

Kuvio 17 ICAO - Riskin siedettävyyden matriisi (ICAO 2009, 85).

3.5 Ilmaliikenneonnettomuuden todennäköisyys

Ilmaliikenneonnettomuuden todennäköisyyden arviointi perustuu olemassa olevaan tilastotietoon liikennemääristä ja tapahtuneista onnettomuuksista. Tarvittavaa tietoa liikennemääristä ja toteutuneista onnettomuuksista tuottaa

monet eri tahot, kuten ilmailualan suuret kansainväliset järjestötoimijat ICAO, IATA (International Air Transport Association l. kansainvälinen ilmaili- kenne järjestö) ja EASA (European Aviation Safety Agency l. Euroopan ilma- turvallisuus virasto), ilmailualaa valvovat kansalliset viranomaiset NTSB (Na- tional Transportation Safety Board l. USA:n kansallinen liikenneturvallisuusvi- rasto) ja CAA (Civil Aviation Authority l. Iso-Britannian siviili-ilmailuvirasto) sekä erilaiset muut ilmailualan toimijat ja yritykset kuten Boeing industries, JACDEC, ACRO (Aircraft Crashes Record Office), The Aviation Herald, Aviation Safety Network sekä Ascend. Useat näistä toimijoista tuottavat säännöllisesti ilmailiikenneonnettomuuksiin liittyviä julkaisuja ja/tai ylläpitävät niihin liitty- viä tietokantoja. Suuriosa näistä julkaisuista ja tietokannoista ovat täysin jul- kisia ja näin ollen vapaasti kaikkien asiasta kiinnostuneiden käytettävissä.

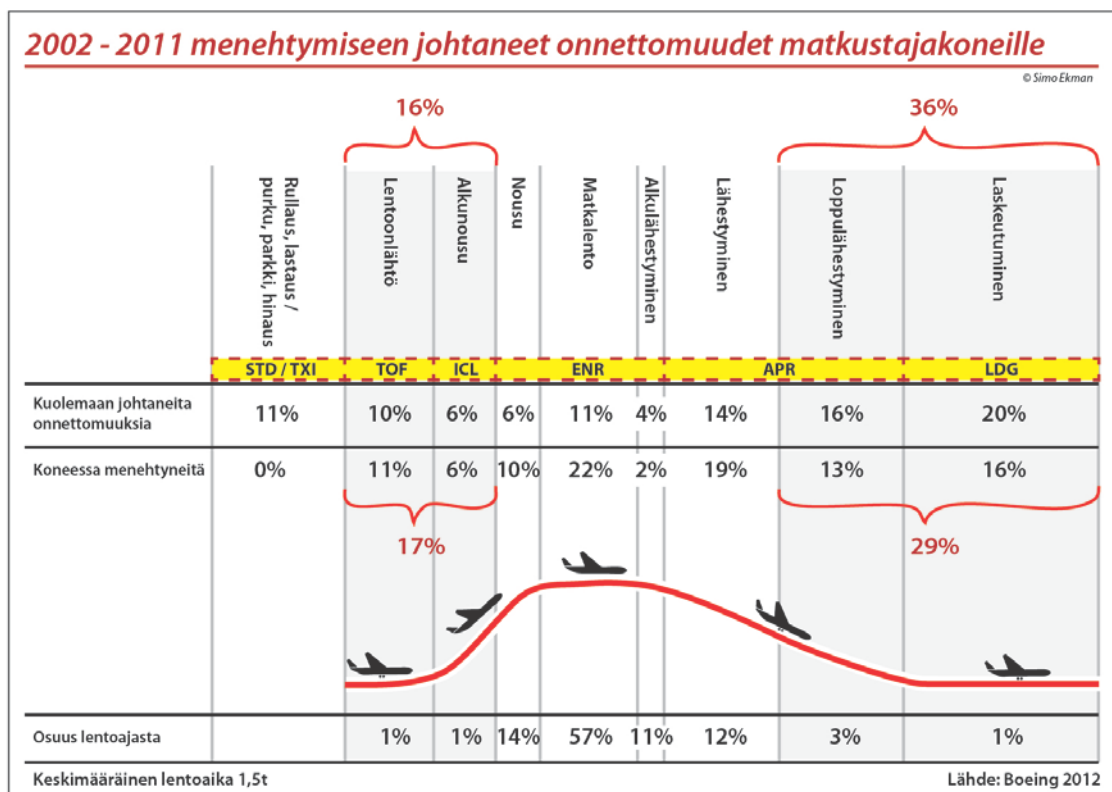
Tilastoista saatavan tiedon perusteella voidaan laskea onnettomuuden tapah- tumatiheyttä (todennäköisyyttä) erilaisilla mittareilla, kuten onnettomuuksia per miljoona lentoa tai per miljoona lennettyä kilometriä tai lentotuntia. Ti- lastojen vertailtavuus toisiinsa on ajoittain vaikeaa, sillä standardia miten il- maliikenteen tilastot esitetään ei näytä olevan. Esimerkiksi ICAOn julkaisuissa tilastot on esitetty muodossa onnettomuuksia per miljoona lentoa, kun esi- merkiksi osassa CAA:n tekemissä raporteissa vastaavat tiedot esitetään onnet- tomuuksina per lennetyt tunnit. (Civil Aviation Authority UK 2008; ICAO 2012a.)

Yleisesti esitetyissä tilastomalleissa kuolemaan johtavan ilmailiikenneonnet- tomuuden todennäköisyyden nykymallinen laskentatapa on hieman harhaan- johtava, sillä tilastot käsittelevät onnettomuuksia joissa menehtyy 1 ihminen 300:sta tai vastaavasti kaikki menehtyy, samalla tavoin. Tämä johtuu siitä, että menehtymiseen johtavan ilmailiikenneonnettomuuden todennäköisyyttä kuvaavat mittarit laskevat vain todennäköisyyttä joutua tällaiseen onnetto- muuteen, eivätkä yhden yksittäisen ihmisen todennäköisyyttä menehtyä ilma- liikenneonnettomuudessa. Näistä lähtökohdista MIT:n tutkija Barnett kump- paneineen ottivat NEXTOR-tutkimuksessaan ilmailiikenneonnettomuuden to- dennäköisyyslaskennalle uudenlaisen näkökulman. (Barnett & Wang 1998.)

Vastaava tutkimus on tehty myös vuonna 2010, jossa aiempaan verrattuna ilmaliikenteen turvallisuus on merkittävästi parantunut. Lentoyhtiöiden välillä ei voida puhua turvallisista ja turvattomista lentoyhtiöistä vaan ennemminkin turvallisista ja hieman vähemmän turvallisista lentoyhtiöistä. (Barnett 2010.)

Barnett ja Wang jakoivat tutkimuksessaan maailman maat kolmeen erilaiseen kategoriaan: kehittyneet maat, kehittyvät maat ja kehitysmaat. Näiden kategorioiden kautta he laskivat todennäköisyyden, joka on todennäköisyys yksittäiselle ihmiselle menehtyä ilmaliikenneonnettomuudessa, jos hän päivittäin valitsisi kategoriaan kuuluvan maan lentoyhtiön satunnaisen lennon. (Barnett & Wang 1998.) Näillä kriteereillä kehittyneen maan lentoyhtiön koneessa menehtymisen todennäköisyys on 1:14 miljoonaan, joka tarkoittaa ajassa noin 38400 vuotta. Vastaavasti kehittyvissä maissa riski on 1:2 miljoonaan, joka ajassa mitattuna tarkoittaa noin 5500 vuotta. Kehitysmaissakin todennäköisyys on 1:800000, joka vastaa noin 2200 vuotta. Näin laskettaessa ilmaliikenne tuntuu turvalliselta liikkumisvaihtoehdolta missä päin maailmaa tahansa, verrattuna muihin liikennemuotoihin. (Barnett 2010.)

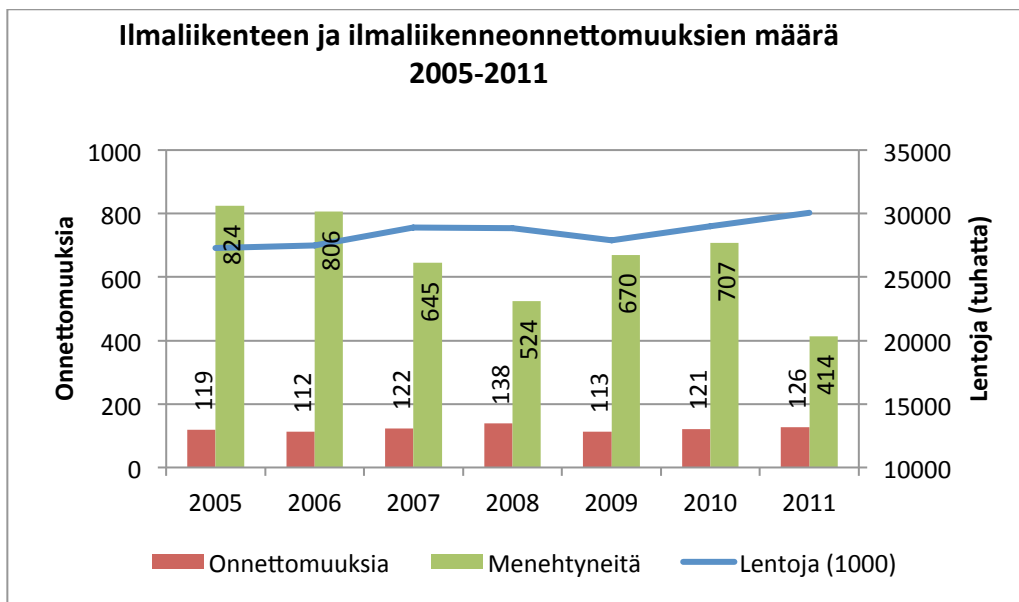
Tarkasteltaessa tarkemmin viimeisen kymmenen vuoden aikana tapahtuneita onnettomuuksia, voidaan todeta se että suurin osa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtui lentoasemalla tai sen välittömässä läheisyydessä. Lentoonlähden ja alkunousun aikana tapahtui 16% onnettomuuksista, kun loppulähestymisen ja laskeutumisen aikana tapahtui 36% onnettomuuksista. Tämän tilastollisen seikan perusteella, voidaan päätellä että lennon loppuvaiheet ovat yleensä suuri riskisimmät. Merkittävää on huomioida, että lennon alku- ja loppuvaiheet edustavat ainoastaan 6% kokonaislentoajasta, varsinkin pitkien lentojen osalta nämä lennonvaiheet ovat hyvin lyhyitä kokonaisuuden kannalta, keskimääräisen lentoajan ollessa noin 1,5 tuntia. (Boeing 2012.)



Kuvio 18 Onnettomuusriski lennonvaiheittain (Boeing 2012).

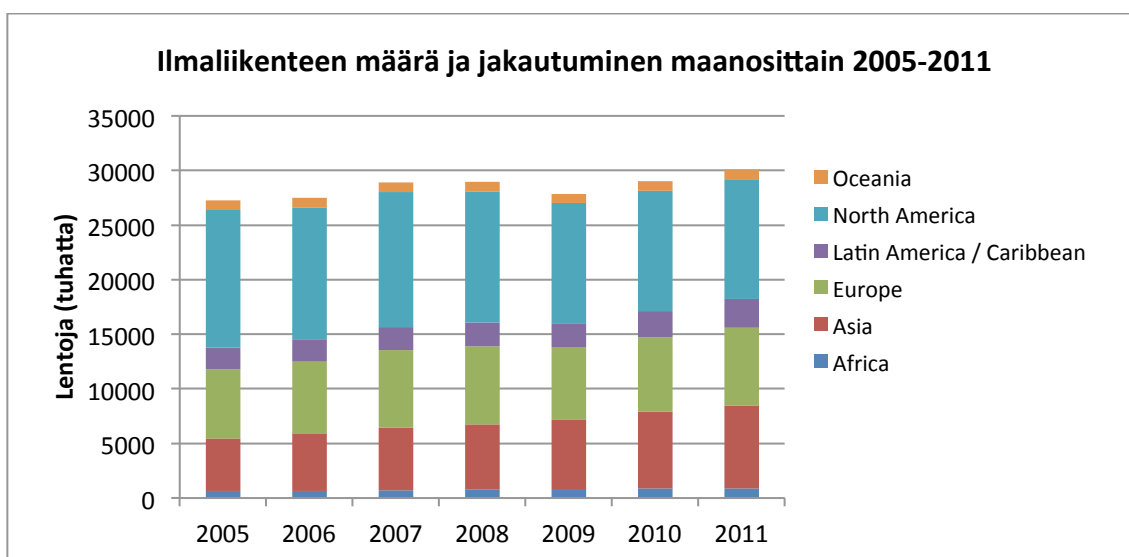
3.5.1 Ilmaliikenteen ja ilmaliikenneonnettomuuksien kokonaismäärä

Maailman lentoliikenne on ollut kasvussa jatkuvasti, pois lukien vuoden 2009 pieni notkahdus alan kehityksessä. ICAOn tilastoiman Ilmaliikenteen kokonaismäärä kasvoi vuodesta 2010 3,5%, ollen vuonna 2011 yli 30 miljoonaa lentoa. Näistä 126 päättyi onnettomuuteen, joissa menehtyi yhteensä 414 henkeä. Kasvusta huolimatta maailman ilmaliikenneonnettomuuden todennäköisyys pysyi 4,2 onnettomuudessa miljoonaa lentoa kohden. Onnettomuustilastojen perusteella vuosi 2011 oli maailman lentoliikenteen turvallisin, yhdessä vuoden 2004 kanssa. Mitattuna onnettomuudessa menehtyneiden määrällä, laskua vuoteen 2010 oli 41,4%. Vuodesta 2005 vuoteen 2011 lentoliikenteen määrä on lisääntynyt 10,1%, kuitenkin lento-onnettomuuksien määrä on pysynyt lähes samana (119 vs. 126), mutta lento-onnettomuuksissa menehtyneiden määrä vähentynyt 49,8% (824 vs. 414). Kuviossa 19 on esitetty ilmaliikenteen ja onnettomuuksien sekä onnettomuuksissa menehtyneiden määrän kehittyminen 2005-2011 välisenä aikana. (ICAO 2012a, 6-7.)



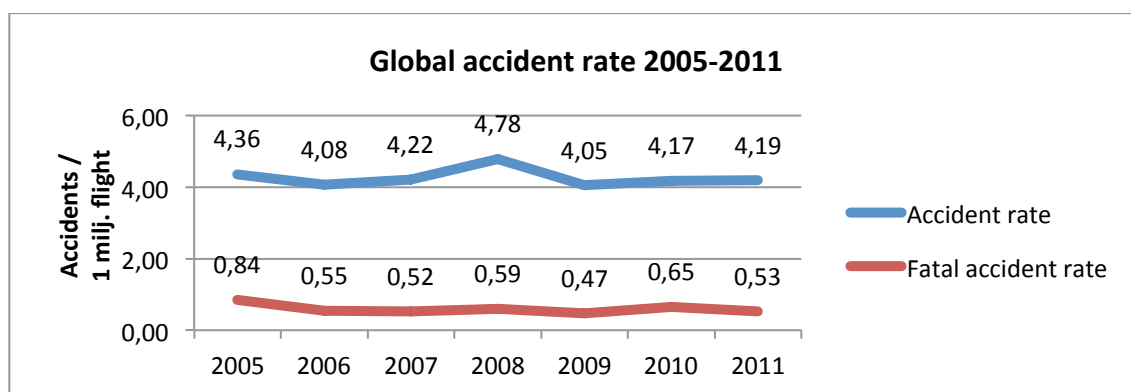
Kuvio 19 Ilmaliikenteen, ilmaliikenneonnettomuuksien ja onnettomuuksissa menehtyneiden määrä 2005-2011 (ICAO 2012a).

Vuosien 2005 - 2011 välisenä aikana lentoliikenteen keskimääräinen vuosittainen kasvu oli 1,7%, huolimatta 2009 vuoden 3,7% laskusta. Tarkastellun ajanjakson lentoliikenteestä lennettiin keskimäärin 41,1% Pohjois-Amerikassa, Euroopan lentoliikenteen edustaessa noin 23,9% maailman kokonaislentoliikenteestä. (ICAO 2012b.)

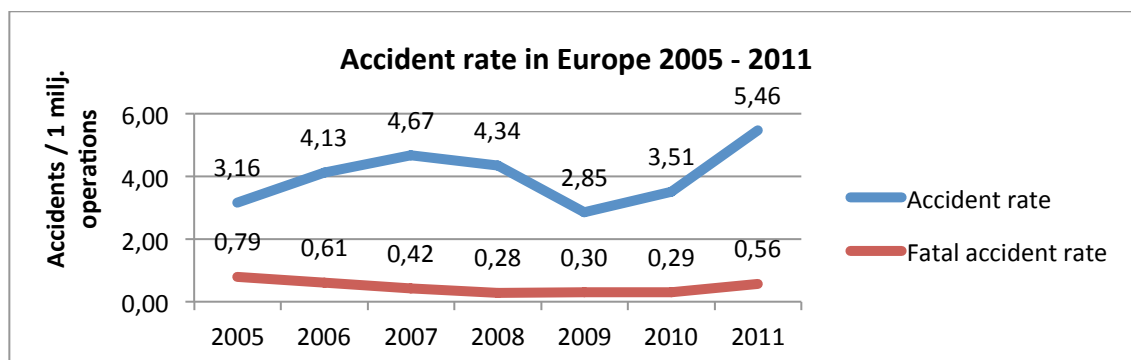


Kuvio 20 Ilmaliikenteen jakautuminen maanosittain 2005 - 2011 (ICAO 2012b).

Saman aikajakson tarkastelussa ilmaliikenneonnettomuuksia tapahtui 4,05 - 4,78 (ka 4,27) per miljoona lentoa, kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapahtumatiheyden ollessa 0,47 - 0,84 (ka 0,59) onnettomuutta per miljoona lentoa (kuvio 21). Euroopan vastaavat luvut 2,85 - 5,46 (ka 4,02) onnettomuutta per miljoona lentoa ja 0,28 - 0,79 (ka 0,47) kuolemaan johtavaa onnettomuutta per miljoona lentoa (kuvio 22). Euroopassa onnettomuuksien tapahtumatiheys on alle maailman keskiarvojen. (ICAO 2012b.)



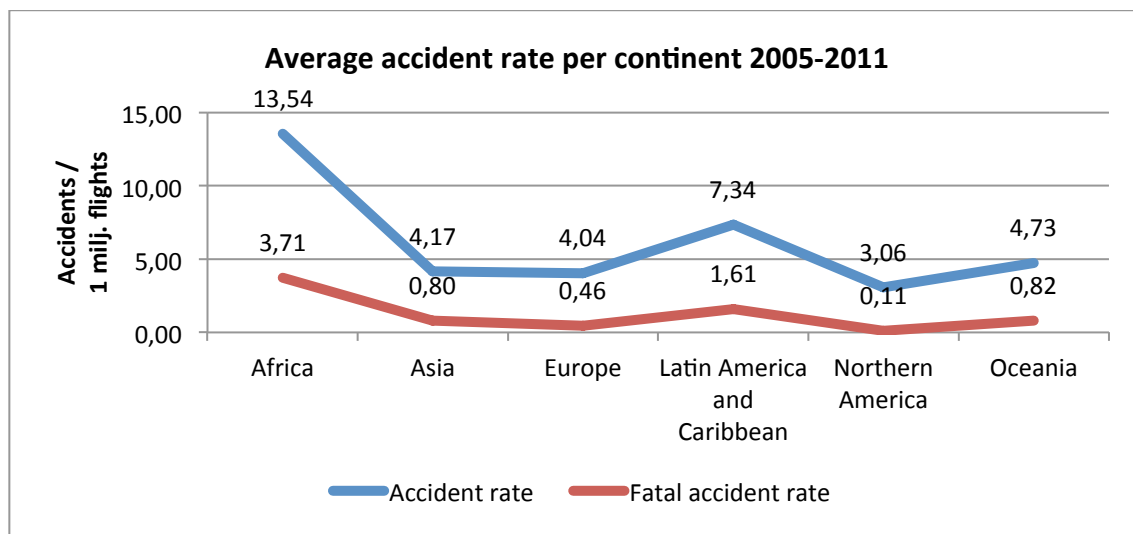
Kuvio 21 Ilmaliikenneonnettomuuksien tapahtumatiheys maailmassa 2005-2011 (ICAO 2012a).



Kuvio 22 Ilmaliikenneonnettomuuksien tapahtumatiheys Euroopassa 2005-2011 (ICAO 2012b).

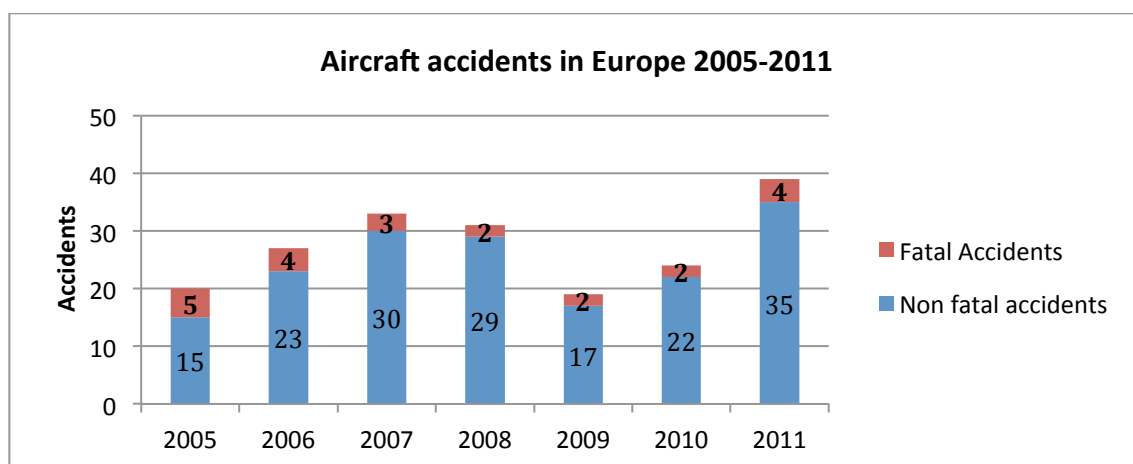
Maanosista Afrikassa ja Etelä-Amerikassa tapahtui eniten onnettomuuksia suhteutettuna lentojen määrään, kun vähiten onnettomuuksia tapahtui Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Maanosien väliset erot ovat merkittäviä, sillä alueilla joissa on paljon ilmaliikennettä ei kuitenkaan suhteessa tapahdu vastaavaa

määrää onnettomuuksia. Afrikassa, jossa lentojen määrä maanosista pienin, tapahtuu kuitenkin onnettomuuksia suhteellisesti eniten. Ja verrattuna muihin maanosiin on onnettomuuksien määrä huomattavan suuri. (ICAO 2012b.)



Kuvio 23 Ilmaliikenneonnettomuuksien keskiarvoinen tapahtumatiheys maanosittain 2005-2011 (ICAO 2012b).

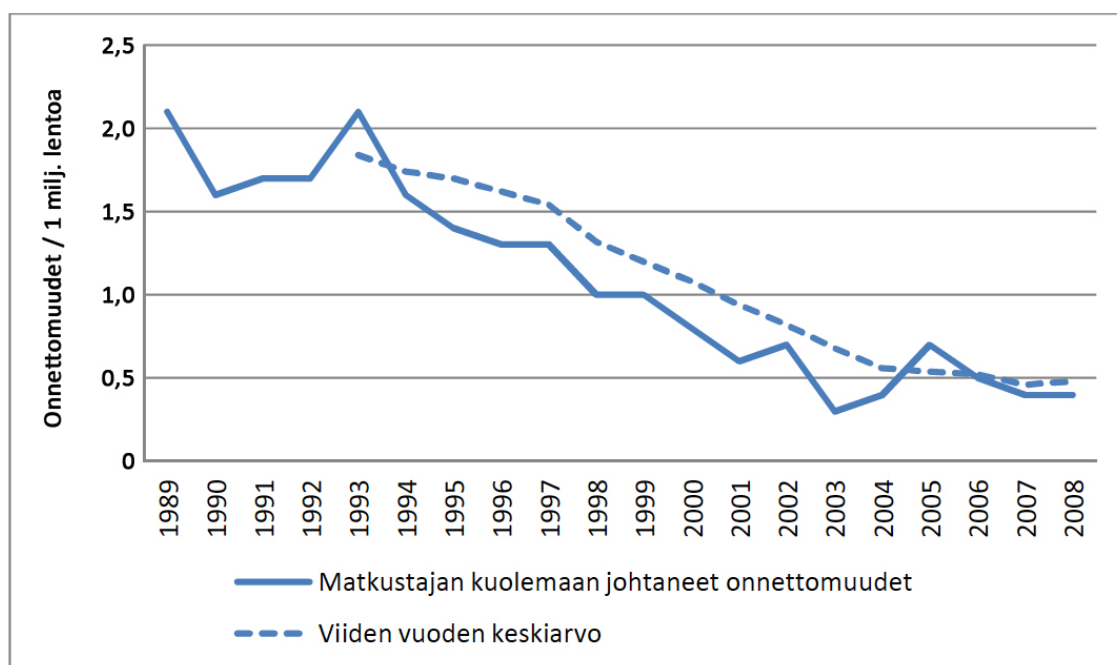
Euroopassa ilmaliikenneonnettomuuksia tapahtui 2005 - 2011 yhteensä 193 kpl (ka 27,6, min 19, max 39), joista kuolemaan johtaneita onnettomuuksia oli 22 kpl (ka 3,1, min 2, max 5). (ICAO 2012b.)



Kuvio 24 Ilmaliikenneonnettomuuksien määrä Euroopassa 2005-2011 (ICAO 2012b).

3.5.2 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet

Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä on vähentynyt merkittävästi viimeisinä vuosikymmeninä. Vielä 1980-luvun lopulla onnettomuuksia tapahtui noin 2,1 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden, nykypäivän vastaavan luvun ollessa noin 0,5 onnettomuutta.



Kuvio 25 Maailman säännöllisen kaupallisen lentoliikenteen kuolemaan johtaneet onnettomuudet 1989 - 2008 (Ahloth & Pöllänen 2011, 36).

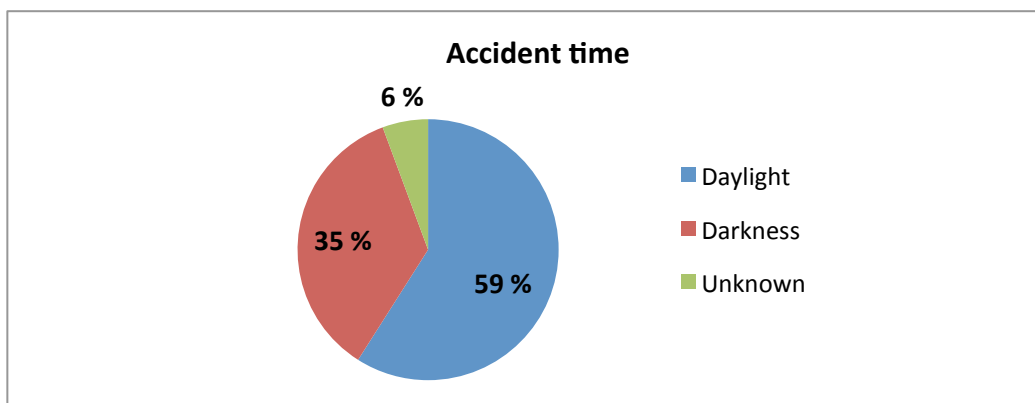
CAA julkaisi kesäkuussa 2008 raportin, jossa käsiteltiin maailmalla tapahtuneita kuolemaan johtaneita ilmaliikenneonnettomuuksia vuosilta 1997 - 2006. Raportissa analysoitiin matkustaja-, rahti- tai siirtolennolla olleiden yli 5700kg painavien suihkumoottori- ja potkuriturbiinikoneiden onnettomuudet, joissa menehtyi vähintään yksi koneessa ollut. Analyysin ulkopuolelle jätettiin onnettomuudet, jotka olivat seurausta sabotaaista tai terrorismista. Ajanjaksolla oli 283 kriteerit täyttävää onnettomuutta, joissa menehtyi yhteensä 8599 henkeä, joka edustaa 69%:ia koneissa olleista henkilöistä. 1997-2006 kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapahtumatiheyden keskiarvo oli 0,79 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden. (Civil Aviation Authority UK 2008, 11-

13.) Vastaavan keskiarvon ollessa 0,59 onnettomuutta aikajaksolla 2005-2011 (ICAO 2012b).

Raportissa käsitellyistä onnettomuuksista 47% tapahtui lähestymisen, laskeutumisen tai ylösvedon aikana, näissä onnettomuuksissa menehtyi 42% kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä. Lentoonlähdon ja nousun aikana tapahtui onnettomuuksista 30%, näissä onnettomuuksissa menehtyi 29% kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä. Edellä mainitut onnettomuudet edustivat 77% kaikista onnettomuuksista ja niiden seurauksena menehtyi 71% kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä. (Civil Aviation Authority UK 2008, 11.)

283 onnettomuudesta 6:ssa (2,1%) onnettomuudessa menehtyi yli 200 henkeä, 32:ssa (11,3%) onnettomuudessa menehtyi yli 100 mutta alle 200 henkeä. Keskimäärin onnettomuuksissa menehtyi 30 henkeä. Ajanjakson tuhoisin onnettomuus oli Airbus A300 koneen onnettomuus Queensissa New Yorkissa 12.11.2001, jossa menehtyi kaikki 260 koneessa ollutta ja näiden lisäksi 5 maassa ollutta henkilöä. (Civil Aviation Authority UK 2008, 16.)

Onnettomuuksista 167 (59,0%) tapahtui päiväaikaan. Yöllä tapahtuneista 100:sta (35,3%) onnettomuudesta 51 tapahtui lähestymisen, laskeutumisen tai ylösvedon aikana. 16 (5,7%) onnettomuuden tapahtuma-ajankohta ei ollut tiedossa. (Civil Aviation Authority UK 2008, 16.)



Kuvio 26 Onnettomuuksien tapahtuma-aika (päivä/yö)
(Civil Aviation Authority UK 2008, 16).

283 onnettomuudesta 108 (38,2%) tapahtui suihkumatkustajakoneelle, 140 (49,5%) potkuriturbiinikoneelle ja 35 (12,4%) businessuihkukoneelle. Keskiarvoisesti vuosittain 11 suihkumatkustajakonetta, 14 potkuriturbiinikonetta ja 4 businessuihkukonetta joutui kuolemaan johtaneeseen onnettomuuteen. Onnettomuuksissa menehtyneistä 8599 henkilöstä 6798 (79,1%) menehtyi suihkumatkustajakoneen onnettomuuksissa, 1696 (19,7%) potkuriturbiinikoneen onnettomuuksissa ja 105 (1,2%) businessuihkukoneen onnettomuuksissa. Onnettomuuksista selviytymisen todennäköisyys suihkumatkustajakoneiden ja potkuriturbiinikoneiden onnettomuuksissa oli 31%, kun businessuihkukoneille tapahtuneissa onnettomuuksissa ainoastaan 17% koneissa olleista selvisi hengissä onnettomuudesta. (Civil Aviation Authority UK 2008, 16.)

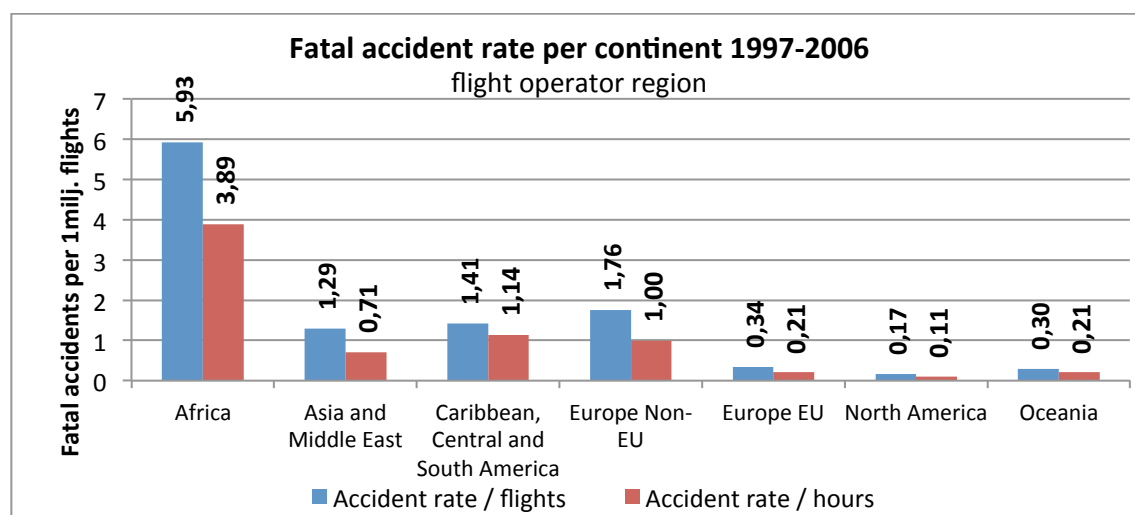
Onnettomuuteen joutuneiden koneiden keski-ikä vaihteli matkustajasuihkukoneiden 18 vuodesta businessuihkukoneiden 26 vuoteen, potkuriturbiinikoneiden keski-ään ollessa 20 vuotta (Civil Aviation Authority UK 2008, 17).

Onnettomuuksista 170 (60,1%) tapahtui matkustajakoneille, 81 (28,6%) rahtikoneille ja siirtolennolla oleville koneille 33 (11,7%). Kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä 8109 (94,3%) menehtyi matkustajalennolla, 384 (4,5%) rahtilennolla ja 106 (1,2%) siirtolennolla. Matkustajalennolla olleista keskimäärin 32% selvisi onnettomuudesta, rahtilennolla 26% ja siirtolennolla 7% koneessa olleista. (Civil Aviation Authority UK 2008, 19.)

Arvioitaessa pelkkiä matkustaja- ja rahtilentojen onnettomuuksia (235 kpl), näistä onnettomuuksista 105 (44,7%) sattui suihkukoneille ja 130 (55,3%) potkuriturbiinikoneille. Huomioitavaa on se, että suihkukoneet edustivat 72% lennetyistä lennoista ja 84% lennetyistä lentotunneista. Kuitenkin potkuriturbiinikoneilla oli suhteellisesti onnettomuuksia enemmän, lentojen määrään suhteutettuna potkuriturbiinikoneilla oli 3-kertainen riski joutua kuolemaan johtavaan onnettomuuteen ja 7-kertainen riski suhteutettuna lennettyihin tunteihin. (Civil Aviation Authority UK 2008, 26-27.)

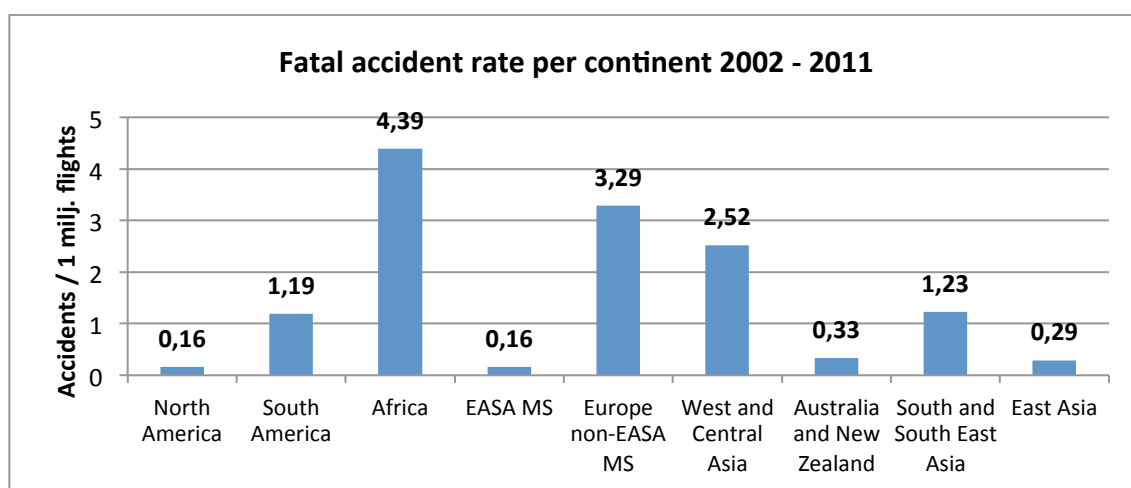
Matkustajalennot edustivat noin 93% kaikista lennoista ja 92% lennetyistä lentotunneista, vastaavien lukujen ollessa rahtilennoilla 7% lennoista ja 8% lentotunneista. Kuitenkin rahtilennot edustivat 31% kuolemaan johtavista onnettomuuksista. Onnettomuuden todennäköisyyttä arvioitaessa rahtilennoilla onnettomuuden riski oli 6-kertainen matkustajalentoihin nähden arvioitaessa lentojen määrää tai lennettyjä lentotunteja. (Civil Aviation Authority UK 2008, 29.)

Tarkasteltuna kuolemaan johtavan ilmaliikenneonnettomuuden riskiä lentoperaattorin toimintamaanosan kautta, Afrikan mantereella tapahtui onnettomuuksia muita maanosia huomattavasti enemmän, niin lentojen määrään kuin lentotunteihin suhteutettuna. EU-maiden lentoyhtiöihin verrattuna, Afrikkalaisilla lentoyhtiöillä oli yli 17-kertainen todennäköisyys kuolemaan johtavalle onnettomuudelle, suhteutettuna lentojen määrään. Pohjois-Amerikan lentoyhtiöihin nähden vastaava onnettomuuden todennäköisyys oli lähes 35-kertainen. Eurooppalaistenkin lentoyhtiöiden välillä oli merkittävä ero, riippuen siitä kuuluiko lentoyhtiön kotimaa EU:hun vai ei. Ei EU:hun kuuluvien maiden lentoyhtiöillä oli yli 5-kertainen riski joutua menehtymiseen johtavaan onnettomuuteen lentojen määrässä arvioituna, mitä vastaavilla EU-maiden lentoyhtiöillä. (Civil Aviation Authority UK 2008, 32.)



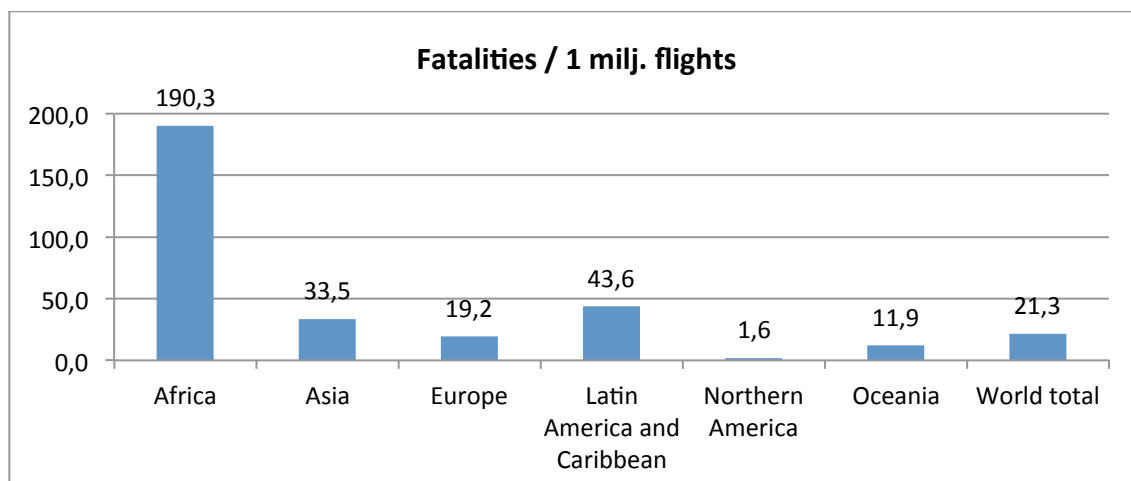
Kuvio 27 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet maanosittain 1997-2006 lentoperaattorin kotialueen mukaan (Civil Aviation Authority UK 2008, 32).

EASA:n 2012 julkaisemassa selvityksessä vuosilta 2002 - 2011 todettiin EASA:n ei-jäsenmaiden lentoyhtiöiden menehtymiseen johtavan onnettomuuden riskin olevan yli 20-kertainen EASA:n jäsenmaiden lentoyhtiöihin verrattuna. Samassa selvityksessä EASA:n jäsenvaltioiden lentoyhtiöiden turvallisuustaso oli samalla tasolla kuin Pohjois-Amerikan lentoyhtiöillä, arvioituna turvallisuustasoa menehtymiseen johtaneiden onnettomuuksien määrällä lennettyihin lentoihin nähden. (EASA 2012, 13.)



Kuvio 28 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet maanosittain 2002-2011 (EASA 2012, 13).

Tarkasteltaessa maanosittain 2005-2011 onnettomuuksissa menehtyneiden henkilöiden määrää suhteutettuna lentojen määrään, koko maailman ilmailukenteessä menehtyi keskimäärin 21,3 henkeä miljoonaa lentoa kohden. Maailman keskiarvoon verrattuna, Afrikan mantereella tapahtuneissa onnettomuuksissa menehtyi huomattavan paljon enemmän ihmisiä, noin 190 henkeä miljoonaa lentoa kohden. Vastaavasti Pohjois-Amerikoissa menehtyi 1,6 henkeä ja Euroopassa 19,2 henkeä miljoonaa lentoa kohden. (ICAO 2012b.)



Kuvio 29 Onnettomuuksissa menehtyneet maanosittain (ICAO 2012b).

CAA:n raportissa tarkasteltiin myös onnettomuuden seurauksia, eli käytännössä mitä onnettomuuskoneelle tapahtui. Alla olevassa taulukossa on esitetty 10 yleisintä seurausta.

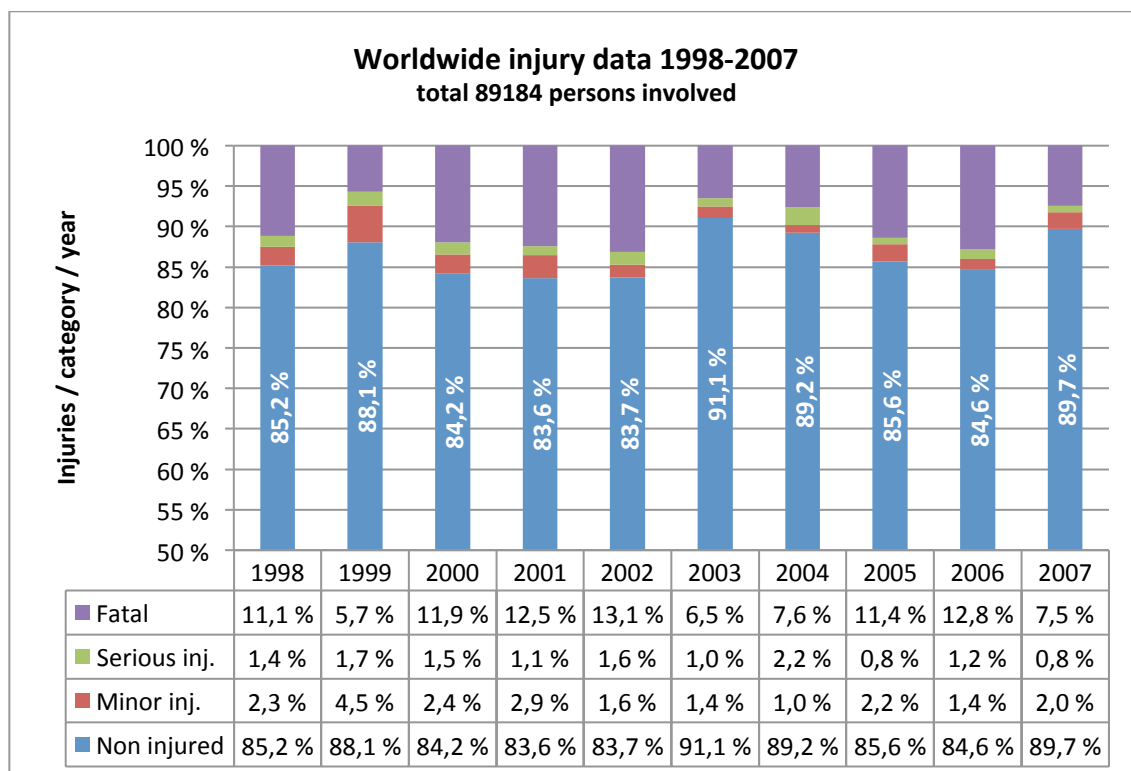
Taulukko 7 Onnettomuuksien seuraukset (Civil Aviation Authority UK 2008, 55).

Sija	Seuraus	lkm	osuus kaikista onnettomuuksista
1	Törmäyksen jälkeinen tulipalo (post crash fire)	120	42,4%
2	Ohjauskyvyn menettäminen kesken lennon (loss of control in flight)	110	38,9%
3	Törmäminen maahan (controlled flight into terrain - CFIT)	71	25,1%
4	Kiitotieltä suistuminen (runway excursion)	32	11,3%
4	Törmäminen maastoon/veteen/esteeseen (collision with terrain/water/obstacle)	32	11,3%
6	Törmäminen maassa esineeseen tai esteeseen (ground collision with object/obstacle)	29	10,2%
7	Pakkolasku maahan tai veteen (forced landing)	22	7,8%
8	Rakenteellinen vika (structural failure)	20	7,1%
9	Evakuointiongelmia (emergency evacuation difficulties)	16	5,7%
10	Tulipalo/savua/käryä kesken operaation (fire/smoke/fumes during operation)	10	3,5%

4 Selviytymistodennäköisyys ja vamma profiili

Noin 90% ilmaliikenne onnettomuuksista voidaan luokitella onnettomuuksiksi, josta on mahdollista selviytyä tai teknisesti mahdollista selviytyä. Kuitenkin varsinaisen törmäyksen jälkeiset tapahtumat vaikuttavat merkittävästi siihen, miten onnettomuudesta on lopullisesti mahdollista selviytyä. Törmäyksen jälkeiseen mahdolliseen tulipaloon ja koneesta poistumiseen (evakuointiin) liittyvät seikat ovat keskeisessä roolissa. Arvion mukaan törmäyksestä hengissä selvinneistä mutta onnettomuudessa menehtyneistä lähes 50% menehtyy tulipaloon tai evakuointiin liittyvien ongelmien vuoksi. (European Transport Safety Council 1996, 6.)

CAA:n 2008 julkaisemassa ilmailuturvallisuutta käsittelevässä raportissa arvioitiin ICAOn datan perusteella ilmaliikenneonnettomuuksien vamma profiilia vuosien 1998-2007 ajalta tilastoiduissa onnettomuuksissa. Tutkimukseen otettiin kaikki ilmaliikenneonnettomuudet, joista vammakategoria oli saatavilla, näissä onnettomuuksissa oli osallisena yhteensä 89184 henkeä. Näistä onnettomuuksista selviytyi ilman fyysisiä vammoja 77249 (86,5%), lieviä vammoja sai 2012 (2,2%), vakavia vammoja 1164 (1,3%) ja onnettomuuksissa menehtyi 8759 (10,0%). Näin ollen raportin perusteella onnettomuuksista selviytyi hengissä 90,0% koneessa olleista. (Civil Aviation Authority UK 2008, 32.) Vastavaan suuntaiset löydökset oli myös NTSB:n tutkimuksessa, jossa ilmaliikenneonnettomuuteen joutuneista 95,7% selviytyi hengissä onnettomuudesta. Tutkimusaineisto käsitti 568 onnettomuutta vuosilta 1983-2000, joissa oli osallisena kaikkiaan 53487 henkeä (National Transportation Safety Board 2001, 6-7).



Kuvio 30 Vammautumisen aste 1998 - 2007 (Civil Aviation Authority UK 2008, 32).

USA:ssa koko ilmaliikenteen onnettomuuksien määrä on vuosien varrella käännytynyt laskusuuntaan, tästä huolimatta onnettomuuksien vammaprofiili on pysynyt samankaltaisena. Onnettomuudessa menehtyneistä noin 86% kuolee joko välittömästi tai ennen sairaalaan pääsyä. Kuolinsyynä on useimmiten onnettomuuden seurauksena saadut monivammat (42%), pään alueen vammat (22%) tai rintakehän, vatsan tai lantion alueen vammat (12%). Noin 4% onnettomuuksissa menehtyneistä kuolee palovammoihin tai savukaasumyrkytykseen. (Li & Baker 1997, 265-270.) Useat ilmaliikenneonnettomuuksien tutkijat ovat raportoineet että jopa 70-80% menehtymisistä sekä vammautumisista aiheutuu kasvojen ja/tai pään vammoista, jotka ovat seurausta pään iskeytymisestä ympäröiviin rakenteisiin (Cullen, Dejohn, Krämer, Shanahan & Tejada 2005, 11-12).

Törmäyksen jälkeisen tulipalon merkitys selviytyvyyteen on merkittävä. 1970 - 1995 välisenä aikana tapahtuneiden liikennelento-onnettomuuksien jälkikätei-

sessä arvioinnissa todettiin että onnettomuuksissa menehtyneistä 20,4% menehtyi itse törmäykseen, 72,3% menehtyi törmäyksen jälkeen ja 7,3%:lla ei pystytty arvioimaan kuolinajankohtaa. Törmäyksen jälkeen menehtyneistä 95,4% menehtyi joko savukaasumyrkytykseen tai itse tulipaloon, joka edustaa noin 68%:a kaikista ilmailiikenneonnettomuuksissa menehtyneistä. (Coalition for Airport and Airplane Passenger Safety 1999, 8; National Transportation Safety Board 2001, 5-6.)

Li, Gebrekristos ja Baker (2008) tutkimuksessaan kehittivät yksinkertaisen arviointimenetelmän (FIA Score), jonka avulla pystytään arvioimaan menehtymiseen johtavan ilmailiikenneonnettomuuden riskiä. Tutkimuksessa tarkasteltiin 1983 - 2005 tapahtuneita, NTSB:n tilastoimia onnettomuuksia, joista oli saatavilla riittävä määrä tietoa. Tutkimuksen aineiston määrä oli merkittävä, sillä tutkimuksen aineisto käsitti yhteensä 44828 onnettomuutta. Tutkimuksessa nostettiin esiin kolme muuttujaa, joilla havaittiin olevan selkeä merkitys menehtymiseen johtaneen ilmailiikenneonnettomuuden todennäköisyydelle.

Tutkimuksen perusteella merkityksellisiksi muuttujiksi nousivat:

- Tulipalo (1 kyllä; 0 ei)
- Lento-olosuhteet (1 mittarilento-olosuhteet; 0 näkölento-olosuhteet)
- Etäisyys lentokentältä (1 ei lentokentällä; 0 lentokentällä)

Tutkimuksessa havaittiin, että FIA-arvon (muuttujien yhteenlaskettu summa) noustessa menehtymiseen johtavan onnettomuudessa riski oli suurempi. Tutkijat tarkastelivat myös pimeyden vaikutusta riskiin. Tällä ei kuitenkaan havaittu olevan yhtä merkittävää vaikutusta riskiin, edellä esitettyihin kolmeen muuttujaan verrattuna. Tutkimuksen loppupäätelmänä todettiin, että FIA arviointi on validi työkalu menehtymiseen johtavan ilmailiikenneonnettomuuden riskin arvioinnissa. (Li, Gebrekristos & Baker 2008.)

4.1 Selvitysmistodennäköisyyteen ja vammaprofiiliin vaikuttavat tekijät

Vammautumiseen vaikuttaa merkittävästi ihmiseen ja ympäristöön kohdistuvat voimat, niiden suuruus ja suunta. Yleisin vammoja aiheuttava tekijä ilmailiikenneonnettomuudessa on nopeat hidastuvuusvoimat, jotka syntyvät lentokoneen osuessa maahan tai veteen. Useimmiten itse lentokoneeseen kohdistuvat voimat ovat merkittävästi suurempia kuin koneessa oleviin ihmisiin kohdistuvat voimat. Tämä voimien epäsuhta johtuu lentokoneen voimia absorboivista rakenteista, jotka törmäyksen seurauksesta painuvat kasaan ja ottavat vastaan suurimman rasituksen. Nykyaikaisten lentokoneiden rakenteet on suunniteltu suojaamaan koneessa olevia henkilöitä mahdollisen onnettomuuden aiheuttavilta voimilta, toisaalta puutteelliset henkilökohtaiset turvavyöraakenteet saattavat myös lisätä näitä voimia. (Cullen ym. 2005, 25.)

Onnettomuuden seurauksena koneessa olleisiin ihmisiin vaikuttavat erilaiset horisontaaliset ja vertikaaliset voimat (akselit X-Y-Z). Ihmisten henkilökohtainen sietokyky näille voimille on yksilöllistä ja siihen vaikuttavat mm. sukupuoli, ikä, ruumiinrakenne sekä ruumiillinen kunto. Penkissä istuva ihminen voi kestää hyvin lyhyt kestoisen 45G:n ja pidempi kestoisen 25G:n eteenpäin suuntautuvan hidastuvuusvoiman ilman merkittäviä vammoja. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että henkilöä ympäröivät rakenteet kestävät vastaavan voiman ilman, että rakenteet antavat periksi ja tätä kautta aiheuttavat vammautumisen. Pystyakselin suuntaisen voiman kesto on huomattavasti heikompi, sillä noin 25G:n alaspäin suuntautuva hidastuvuus voi aiheuttaa selkärangan kompressionmurtuman. (Cullen ym. 2005, 26.)

4.1.1 Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät

Suurin onnettomuuden voimaan vaikuttava tekijä on liike-energia, joka lentokoneella on törmäyshetkellä. Liike-energiaan suuruuteen vaikuttavat lentokoneen massa ja nopeus.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Kaava 1 Liike-energian kaava

Esimerkiksi Airbus A321 maksimi lentoonlähtöpaino on 83000kg ja nopeus lentoonlähdössä on noin 140kts (noin 260km/h l. 72m/s). Tällöin esimerkki tapausten liike-energia lentoonlähdössä on:

$$E_k = \frac{1}{2}85000kg * 72m/s^2 = 215\ 136\ 000\ \text{Joulea}$$

Liike-energian lisäksi onnettomuuden voimaan vaikuttavat kohtaamiskulma, maastonmuoto ja ominaisuudet, lentokoneen rakenteet sekä onnettomuuspaikan esteet ja rakenteet (Friedman, Floman, Sabatto, Safran & Mosheiff 2002, 338).



Kuvio 31 Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät (Friedman ym. 2002, 338).

Osa edellä mainituista tekijöistä vaikuttaa suoraan onnettomuusenergian voimaan, osalla tekijöistä on epäsuoria vaikutuksia. Eri tekijöiden vaikutukset onnettomuusenergiaan on esitetty taulukossa 8.

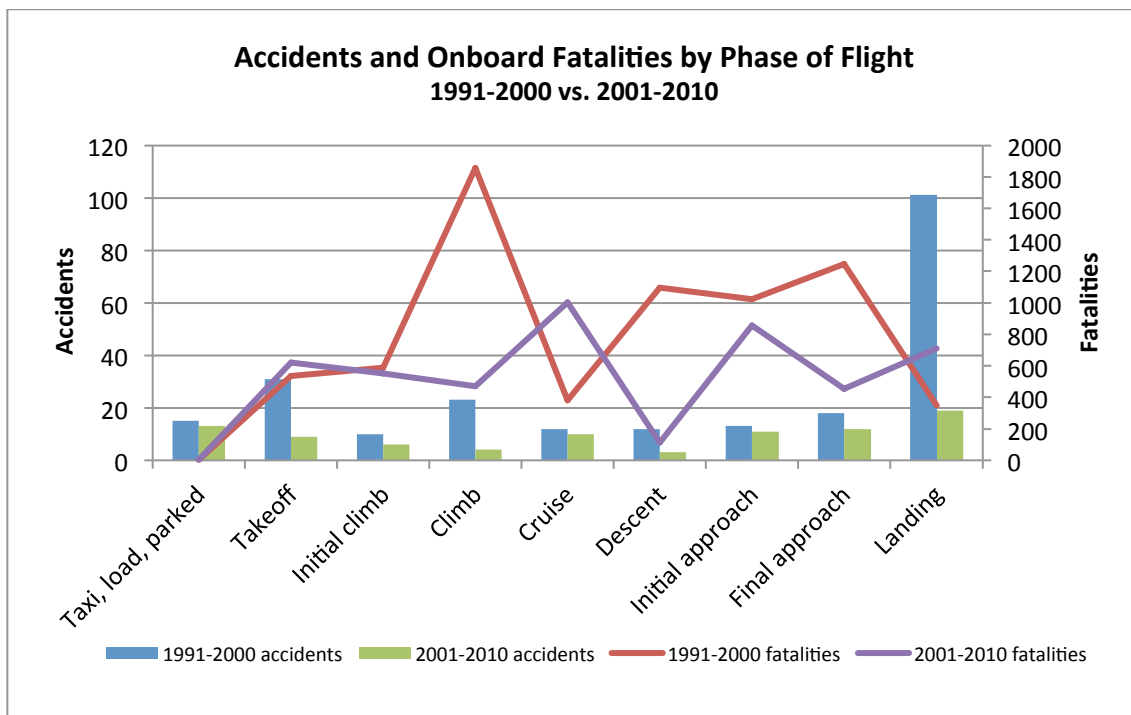
Taulukko 8 Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät (Friedman ym. 2002, 338).

Vaikuttava tekijä	Vaikutus onnettomuusenergiaan
Nopeus törmäyshetkellä	Suora vaikutus
Ilma-aluksen massa	Suora vaikutus
Kohtaamiskulma	Suora vaikutus
Törmäyspaikan ominaisuudet (rakennus, maasto jne.)	Onnettomuus energian siirtyminen ja vaimentuminen mahdollista
Ilma-aluksen rakenne	Rakenteiden energian absorboiminen
Maastoesteet onnettomuuspaikalla (puusto, vesistöt jne.)	Onnettomuusenergian heikkeneminen ennen lopullista törmäystä mahdollista

4.1.2 Lennonvaiheiden vaikutus selviytymiseen

Lennonvaiheella on merkittävä vaikutus selviytymiseen. Mitä lähempänä lentokone on lentokenttää, sitä pienempi on koneen nopeus ja korkeus, jolloin koneen liike-energia on myös pienempi. Lisäksi lentokoneessa olevan polttoaineen määrä vaihtelee merkittävästi eri lennonvaiheissa, lennon alkuvaiheessa polttoainetta on runsaasti, kun lennon loppuvaiheessa koneessa olevan polttoaineen määrä on huomattavasti pienempi. Polttoaineen määrällä on merkittävä vaikutus mm. mahdollisen onnettomuuden jälkeisen tulipalon voimakkuuteen. Toisaalta suurin osa onnettomuuksista tapahtuu lennon alku- tai loppuvaiheessa, jolloin menehtyneiden määräkin on näissä lennonvaiheissa suurin.

Vertailtaessa vuosien 1991-2000 ja 2001-2010 eroja kuolemaan johtaneiden lento-onnettomuuksien osalta, voidaan todeta merkittävä turvallisuustason muutos parempaan. 1991-2000 välisenä aikana Boeingin tilastoimia kuolemaan johtaneita ilmaliikenneonnettomuuksia tapahtui 235 kpl, näissä onnettomuuksissa menehtyi 7071 henkilöä. Vastaavasti 2001-2010 ajanjaksolla onnettomuuksia tapahtui 87 kpl (vähentynyt 63,0%), näissä onnettomuuksissa menehtyi 4774 henkeä (vähentynyt 32,5%). Molemmilla ajanjaksoilla suurin osa (51% vs. 36%) onnettomuuksista tapahtui loppulähestymisen tai laskeutumisen aikana, 2002-2011 ajanjakson tarkastelussa onnettomuuksien osuus lennon loppuvaiheessa on 37% (Kuvio 18). (Boeing 2001, 20; Boeing 2011, 23.)



Kuvio 32 Onnettomuudet lennonvaiheittain 1991-2000 ja 2001-2010
(Boeing 2001, 20; Boeing 2011, 23.)

4.2 Selviytymistodennäköisyyteen ja vammaprofiiliin liittyviä tutkimuksia ja raportteja

Ilmaliikenneonnettomuuksista selviytymisen todennäköisyyttä ja onnettomuuksien aiheuttamaa vammaprofiilia on tutkittu laajahkosti kautta maailman. Suuri osa tutkimuksista on kuolemansyynselvittelyyn liittyviä tutkimuksia, joissa on tutkittu ilmaliikenneonnettomuudessa menehtyneet henkilöt oikeuslääketieteellisen kuolemansyynselvittelyn mukaisin menettelyin. Näiden lisäksi maailmalla on tehty useita tutkimuksia ilmaliikenneonnettomuudesta selvinneistä ihmisistä, näissä tutkimuksissa on useimmiten selvitetty onnettomuuden seurauksena tulleet vammat ja niiden vaikeusaste sekä vammojen hoitamiseksi tehdyt lääketieteelliset toimenpiteet.

4.2.1 Euroopan liikenteen turvallisuusvirasto (ETSC)

Euroopan liikenteen turvallisuusvirasto (ETSC) julkaisi vuonna 1996 selvityksen siitä, miten selviytymisen todennäköisyyttä voidaan parantaa ilmaliikenneonnettomuuksissa. Selvityksessään virasto jakaa ilmaliikenneonnettomuudet kolmeen pääluokkaan:

- mahdollista selviytyä (**survivable**)
 - o Kaikki koneessa olleet (miehistö ja matkustajat) selviytyvät
- teknisesti mahdollista selviytyä (**technically survivable**)
 - o Vain osa miehistöstä ja/tai matkustajista selviytyy
- ei selviytymismahdollisuuksia (**non-survivable**)
 - o Kukaan koneissa olleista ei selviydy

Viraston arvioin mukaan noin 90%:ssa ilmaliikenneonnettomuuksista koneessa olleilla on mahdollista selviytyä tai teknisesti mahdollista selviytyä. Lopuissa 10%:ssa onnettomuus on niin raju, että koneessa olleilla ei ole selviytymisen mahdollisuuksia. Näistä noin puolet kuolee koneen maahan iskeytymisen seurauksena, loput törmäyksen jälkeisen mahdollisen tulipalon aiheuttamaan savukaasualtistukseen, kuumuuteen tai koneen evakuoinnin aikana syntyviin vammoihin. Tilastot osoittavat selkeästi, että koneiden turvallisuutta parantavat ratkaisut parantavat selviytymisen todennäköisyyttä teknisen kehityksen kautta, mutta onnettomuuden seurauksena mahdollisesti syttyvä tulipalo puolestaan vähentää merkittävästi onnettomuudesta selviytymisen todennäköisyyttä. (European Transport Safety Council 1996, 11-13.)

Viraston selvityksen mukaan suurin osa ilmaliikenneonnettomuuden uhreista saa ala-raajavammoja, jotka itsessään eivät ole tappavia, mutta voivat aiheuttaa merkittäviä ongelmia evakuointitilanteessa. Lisäksi onnettomuuden yhteydessä syntyvät pään alueen vammat ovat merkittäviä. Vammat johtuvat joko suorasta iskusta päähän tai erilaisista hidastuvuusvammoista. Onnettomuuksien yhteydessä mahdollisesti syttyvät tulipalot aiheuttavat myös eriaseteisia palovammoja sekä savukaasualtistuksia, jotka saattavat johtaa vaka-

vaan vammautumiseen tai menehtymiseen. (European Transport Safety Council 1996, 11-13.)

4.2.2 Lillehei KO & Robinson MN, The Journal of Trauma 1994

15.11.1986 klo 14:14 Stapletonin lentokentällä Denverissä USA:ssa, Continental Airlinesin DC-9 tuhoutui nousun aikana tapahtuneessa onnettomuudessa. Onnettomuuden aikaan alueella oli lumimyrsky ja säätila oli jäätävä. Onnettomuushetkellä koneessa oli 5 miehistönjäsentä ja 77 matkustajaa. Onnettomuuden syyksi vahvistui tutkimuksissa epäonnistunut jäänpoisto, jonka seurauksena koneen ohjaaja menetti koneen hallinnan nousun aikana. Hallinnan menetyksen seurauksena koneen vasen siipi osui ensiksi maahan, jonka jälkeen koneen vasen kylki ja keula iskeytyivät maahan. Koneen kääntyi törmäyksen voimasta katolleen, hyllyn pysähtyessä kiitotien 35L oikealle puolelle. Törmäyksen aikana syttyi muutamia räjähdysmäisiä tulipaloja, lentokerosiinin vapautumisen yhteydessä, jotka kuitenkin sammuivat itseksensä nopeasti. Lentotoaseman pelastusyksiköiden saapuessa paikalle, koneen hyllyssä oli enää muutamia pieniä jälkipaloja, jotka eivät kuitenkaan olleet päässeet leviämään koneen runkoon. (National Transportation Safety Board 1988, 6-8.)

Lillehei ja Robinson selvittivät tutkimuksessaan onnettomuudessa menehtyneiden kuolinsyyt. Onnettomuudessa menehtyi yhteensä 28 henkeä (34,1%), koneessa olleista 82 hengestä. Onnettomuudessa loukkaantui vakavasti 28 (34,1%) henkeä, lievästi loukkaantuneita tai fyysisesti loukkaantumattomia oli 26 (31,7%). (Lillehei & Robinson 1994, 826-830.)

Taulukko 9 Denverin onnettomuudessa loukkaantuneet (National Transportation Safety Board 1988, 4).

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut	Yht
Menehtyneet	3	25	0	28
Vakava	1	27	0	28
Lievä / ei loukkaantunut	1	25	0	26
Yhteensä	5	77	0	82

Tutkimuksen perusteella 18 (64,3%) menehtyi tylpän vamman, 1 (3,6%) pään lävistävän vamman ja 9 (32,1%) mekaanisen tukehtumisen seurauksena. Pään tylppä vamma oli yleisin kuolinsyy. Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että 36%:lla päähän vammautuneista ja 27%:lla rintakehään vammautuneista oli lisäksi kaula- ja/tai rintaranganmurtumia. Menehtyneiden vammaprofiilissa havaittiin samankaltaisuuksia onnettomuudesta selvinneiden vakavasti vammautuneiden matkustajien kanssa, jotka olivat istuneet koneen alkupuoliskossa. (Lillehei & Robinson 1994, 826-830.)

4.2.3 Seleye-Fubara et. al, Annals of African Medicine 2011

10.12.2005 klo 13:08 Port Harcourtissa, Nigeriassa Sosoliso Airlinesin DC-9 lentokone tuhoutui loppulähestymisen aikana tapahtuneessa tuhoisassa onnettomuudessa. Onnettomuuden aikaan alueella oli ukkosmyrsky, pilvien alapinnan ollessa 360m maanpinnasta rajoittaen vaakanäkyvyyttä. Onnettomuushetkellä koneessa oli 7 miehistönjäsentä ja 103 matkustajaa. Onnettomuuden syyksi tutkimuksissa vahvistui ohjaamomiehistön virheellinen toiminta, miehistö jatkoi lähestymistään vaikka näkyvyyttä kiitotiehen ei ollut ratkaisukorkeudessa. Koneen päällikön tekemä päätös ylösvedosta ja lähestymisen keskeyttämisestä tehtiin liian myöhään, sillä seurauksella että kone osui ruohikkoiseen maahan noin 540m ennen kiitotien 21 kynnystä. Heti törmäyksen jälkeen syttyi raju tulipalo, joka tuhosi käytännössä koko koneen hyllyn. Onnettomuuden voimaa kuvasti se, että koneen hylky hajosi useaan osaan 1120 metrin matkalle. (Ministry of Aviation Federal Republic of Nigeria 2006, 7-8.)

Seleye-Fubara, Etebu ja Amakiri selvittivät tutkimuksessaan onnettomuudessa menehtyneiden kuolinsyyt. Onnettomuudessa menehtyi 108 henkeä (98,2%) koneessa olleista 110 hengestä. Loput 2 henkeä (1,8%) loukkaantuivat vakavasti. (Seleye-Fubara, Etebu & Amakiri 2011, 51-54.)

Taulukko 10 Port Harcourt 10.12.2005 koneessa olleet (Ministry of Aviation Federal Republic of Nigeria 2006, 8).

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut	Yht
Menehtyneet	7	101	0	108
Vakava	0	2	0	2
Lievä / ei loukkaantunut	0	0	0	0
Yhteensä	7	103	0	110

Onnettomuudessa menehtyneille tehdyn kuolinsyyn selvittelyn perusteella 27 (27,8%) kuoli suoranaisesti vakaviin palovammoihin, jotka olivat 3 asteen palovammoja vähintään 30% kehonalaista. Näiden osalta kuolinsyy johtui joko suorasta kuumuudesta tai palovammojen aiheuttamasta nestehukasta tai savukaasuissa olevasta hiilimonoksidista (CO), jotka vastaavat normaaleja palokuolemaan liittyviä löydöksiä. 21 vainajalla (21,6%) kuolinsyyksi kirjattiin monivammat, joiden lisänä oli merkittäviä palovammoja. 20:llä (20,6%) kuolinsyyksi luokiteltiin savukaasumyrkytys. 16 vainajalla (16,5%) kuolinsyynä oli monivamma. 11 (11,3%) menehtyi vakavaan päänvammaan, ilman muita liittännäisvammoja. 2 (2,1%) menehtyi sisäelinvammoihin. (Seleye-Fubara ym. 2011, 51-54.)

4.2.4 Postma et. al, Prehospital and Disaster Medicine 2011

25.02.2009 klo 10:26 Scipholin lentokentän lähistöllä Amsterdamissa, Hollannissa Turkish Airlinesin Boeing 737 tuhoutui loppulähestymisen aikana tapahuneessa onnettomuudessa. Onnettomuuden aikaan säätila oli pilvinen, joka heikensi vaakanäkyvyyttä. Onnettomuushetkellä koneessa oli 7 miehistönjäsentä ja 128 matkustajaa. Onnettomuustutkinnan yhteydessä onnettomuuden syyksi vahvistui koneen radiokorkeusmittari ja autopilotin tietokoneen välinen virhetilanne, jonka seurauksena koneen autopilotti luuli koneen olevan todellisuutta lähempänä maanpintaa. Virheen seurauksena autopilotti vähensi automaattisesti moottorien kaasua, nostaen samalla koneen keulaa ylöspäin (laskeutumisen yhteydessä autopilotin retard-flare tila). Autopilotin virheellinen toiminta johti siihen, että koneen siipien nostovoima petti koneen kor-

keuden ollessa 420jalkaa (128m), jolloin kone sakkasi pudoten noin 1 merimailin päähän kiitotien 18R kynnyksestä pellolle. Ongelmaan edesauttavana syynä oli ohjaamomiehistön liian myöhään aloittamat ja tekemät laskeutumisen valmistelut. Törmäyksen seurauksena koneen runko hajosi kolmeen osaan. Törmäyksen jälkeistä tulipaloa ei syttynyt. (The Dutch Safety Board 2010, 5-9.)

Postma kumppaneineen kuvasivat tutkimuksessaan onnettomuuden vamma-profiilin. Onnettomuudessa menehtyi 9 henkeä (6,7%) 135 koneessa olleesta. Onnettomuudesta hengissä selvinneistä 34 (25,2%) vammautui vakavasti, 86 (63,7%) sai lieviä vammoja ja 6 (4,4%) koneessa ollutta selvisi ilman fyysisiä vammoja. (Postma ym. 2011, 299.)

Onnettomuudesta selvinneistä 124 henkilöä kuljetettiin 14 eri sairaalaan. Mediaani aika onnettomuudesta sairaalaan oli kaikkien potilaiden kohdalla 3,5 tuntia (minimi 1,25h, maksimi 5,5h), vaikkakin onnettomuuspaikka oli lähellä kaupunkia ja ensihoitotoimintaan osallistui 82 ambulanssia ja 3 helikopterilla liikkuva ensihoitotiimiä. Osa syyksi tähän epäiltiin onnettomuuspaikan sijaintia, joka oli pellolla. Tämä seurauksena potilaiden siirto onnettomuuspaikalta lähimmälle ajokelpoiselle tieuralle ja potilaiden kokoamispaikalle (casualty clearing station) kesti melko kauan ja tähän tarvittiin paikallisten maanviljelijöiden maastokelpoisten ajoneuvojen apua. Kaksi fyysisesti loukkaantumaton ta poistui omatoimisesti onnettomuuspaikalta, mutta hakeutuivat itse sairaalaan onnettomuutta seuraavana päivänä. (Postma ym. 2011, 299-300.)

Onnettomuudesta selvinneistä 126 henkilöstä, 60 (47,6%) pääsi sairaalasta päivystyskäynnin jälkeen. 66 (52,3%) jäi hoitoon sairaaloihin, mediaani hoitoajan ollessa 4 päivää (minimi 1 päivä, maksimi 104 päivää). 14 (11,1%) joutui tehohoitoon, tehohoitoajan keskiarvon ollessa 7 päivää (minimi 1 päivä, maksimi 59 päivää, mediaani 2 päivää). (Postma ym. 2011, 301-302.)

Onnettomuudesta selvinneillä 126 henkilöillä todettiin kaikkiaan 305 erilaista vammaa, näistä kasvo- ja päänalueen vammoja oli 92 (30,2%), rankavammoja

35 (11,5%) ja raajojen murtumia 38 (12,5%). 13 henkilöllä (10,3%) vammat luokiteltiin vakaviksi monivammoiksi, ISS (Injury Severity Score) ollessa yli 15. 75:llä (59,5%) henkilöllä todettiin kolme tai useampia vammoja. (Postma ym. 2011, 301-302.)

Kaikkiaan 23 (18,3%) henkilölle tehtiin yhteensä 80 kirurgista toimenpidettä sairaalassaolon aikana, joista onnettomuuspäivänä 14 (11,1%) henkilölle tehtiin 28 kirurgista toimenpidettä. Kahden (1,6%) vammat edellyttivät välitöntä henkeä pelastavaa kirurgista toimenpidettä. Molemmilla potilailla oli sairaalasta tullessa kontrolloimaton verenvuoto ja tästä seurauksena hypovoleeminen shokki. Toisella syynä lantionmurtuma, vatsavamma sekä vakavat raajavammat, toisella lantionmurtuma ja vakavat raajavammat. (Postma ym. 2011, 301-302.)

Taulukko 11 Schiphollin onnettomuuden vammaprofiili (Postma ym. 2011, 301-302).

Vammat	Vammojen lukumäärä	Henkeä	Osuus henkilöistä
Kasvon- ja päänalue vamma	92	60	47,6 %
Pään tai kasvojen ruhjevamma tai nirhauma	48	42	33,3 %
Aivokontuusio tai -tärahdyys	20	20	15,9 %
Kasvon alueen murtuma	20	14	11,1 %
Rankavamma	35	23	18,3 %
Raajan murtuma	38	20	15,9 %

4.2.5 Afshar et. al, Archives of Iranian Medicine 2012

09.01.2011 klo 19:40 noin 8 kilometriä Urmian lentoasemalta, lähellä Terman kylää, Iranissa Iran Airin Boeing 727 syöksyi maahan keskeytetyn lähestymisen jälkeisessä ylösvedossa. Säätila onnettomuuden aikaan oli huono lumisateen sekä sankan sumun heikentämän vaakanäkyvyyden vuoksi. Onnettomuushetkellä koneessa oli 12 miehistön jäsentä ja 93 matkustajaa. Onnettomuuden lopullinen syy on vielä epäselvä, alustavien arvioiden mukaan onnettomuuden aiheutti koneen 1 ja 3 moottoreiden äkillinen tehonmenetykset. Maahansyöksyssä

maastoon koneen runko hajosi useaan osaan. Törmäyksen jälkeistä tulipaloa ei syttynyt. (Aviation Herald 2012; Afshar, Hajyhoisseinloo, Eftekhari, Safari & Yekta 2012, 317.)

Afshar kumppaneineen tutkivat onnettomuudesta selvinneiden ihmisten vammaprofiilin. Onnettomuudessa menehtyi 78 henkeä (74,3%) koneessa olleista 105 hengestä. Onnettomuudesta selvinneiden 18 (17,1%) henkilön vammat arvioitiin erittäin vakaviksi, 7 (6,7%) henkilön vammat olivat vakavia ja 2 (1,9%) selvisi lievillä vammoilla. Vammojen luokituksessa käytettiin ISS-luokitusta. Onnettomuudesta selvinneiden ISS-luokituksen keskiarvo oli 23 (minimi 1, maksimi 41). (Afshar ym. 2012, 317-319.)

Onnettomuudesta selvinneillä todettiin vammoja alla olevan taulukon mukaisesti.

Taulukko 12 Urmian onnettomuuden vammaprofiili (Afshar ym. 2012, 317-319).

Vamma	Vammojen lukumäärä	Osuus selvinneistä
Pään ja niskan alueen vamma	10	37 %
Kasvojen alueen vamma	9	33 %
Raajavamma	23	85 %
Alaraajan murtuma	17	62 %
Rankavamma	15	56 %
Sisäelinvamma	4	15 %

Tutkimuksessa kartoitettiin myös onnettomuudessa menehtyneiden vammautumista, vaikkakin oikeuslääketieteellinen ruumiinavaus tehtiin ainoastaan kolmelle vainajalle, jotka olivat ohjaamohenkilökuntaa. Menehtyneiden kohdalla 65 (83%) hengellä 78:sta todettiin kasvojen alueen vammoja, kun vastaava prosentuaalinen osuus onnettomuudesta selvinneillä oli 33%. (Afshar ym. 2012, 317-319.)

4.2.6 Mirzatolooei & Bazzazi, European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology 2012

Mirzatolooei ja Bazzazi tutkivat myös Urmian lentoaseman läheisyydessä 09.01.2011 tapahtunutta lento-onnettomuutta. Tutkijat havaitsivat, että onnettomuudesta selvinneiden vammaprofiili vastaa muiden aiheesta tehtyjen tutkimusten löydöksiä. Afshar et. al tutkimuksesta poiketen potilasprofiilia oli tarkasteltu tässä tutkimuksessa huomattavasti tarkemmin. Tutkimuksessa tarkasteltiin onnettomuudesta selvinneiden hoitokertomuksia ja röntgenkuvia sekä haastateltiin onnettomuudesta selvinneitä. Tehdyn tutkimuksen perusteella suurin osa vammoista katsottiin olevan ortopedisesti hoidettavia vammoja, joista merkittävimpiä olivat alaraajojen murtumat ja rankavammat. Onnettomuudesta selvinneet 27 henkeä kuljetettiin alle kolmessa tunnissa Orumiyehin alueen sairaaloihin, alueella vallinneesta huonosta säätilasta huolimatta. (Mirzatolooei & Bazzari 2012.)

Onnettomuudessa menehtyneiden kohdalla lopullisen kuolinsyyn selvittäminen oli vaikeaa. Monielin murskavammat rekisteröitiin merkittävimmäksi kuolinsyyksi. Onnettomuudessa menehtyneiden kuolemansyynselvittelyssä vainajilta löydettiin seuraavia vammoja:

Taulukko 13 Urmian onnettomuudesta selvinneillä todettujen vammojen lukumäärät (Mirzatolooei & Bazzari 2012).

Vamma	Lukumäärä
Kallonmurtuma	20
Kasvojen alueen murtuma	29
Kaularangan murtuma	1
Rinta- ja lannerangan murtuma	15
Rintakehän murtuma	52
Vatsan alueen vamma	13
jonka lisäksi sisäelinvamma	4
Yläraajan murtuma	32
Alaraajan murtuma	55

Onnettomuudesta selvinneiden kohdalla suurin osa vammoista oli ortopedisiä. Yleisimmät vammat olivat säären alueen murtumat (17kpl, 63,0%) tai rankavammat (15, 55,6%). Näiden yleisimpien vammojen katsottiin johtuvan onnettomuuden yhteydessä vaikuttaneista vertikaalisista voimista sekä nopeasta hidastuvuudesta. (Mirzatolooei & Bazzari 2012.)

Taulukko 14 Urmian onnettomuuden ortopedisten vammojen jakautuminen (Mirzatolooei & Bazzari, 2012, ss. 1-6).

Vamma	Lukumäärä	Osuus selvinneistä
Rankavammoja	15	55,6 %
kaularangan murtuma	1	3,7 %
rintarangan murtuma	4	14,8 %
lannerangan murtuma	10	37,0 %
Reiden murtuma	2	7,4 %
Säären alueen murtuma	12	44,4 %
Nilkan alueen murtuma	11	40,7 %
Lantion murtuma	1	3,7 %
Värttinäluun murtuma	2	7,4 %

4.2.7 Chaturvedi & Sanders, Aviation, Space and Environmental Medicine 1996

Charturvedi & Sanders (1996) tutkivat onnettomuuden jälkeisen tulipalon ja savukaasualtistuksen vaikutuksia onnettomuudesta selviytymiseen. Tutkimus kattoi 26 vuotta (1967 - 1993), tuona aikana oli 95 ilmaliikenneonnettomuutta johon liittyi tulipalo, näissä onnettomuuksissa menehtyi noin 2400 henkeä. Onnettomuuksissa 1967-1993 välillä menehtyneiden 360 henkilön verinäytteiden laboratorioanalyysissä havaittiin 134:lla veren karboksihemoglobiinin olleen 20% tai yli, joka on riittävän suuri aiheuttaakseen toimintakyvyn merkittävän heikkenemisen.

Vuosien 1985 ja 1991 välillä noin 16%:iin USA:ssa tapahtuneista onnettomuuksista liittyi tulipalo. Näissä onnettomuuksissa menehtyneistä 22% (140 henkeä)

menehtyi suoranaisesti tulipalon tai savukaasumyrkytyksen seurauksena. (Chaturvedi & Sanders 1996, 275-278.)

4.2.8 Friedman et. al, Israel Medical Association Journal 2002

18.08.1995 Atarotin lentoaseman läheisyydessä Jerusalemissa, Israelissa Piper PA-32-R-300 pienkone syöksyi maahan nousun jälkeen 10 sekuntia laskutelineiden ylösnostamisesta, saavutettuaan 100 jalan (noin 30m) korkeuden. Maahan osuessa koneen keula oli noin 20 astetta koholla, jolloin koneen peräosa osui maahan ensin. Tämän jälkeen koneen oikea puoli osui isoon kiveen, kääntäen koneen oikealle. Törmäyksen jälkeistä tulipaloa ei syttynyt. Koneessa oli ohjaajan lisäksi viisi matkustajaa. (Friedman ym. 2002, 337-339.)

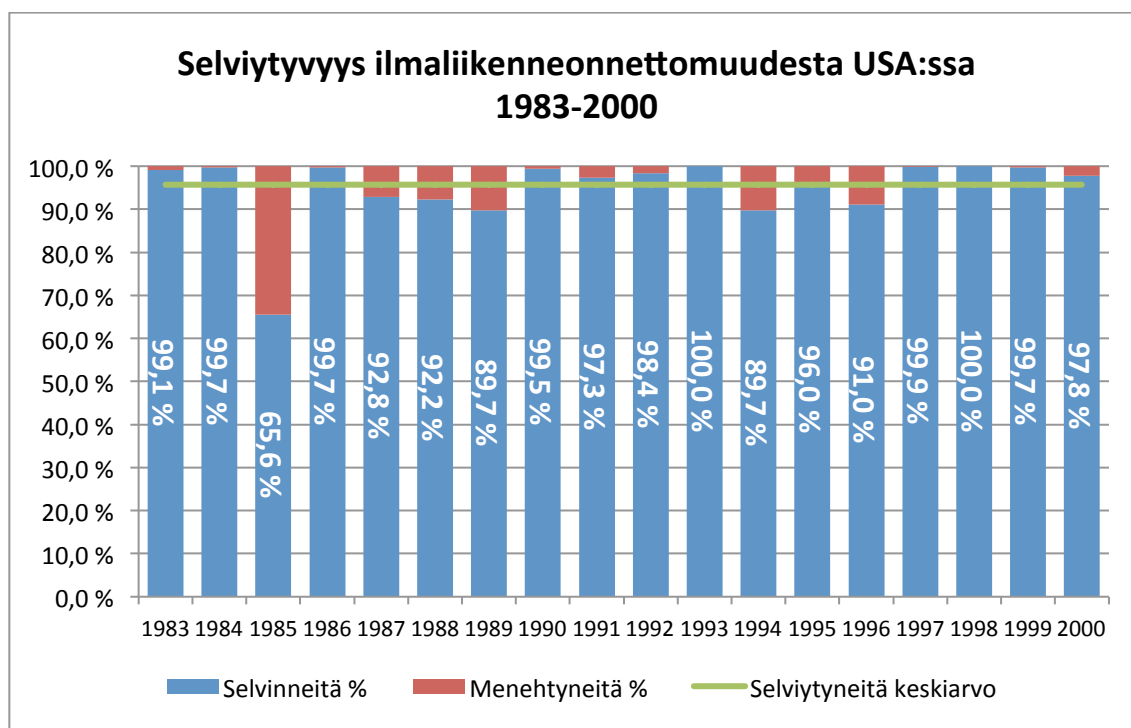
Kaikki koneessa olleet selvisivät törmäyksestä hengissä ja heidät kuljetettiin onnettomuuspaikalta alueen sairaaloihin. Sairaalassa yksi onnettomuudessa loukkaantuneista menehtyi pään alueen vammojen seurauksena. Lopuilla viidellä (80%) kaikilla todettiin rankavammoja, näistä kolmella vammasta aiheutui joko alaraajojen halvaus tai lihasheikkous. Rankavammojen syyksi arvioitiin onnettomuudessa olleet vertikaaliset voimat sekä nopea hidastuvuus. (Friedman ym. 2002, 337-339.)

Taulukko 15 Atarotin onnettomuuden vammaprofiili (Friedman ym. 2002, 337-339).

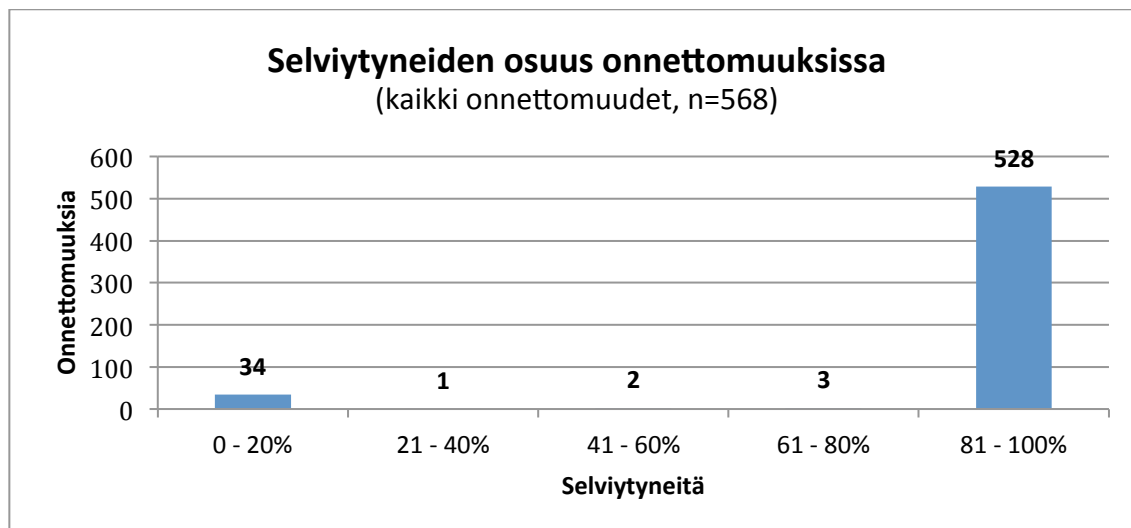
Henkilö	Murtumat	Neurologiset seuraukset
1	Burst-murtuma L1 ja L4	Paraplegia
2	Flexio-murtuma T12-L1	Paraplegia
3	Burst-murtuma L4 ja L5	-
4	Subaraknoidaali ja subduraali hematoma	Menehtyi
5	Burst-murtuma T12 ja L1 kompressiomurtuma T11	Lihashheikkous
6	Burst-murtuma T6 ja T7 kompressiomurtuma T10-T11	-

4.2.9 National Transportation Safety Board:n raportti

NTSB julkaisi vuonna 2001 ilmaliikenneonnettomuuksista selviämisen todennäköisyyttä käsittelevän raportin, jossa tutkittiin USA:ssa tapahtuneita kaupallisen lentoliikenteen onnettomuuksia ja niistä selviytyvyyttä 1983 - 2000 väliseltä ajalta. Ajanjaksolla tapahtui yhteensä 568 onnettomuutta liikennelentokoneille, joista 71:ssä (12,5%) menehtyi vähintään yksi henkilö. Näissä 568:ssa onnettomuudessa oli osallisena kaikkiaan 53 487 henkeä, joista selvisi hengissä yhteensä 51 207 (95,7%) henkeä. Onnettomuuksissa näin ollen menehtyi yhteensä 2 280 henkeä, joka edustaa 4,3%:a kaikista osallisena olleista. 528:ssa onnettomuudessa (93%) koneessa olleista selvisi yli 80%. (National Transportation Safety Board 2001, 9-29.)



Kuvio 33 Selviytyvyys ilmaliikenneonnettomuudesta USA:ssa 1983-2000
(National Transportation Safety Board 2001, 9-29).



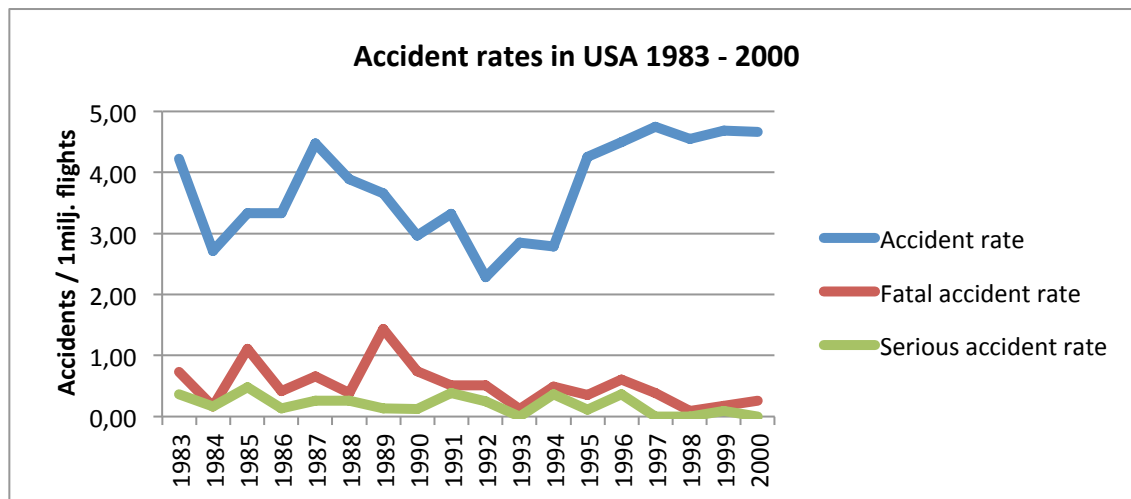
Kuvio 34 Selviytyneiden osuus kaikissa onnettomuuksista USA:ssa 1983-2000

Tutkiakseen tarkemmin selviytyvyyttä, NTSB loi kriteerit vakavalle ilmailiikenneonnettomuudelle. Vakavaksi ilmailiikenneonnettomuudeksi laskettiin onnettomuus, jossa:

- onnettomuuteen liittyi tulipalo (ennen tai jälkeen törmäyksen) ja
- joku loukkaantui vähintään vakavasti tai menehtyi ja
- onnettomuuskone kärsi merkittäviä vaurioita tai tuhoutui kokonaan.

(National Transportation Safety Board 2001, 9-29.)

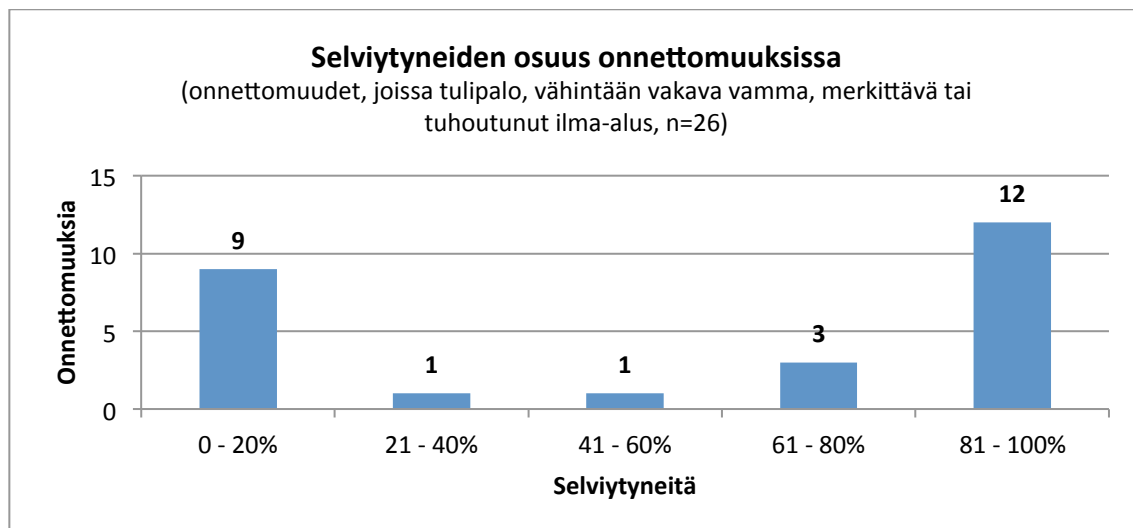
Vuosien 1983 ja 2000 välillä tapahtui 26 onnettomuutta, jotka täyttivät vakavan ilmailiikenneonnettomuuden kriteerit, tämä vastaa 4,6% kaikista onnettomuuksista. Näissä onnettomuuksissa oli osallisena kaikkiaan 2 739 henkeä, joista onnettomuudesta selvisi hengissä 1 524 (55,6%). Onnettomuuksissa menehtyneistä 716 (26,1%) menehtyi törmäyksen seurauksena, 131 (4,8%) menehtyi tulipalon tai savukaasumyrkytyksen seurauksena, 28 (1,0%) menehtyi muihin syihin, 340 (12,4%) menehtyneen kuolinsyy jäi epäselväksi. Alhaisimmat selviytymisen todennäköisyydet olivat vuosina 1985 ja 1994. Vakavasta ilmailiikenneonnettomuudesta selvisi vuonna 1985 ainoastaan 11,3% (30 henkeä 265:stä) ja vuonna 1994 7,8% (20 henkeä 257:stä) koneessa olleista. Vuosina 1984, 1986, 1995 ja 2000 ei menehtynyt yhtään koneessa ollutta henkilöä vakavaksi luokiteltavassa onnettomuudessa. (National Transportation Safety Board 2001, 9-29.)



Kuvio 35 Onnettomuuksien tapahtumatiheys USA:ssa 1983-2000 (National Transportation Safety Board 2001, 9-29).

Vuosittainen vakavien onnettomuuksien tapahtumatiheys vaihteli 0,00-0,48 onnettomuuteen per miljoona lentoa. Keskiarvoisesti vakavia onnettomuuksia tapahtui 0,19 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden. Vertailtaessa vakavan onnettomuuden tapahtumatiheyttä kaikkiin onnettomuuksiin ja kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin, noin joka 19. onnettomuus oli vakava onnettomuus ja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista joka 3. oli vakava onnettomuus. (National Transportation Safety Board 2001, 9-29.)

Vakavassa onnettomuudessa voidaan tilastojen perusteella arvioida, että menehtyminen johtuu 5 kertaa useammin törmäyksen seurauksena saaduista vammoista kuin tulipalosta johtuvasta vammautumisesta. Vakavistakin onnettomuuksista yli 46%:ssa onnettomuuksista koneessa olleista selviytyy yli 80%. Tämä ei kuitenkaan kerro mitään koneessa olleiden henkilöiden vammautumisen asteesta. (National Transportation Safety Board 2001, 9-29.)



Kuvio 36 Selviytyneiden osuus vakavissa onnettomuksissa USA:ssa 1983-2000 (National Transportation Safety Board 2001, 9-29).

5 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

5.1 Tutkimuksen tavoite

Opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää maailmalla 2000 - 2011 välisenä aikana tapahtuneiden ilmaliikenneonnettomuuksien keskeisiä muuttujia, kuten onnettomuuden ajankohtaa, paikkaa, lentokonetta, koneessa ollutta henkilölukumäärää ja loukkaantumisasastetta. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli luoda näkemys siitä millainen mahdollinen onnettomuus olisi, tutkimuksessa tarkastelluista tapahtuneista onnettomuuksista saatujen havaintojen kautta. Tavoitteeseen pääsemiseksi tutkimuksessa käytetyn onnettomuusaineiston tietoja ja ilmaliikenneonnettomuuksien historiatietoa yhdistettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman operationaalisen tilastotietoon, joiden synteesinä voitiin luoda jonkinlainen näkemys mahdollisesta onnettomuusriskistä Helsinki-Vantaan lentoasemalla.

5.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteiden asettelusta seurasi seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Milloin onnettomuudet tapahtuivat?
2. Missä onnettomuudet tapahtuivat?
3. Millainen kone joutui onnettomuuteen?
4. Mitkä olivat onnettomuuksien seuraukset?
 - a. kalustovauriot
 - b. henkilövahingot
5. Onko lennonvaiheella ollut merkitystä vammaprofiiliin?

6 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

6.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Opinnäytetyön tutkimusaineistona käsiteltiin tilastotietoa, josta tarkoituksena oli tehdä analyyseihin perustuvia päätelmiä, jotka liittyvät lukumääriin ja suhteellisiin osuuksiin. Tällaista tutkimustapaa nimitetään tilastolliseksi eli määrälliseksi (kvantitatiiviseksi) tutkimukseksi. Määrällisessä tutkimuksessa keskeistä ovat mm.: johtopäätösten tekeminen aiemmista tutkimuksista, numeerinen mittaaminen, aineiston käsitteleminen tilastollisesti sekä päätelmien tekeminen tilastolliseen analyysiin perustuen. (Hirsjärvi 2008, 131.)

6.2 Tietoaineiston keruu

Tutkimuksessa käytetyn tietoaineiston käyttöön saaminen oli tutkimuksen alkuvaiheessa merkittävä haaste. Tietoaineistoa haettaessa oltiin yhteydessä ilmaliikenteen kansainvälisiin järjestötason toimijoihin (ICAO, IATA, EASA), jotka ylläpitävät omia tietokantojaan ilmaliikenneonnettomuuksista. Useista kohteliaista pyynnöistä huolimatta mikään edellä mainituista organisaatioista ei edes vastannut tietoaineisto pyyntöön.

Lentokonevalmistaja Boeing on julkaissut vuodesta 1959 lähtien vuosittaista ilmaliikenteenturvallisuuskatsaustaan (Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accident - Worldwide Operations), jonka yhtenä osana on taulukko tietyt kriteerit täyttävälle liikennesuihkukoneille tapahtuneista onnettomuuksista. Boeing julkaisee katsauksensa vuosittain kesä-heinäkuun aikana ja katsaus on julkisessa levityksessä. Aiempien vuosien katsauksia on löydettävissä joitakin internetin kautta. Tutkimusajankohdaksi valikoituneen vuosien 2000 - 2011 väliseltä ajalta kuitenkin kaikkia katsauksia ei ollut löydettävissä internetistä, jonka seurauksena lähestyin Boeingin lentoturvallisuusosastoa tietoa-ineistopyynnöllä. Aineistopyyntöön sain myöntävän vastauksen noin kahdessa tunnissa, toiselta puolelta maailmaa, lentoturvallisuusinsinööriltä joka on ollut mukana työstämässä viimevuosien katsauksia.

Boeingin aineistossa oli 466 ilmaliikenneonnettomuutta vuosien 2000 - 2011 välillä. Aineisto käsitti kokonaispainoltaan yli 27000kg:n (60000lbs) länsimaa-laisvalmisteisille, ei sotilaskäytössä oleville, suihkumoottorikoneille tapahtuneet onnettomuudet. Boeing kokoaa aineistonsa oman lentoturvallisuusosastonsa tutkijoiden toimesta useasta eri lähteestä. Katsauksissa julkaistut tiedot (taulukko 16) toteutuneista onnettomuuksista olivat hyvin suppeat, eivätkä antaneet riittävästi informaatiota onnettomuuksista tutkimuksen pohjaksi.

Taulukko 16 Boeingin tietoaaineiston tietokentät

Tietokenttä	Suomennos	Huomiot
Date	Onnettomuuden päivämäärä	
Airline	Lentoyhtiö	
Airplane type	Lentokoneen malli	
Age in years	Lentokoneen ikä vuosissa	Tilastoitu 2006 alkaen
Type of Operation	Lento-operaation tyyppi	Tilastoitu 2006 alkaen
Accident location	Onnettomuuden tapahtumapaikka	
Phase of Flight	Lennonvaihe	
Damage Category	Vahinkokategoria	Tilastoitu 2006 alkaen
Hull Loss	Koneen tuhoutuminen	
Injury Category	Vammautumislukko	Tilastoitu 2006 alkaen
Fatalities	Menehtyneet	
Major Accident	Suuronnettomuus	Tilastoitu 2006 alkaen

Boeingin toimittamaa tietoaainestoa käytettiin tietoaaineston runkona ja lista-uksena onnettomuuksista, jotka otettiin tutkimusaineistoon mukaan. Tietoa-ineistoa laajennettiin ottamalla mukaan taulukon 17 mukaiset tietokentät, joista osa on toiseen tietokenttään liittyviä laskennallisia kenttiä. Muodoste- tun tietoaaineston mukaiset lisätiedot Boeingin toimittamiin tietoihin haettiin ilmaliikenneonnettomuuksien julkisista tietokannoista, joita myös Boeingin tutkijat käyttävät omina lähteinään:

1. Skybrary (<http://www.skybrary.aero>)
2. NTSB (<http://www.ntsb.gov/aviationquery/index.aspx>)
3. JACDEC (<http://www.jacdec.de>)
4. Aviation Safety Network (<http://aviation-safety.net/index.php>)
5. The Aviation Herald (<http://avherald.com>)
6. Aircraft Crashes Record Office (<http://www.baaa-acro.com>)

Näiden lisäksi joidenkin onnettomuuksien kohdalla tietojen täydentämiseen käytettiin onnettomuustutkiminnan loppuraporttien tietoja. Näin toimittiin niis- sä tapauksissa, joissa onnettomuuden loppuraportti oli saatavilla englanniksi, saksaksi tai ranskaksi.

Opinnäytetyön tutkimuksessa kerättiin onnettomuuksista seuraavat tiedot:

Taulukko 17 Tietoaaineston sisältö

Tietokenttä	Suomennos	Esimerkki tietokentän sisällöstä	Analysoitu
Date	Päivämäärä	25.02.2009	X
Day of week	Viikonpäivä	3 (1 maanantai, 7 sunnun- tai)	X
Month	Kuukausi	2 (1 tammikuu, 12 joulukuu)	X
Year	Vuosi	2009	X
Time of accident	Tapahtuma-aika	10:26	X
Hours	Tapahtuman tunti	10	X
Day / Night	Päivä / Yö	Day	-
Flight conditions	Säätila	UNK (tuntematon)	-
Airline	Lentoyhtiö	Turkish Airlines	X
Airline country	Lentoyhtiön kotimaa	Turkey	X
Manufacturer	Lentokoneen valmistaja	Boeing	X
Model family	Lentokoneen malliperhe	B737	X
Model	Lentokoneen malli	B737-800	-
Age (years)	Lentokoneen ikä	6	X

Type of operation	Lento-operaation tyyppi	Sched Pax	X
Pax / cargo	Lento-operaation tyyppi	Pax	X
Accident Location	Onnettomuuspaikka	Amsterdam, The Netherlands	-
Location country	Maa	Netherlands	X
Continent / Sea	Maanosa / meri	Europe	X
DEPT	Lähtökenttä	LTBA (Istanbul Atatürk Airport)	-
DEST	Kohdekenttä	EHAM (Schiphol Amsterdam)	-
Dist to airport (mls)	Matka kentälle maileissa	0,9	-
Phase of flight	Lennonvaihe	Landing	X
Phase of flight (ICAO)	Lennonvaihe (ICAO)	LDG	X
Damage category	Vahinkokategoria	Destroyed	X
Hull loss	Kone tuhoutunut korjauskelvottomaksi	X (yes)	X
Accident severity	Onnettomuuden vakavuus	Major	X
Onboard fatalities - Onboard occupants - External fatalities	Koneessa menehtyneet / koneessa olleet / muut menehtyneet	9/135 (0)	-
CRW onboard	Miehistöä	7	X
PAX onboard	Matkustajia	128	X
SOB total	Koneessa yhteensä	135	X
CRW non injured	Miehistö - ei loukkaantuneet	1	X
CRW inj minor	Miehistö - lievästi loukkaantuneet	0	X
CRW inj severe	Miehistö - vakavasti loukkaantuneet	3	X
CRW fatal	Miehistö - menehtyneet	3	X
PAX non injured	Matkustajat - ei loukkaantuneet	6	X
PAX inj minor	Matkustajat - lievästi loukkaantuneet	85	X
PAX inj severe	Matkustajat vakavasti loukkaantuneet	31	X
PAX fatal	Matkustajat - menehtyneet	6	X
GND / 3rd inj minor	Koneen ulkopuoliset lievästi loukkaantuneet	0	-
GND / 3rd inj severe	Koneen ulkopuoliset vakavasti loukkaantuneet	0	-
GND / 3rd fatal	Koneen ulkopuoliset menehtyneet	0	-
Major Accident	Suuronnettomuus	X (yes)	-
Event type (ICAO)	ICAO:n luokittelu	HF, LOC (Human factors, Loss of control)	X
CFIT?	Kontrolloitu lento maahan	(no)	-
Event description	Onnettomuuden kuvaus	The airplane crashed during landing approach, coming down in open ground short of the runway threshold.	X

Osa kerätystä tietoaineistosta jätettiin kuitenkin analysoimatta, aineiston puutteellisuuden tai monimutkaisuuden vuoksi. Analysoinnin ulkopuolelle jätetyt tietokentät on merkitty taulukossa 17.

6.3 Aineiston analyysimenetelmät

Boeingilta saatu PDF-muotoinen onnettomuusdata vietiin aluksi FileMaker12-ohjelmistolla tehtyyn tietokantaan, johon syötettiin muista tietolähteistä etsitty tieto käsin syöttämällä. Niihin tietokenttiin, joihin valmiita vastauslistoja oli mahdollista tehdä, luotiin vastauslista syöttövirheiden minimoimiseksi. Tutkimuksen tietoaineiston valmistuttua, FileMakerillä rakennettu tietokanta vietiin MSEXcel-taulukoksi, jossa lopullinen tietojen analysointi ja laskentatyö tehtiin. Tietojen analysoinnissa käytettiin apuna Excelistä löytyviä tilastomatematiikan funktioita, ristiintaulukointia sekä tilastointiapu-nimisen lisäosan versiota 2.0. Kaikki tietoaineistosta luodut kaaviot tehtiin Excelillä.

6.4 Aineiston luotettavuuden arviointi

Aineiston kohdalla oli havaittavissa eri tietokantojen välillä ristiriitaisuuksia. Jossain tapauksissa ristiriidat olivat hyvinkin merkittäviä. Aineiston laadun varmistamiseksi ristiriitaisen tiedon kohdalla, kyseiseen tietokenttään kirjattiin arvoksi UNK (unknown l. tuntematon). Tällöin lukumääriä ja keskiarvoja laskettaessa kyseisen tietueen tietokenttä ei muuttanut laskennan arvoa ja antanut tätä kautta virheellistä tietoa.

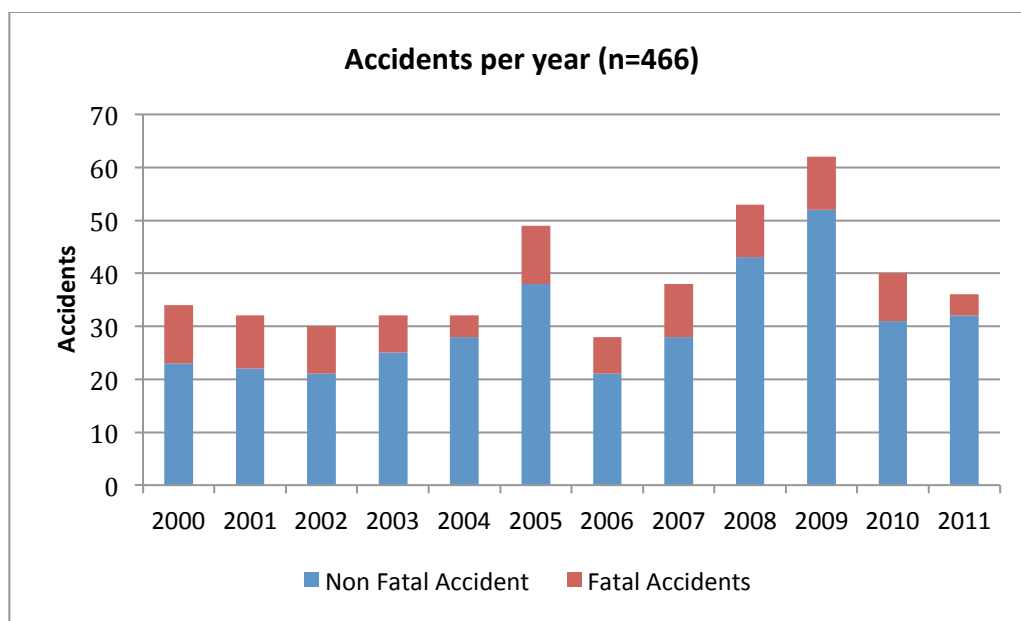
Tutkimuksessa käytetty aineisto on Boeingin keräämä aineisto, eikä näin ollen ole suoraan vertailukelpoinen muiden tietolähteiden kanssa. Aineisto on kuitenkin kerätty ennalta määritellyt kriteerit täyttävistä onnettomuuksista, jolloin aineiston luotettavuus on hyvä.

Tutkimusaineiston ulkopuolelle jäivät kokonaan potkuriturbiinikoneiden lisäksi itämaalaisvalmisteiset konevalmistajat kuten Antonov, Iljushin, Tupolev, Yakolev sekä Sukhoi. Aineistoa, joka olisi sisältänyt koko liikennelentokone kirjjon, ei ollut saatavilla, jolloin tutkimukseen otettu materiaali edustaa ainoastaan länsimaalaisvalmisteisia suihkukoneita. Tältä osalta aineisto ei edusta kaupallisen lentoliikenteen koko lentokonekalustoa, jolloin tutkimuksen tulosten perusteella voidaan tehdä ainoastaan suuntaa-antavia johtopäätöksiä,

vaikkakin noin 92% maailmalla käytetyistä lentokoneista on länsimaalaisvalmisteisia (Flightglobal 2011).

7 Tulokset

7.1 Onnettomuuden tapahtuma-ajankohta

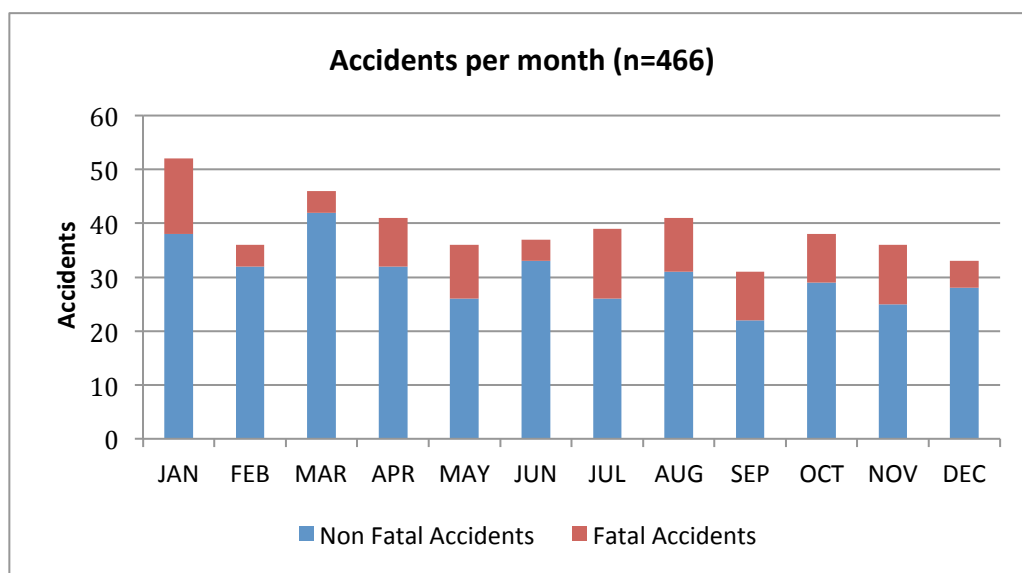


Kuvio 37 Onnettomuuden vuosittain

Valtaosan vuosista onnettomuuksien vaihteluväli oli noin 30-40 onnettomuutta vuosittain, kuitenkin vuodet 2005, 2008 sekä 2009 nousivat tarkastelussa selkeästi esille muihin vuosiin nähden suuremman onnettomuuslukumääränsä vuoksi. Vuosi 2009 oli tilastojen mukaan kaikkein huonoin, tuolloin tapahtui 62 onnettomuutta (13,3%). Vuosittainen onnettomuuksien määrän keskiarvo oli 39 onnettomuutta vuodessa (min. 28, max. 62). Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui eniten vuosina 2000 ja 2005, jolloin tapahtui 11 onnettomuutta (10,8% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista). Vuosittainen kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrän keskiarvo oli 8,5 (min. 4, max. 11).

Taulukko 18 Onnettomuudet vuosittain

	All		Fatal	
	accidents	% of total	accidents	% of fatal
2000	34	7,3 %	11	10,8 %
2001	32	6,9 %	10	9,8 %
2002	30	6,4 %	9	8,8 %
2003	32	6,9 %	7	6,9 %
2004	32	6,9 %	4	3,9 %
2005	49	10,5 %	11	10,8 %
2006	28	6,0 %	7	6,9 %
2007	38	8,2 %	10	9,8 %
2008	53	11,4 %	10	9,8 %
2009	62	13,3 %	10	9,8 %
2010	40	8,6 %	9	8,8 %
2011	36	7,7 %	4	3,9 %
Total	466	100,0 %	102	100,0 %

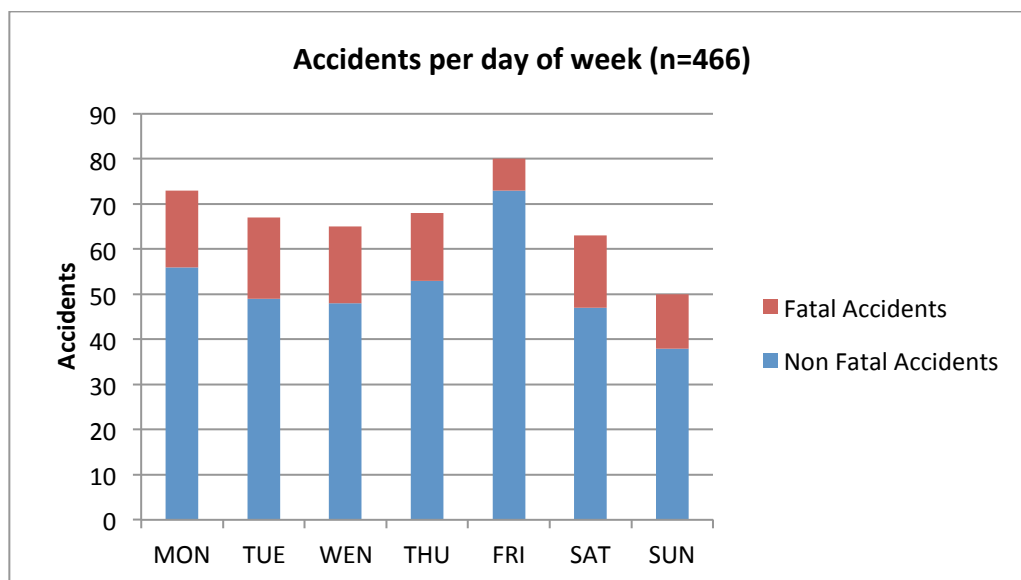


Kuvio 38 Onnettomuuden kuukausittain 2000-2011

Tarkasteltaessa onnettomuuksien esiintyvyyttä kuukausittain, tammikuussa tapahtui 11,2% kaikista onnettomuuksista. Seuraavaksi eniten onnettomuuksia tapahtui maaliskuussa (9,9%). Vähiten onnettomuuksia tapahtui syyskuussa, 31 onnettomuutta (6,7%). Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui eniten tammikuussa, jolloin tapahtui 14 (13,7% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista) onnettomuutta.

Taulukko 19 Onnettomuudet kuukausittain

	All		Fatal	
	accidents	% of total	accidents	% of fatal
JAN	52	11,2 %	14	13,7 %
FEB	36	7,7 %	4	3,9 %
MAR	46	9,9 %	4	3,9 %
APR	41	8,8 %	9	8,8 %
MAY	36	7,7 %	10	9,8 %
JUN	37	7,9 %	4	3,9 %
JUN	39	8,4 %	13	12,7 %
AUG	41	8,8 %	10	9,8 %
SEP	31	6,7 %	9	8,8 %
OCT	38	8,2 %	9	8,8 %
NOV	36	7,7 %	11	10,8 %
DEC	33	7,1 %	5	4,9 %
Total	466	100,0 %	102	100,0 %

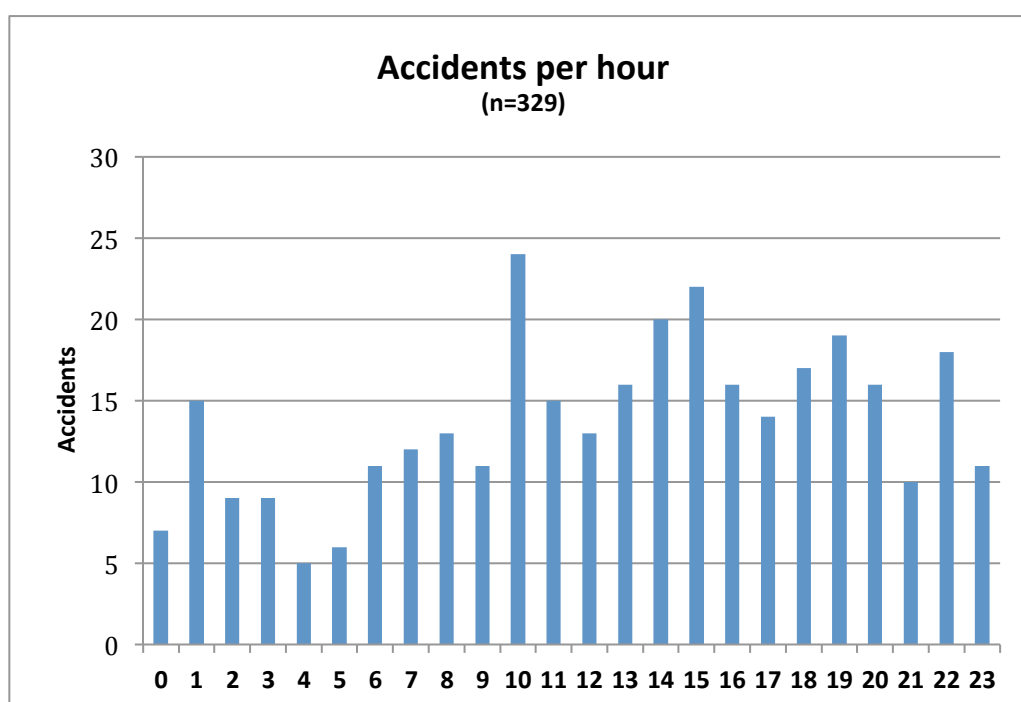


Kuvio 39 Onnettomuudet viikonpäivittäin

Viikonpäivistä perjantai oli yleisin onnettomuuksien tapahtumapäivä, perjantaisin tapahtui 80 onnettomuutta (17,2%). Vähiten onnettomuuksia tapahtui sunnuntaisin, 50 onnettomuutta (10,7%). Viikonpäivittäin onnettomuuksien tapahtumatiheyden keskiarvo oli 67 onnettomuutta.

Taulukko 20 Onnettomuudet viikonpäivittäin

	All		Fatal	
	accidents	% of total	accidents	% of fatal
MON	73	15,7 %	17	16,7 %
TUE	67	14,4 %	18	17,6 %
WED	65	13,9 %	17	16,7 %
THU	68	14,6 %	15	14,7 %
FRI	80	17,2 %	7	6,9 %
SAT	63	13,5 %	16	15,7 %
SUN	50	10,7 %	12	11,8 %
Total	466	100,0 %	102	100,0 %



Kuvio 40 Onnettomuudet tunneittain

Onnettomuuksien tapahtuma-aikaa tunneittain tarkasteltaessa, eniten onnettomuuksia tapahtui klo 10 alkavalla tunnilla, 24 onnettomuutta (7,3%). Seuraavaksi eniten onnettomuuksia tapahtui klo 15 alkavalla tunnilla, 22 onnettomuutta (6,7%). Aamuyön tunnit klo 4 -5 olivat onnettomuuksien tapahtumajankohtana ainoastaan 11 onnettomuudessa (3,3%). 137 onnettomuudesta ei tapahtuma-ajasta ollut tietoa. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui eniten klo 16 alkavalla tunnilla, jolloin tapahtui 8 onnettomuutta.

Taulukko 21 Onnettomuudet tunneittain

Hours	lkm	% of total
0	7	1,5 %
1	15	3,2 %
2	9	1,9 %
3	9	1,9 %
4	5	1,1 %
5	6	1,3 %
6	11	2,4 %
7	12	2,6 %
8	13	2,8 %
9	11	2,4 %
10	24	5,2 %
11	15	3,2 %
12	13	2,8 %
13	16	3,4 %
14	20	4,3 %
15	22	4,7 %
16	16	3,4 %
17	14	3,0 %
18	17	3,6 %
19	19	4,1 %
20	16	3,4 %
21	10	2,1 %
22	18	3,9 %
23	11	2,4 %
UNK	137	29,4 %
Total	466	100,0 %

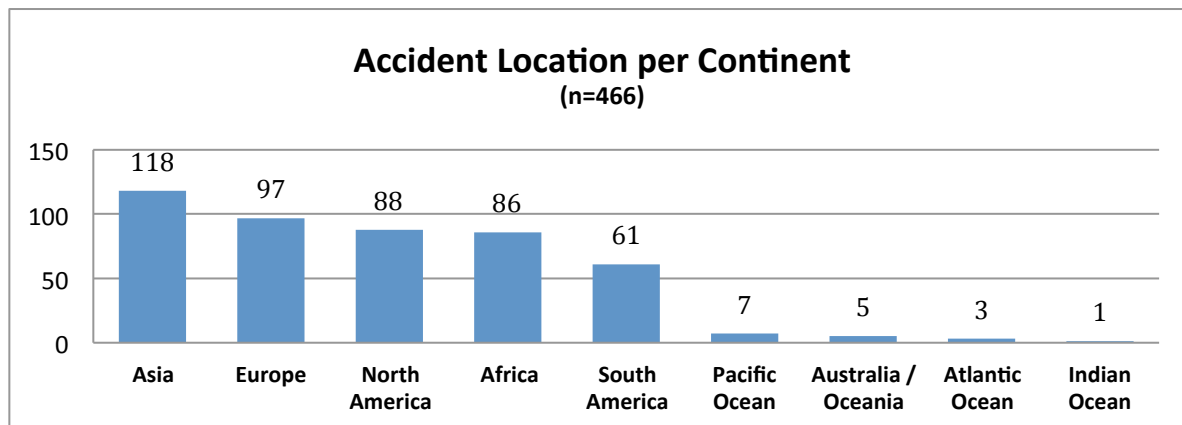
Ristiintaulukoimalla viikonpäivät ja alkavat tunnit (n=466), pyrittiin havainnoimaan näiden kahden muuttujan välisiä suhteita. Taulukoinnin perusteella maanantai aamun alkavilla tunneilla 8, 10 ja 12, keskiviikko iltapäivän alkavilla tunneilla 14-16 sekä perjantai-illan alkavilla tunneilla 17-19 tapahtui yhteensä 48 onnettomuutta, joka on 14,6% kaikista onnettomuuksista (329 onnettomuutta, jonka tapahtuma-aika on tiedossa). Kaikkiaan punaisella merkityissä soluissa (23 solua) tapahtui yhteensä 108 (32,3%) onnettomuutta.

Taulukko 22 Onnettomuudet tunneittain ja viikonpäivittäin ristiintaulukointi

Hour	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
0	2	0	0	0	2	2	1
1	4	6	1	0	2	1	1
2	2	1	2	1	2	1	0
3	2	2	1	1	0	1	2
4	0	1	0	2	1	1	0
5	0	0	0	1	2	1	2
6	3	0	3	1	2	1	1
7	2	1	5	1	0	2	1
8	6	1	0	2	2	2	0
9	2	1	1	2	3	1	1
10	7	2	2	1	5	4	3
11	3	3	0	4	1	2	2
12	4	1	1	3	1	2	1
13	3	3	2	3	2	2	1
14	1	3	6	2	2	4	2
15	2	4	5	4	2	3	2
16	2	3	4	3	2	1	1
17	2	2	1	1	5	1	2
18	3	3	2	0	4	1	4
19	2	3	3	2	7	0	2
20	2	2	2	2	1	3	4
21	0	1	0	4	1	2	2
22	3	1	4	3	2	3	2
23	1	4	2	2	1	1	0
UNK	15	19	18	23	28	21	13

Tarkasteltaessa tuntien ja viikonpäivien välistä osuvuutta ja sattuman vaikutusta voidaan todeta, että onnettomuuden tapahtuma viikonpäivällä ja tunnilla ei ole riippuvuutta toisiinsa, jolloin tapahtumat ovat olleet täysin satunnaisia (Khiin neliö 133,72; df = 144; p = 0,719). Testi ei ole kuitenkaan luotettava, sillä alle 5:n odotettuja frekvenssejä oli 96%.

7.2 Onnettomuuspaikka



Kuvio 41 Onnettomuudet maanosittain

Tutkimuksessa tarkastellun aineiston perusteella maanosista eniten onnettomuuksista tapahtui Aasiassa, 118 (25,3%) onnettomuutta. Euroopan tullessa seuraavana, 97 (20,8%) onnettomuudella. Onnettomuuksista 11 (2,4%) tapahtui merialueilla, näistä kolme oli onnettomuuksia joissa menehtyi 99-100% koneessa olleista. Maanosajaossa on käytetty YK:n virallista maanosajakoa, poislukien merialueella tapahtuneet onnettomuudet, jotka on sijoitettu tapahtumapaikan mukaiselle merialueelle.

Taulukko 23 Onnettomuudet maanosittain

Loc Continent _ Sea	All		Fatal	
	accidents	% of total	accidents	% of fatal
Africa	86	18,5 %	26	25,5 %
Asia	118	25,3 %	27	26,5 %
Atlantic Ocean	3	0,6 %	1	1,0 %
Europe	97	20,8 %	16	15,7 %
Indian Ocean	1	0,2 %	1	1,0 %
North America	88	18,9 %	14	13,7 %
Oceania	5	1,1 %	0	0,0%
Pacific Ocean	7	1,5 %	1	1,0 %
South America	61	13,1 %	16	15,7 %
Total	466	100,0 %	102	100,0%

Vertailtaessa onnettomuuksien kokonaismäärään ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrään jakautumista toisiinsa nähden, voidaan niiden todeta oleva tilastollisesti lähes merkitseviä (Khiin neliö 16,70, df = 8, p=

0,033). Alueilla, joissa tapahtui onnettomuuksia, tapahtui suhteessa vastavasti myös paljon kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Maantieteellisten alueiden onnettomuustiheyksien välillä on erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r=0,9$, 1-suuntaisen testin p -arvo $<0,001$).

Taulukko 24 Onnettomuudet maittain (TOP10)

Country	Accidents	% of total	Fatal	
			accidents	% of fatal
USA	68	14,6 %	9	8,8 %
Indonesia	30	6,4 %	6	5,9 %
Brazil	18	3,9 %	3	2,9 %
Colombia	14	3,0 %	8	7,8 %
Iran	13	2,8 %	2	2,0 %
Turkey	13	2,8 %	2	2,0 %
China	12	2,6 %	2	2,0 %
France	12	2,6 %	5	4,9 %
Mexico	12	2,6 %	2	2,0 %
Nigeria	11	2,4 %	5	4,9 %
Russia	11	2,4 %	3	2,9 %
total	214	45,9%	47	46,1 %

Tarkasteltaessa maanosaa tarkemmin onnettomuuspaikkaa, suurin osa onnettomuuksista tapahtui USA:ssa. USA:n ilmailiikenneonnettomuuksien määrä on yli kaksinkertainen seuraavaan maahan nähden. Onnettomuuksien TOP10 maissa tapahtui 214 (45,9%) onnettomuutta kaikista onnettomuuksista ja 46,1% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista, näissä onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 2157 henkeä. Onnettomuuksia tapahtui kaikkiaan 104 eri maassa. Vertailtaessa TOP10 maiden onnettomuuksien kokonaismäärää ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrää, näiden välillä oli havaittavissa merkittävä positiivinen korrelaatio ($r=0,68$, 1-suuntaisen testin p -arvo= 0,016)

Vakavin onnettomuuksista tapahtui USA:n New Yorkissa 12.11.2001, jossa matkustajalennolle lähtenyt American Airlinesin Airbus A300 tuhoutui alunousun aikana sattuneessa onnettomuudessa. Onnettomuudessa menehtyi kaikki koneessa olleista 260 henkilöstä.

Taulukko 25 Onnettomuudet Euroopassa maittain

Country	Accidents	% of total	Fatal	
			Accidents	% of fatal
Turkey	13	2,8 %	2	2,0 %
France	12	2,6 %	5	4,9 %
Russia	10	2,1 %	3	2,9 %
Italy	9	1,9 %	1	1,0 %
UK	9	1,9 %	0	0,0 %
Spain	8	1,7 %	1	1,0 %
Germany	6	1,3 %	1	1,0 %
Greece	4	0,9 %	1	1,0 %
Netherlands	4	0,9 %	1	1,0 %
Romania	4	0,9 %	0	0,0 %
Belgium	3	0,6 %	0	0,0 %
Ireland	2	0,4 %	0	0,0 %
Poland	2	0,4 %	0	0,0 %
Switzerland	2	0,4 %	1	1,0 %
Austria	1	0,2 %	0	0,0 %
Czech Republic	1	0,2 %	0	0,0 %
Denmark	1	0,2 %	0	0,0 %
Gibraltar	1	0,2 %	0	0,0 %
Malta	1	0,2 %	0	0,0 %
Norway	1	0,2 %	1	1,0 %
Portugal	1	0,2 %	0	0,0 %
Ukraine	1	0,2 %	0	0,0 %
Yugoslavia	1	0,2 %	0	0,0 %
Total	97	20,8 %	17	16,7 %

Tutkimusaikana Euroopassa tapahtui yhteensä 97 (20,8% kaikista onnettomuuksista) onnettomuutta, näistä eniten Turkissa. Turkissa tapahtui 13,4% (13kpl) Euroopassa tapahtuneista onnettomuuksista, seuraavaksi eniten onnettomuuksia tapahtui Ranskassa 12 (12,4% Euroopan onnettomuuksista). Venäjän Euroopan puoleisissa osissa tapahtui 10 (10,3% Euroopan onnettomuuksista) onnettomuutta. Suomessa ei tutkittavalla ajanjaksolla tapahtunut yhtään onnettomuutta, Skandinavian maissa tapahtui 2 onnettomuutta.

Euroopan onnettomuuksista tuhoisin tapahtui Espanjan Madridissa 20.08.2008, jossa Espanjalaisen Spanairin MD-82 tuhoutui täysin heti lentoonlähdön jälkeen sattuneessa onnettomuudessa. Koneessa olleista 172 henkilöstä 154 menehtyi onnettomuudessa ja 18 loukkaantui vakavasti.

7.3 Onnettomuudet lentoyhtiöittäin

Taulukko 26 Onnettomuudet lentoyhtiöittäin (TOP10)

Airline	Accidents	% of total	Fatal		Ratio
			accidents	% of fatal	
Northwest Airlines	10	2,1 %	1	1,0%	1:10
American Airlines	9	1,9 %	3	2,9%	1:3
Iran Air	9	1,9 %	1	1,0%	1:9
FedEx	8	1,7 %	1	1,0%	1:8
Egyptair	7	1,5 %	1	1,0%	1:7
Lion Air	7	1,5 %	1	1,0%	1:7
TAM Linhas Aereas	7	1,5 %	2	2,0%	1:3,5
Turkish Airlines	7	1,5 %	2	2,0%	1:3,5
Air France	6	1,3 %	3	2,9%	1:2
Royal Air Maroc	6	1,3 %	0	0,0%	0
Total	76	16,3%	15	14,7%	

Onnettomuuteen joutuneita eri lentoyhtiöitä oli tarkastelu ajanjaksolla yhteensä 273. 16,3% kaikista onnettomuuksista tapahtui TOP10 listan lentoyhtiöille, näissä onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 991 henkeä. Lentoyhtiöistä 3 on USA:laisia lentoyhtiöitä. Eurooppalaisia lentoyhtiöitä TOP10 listalla on 2 kpl. Eniten onnettomuuksia tapahtui USA:laiselle Northwest Airlinesille, jonka koneille tapahtui 10 onnettomuutta (2,1% kaikista onnettomuuksista).

Kaikkiaan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui yhteensä 89 eri lentoyhtiölle, joista eniten onnettomuuksia tapahtui Air Francelle, American Airlinesille, Kenya Airwaysille sekä Sudan Airwaysille, näille jokaiselle tapahtui 3 onnettomuutta. Eurooppalaisista lentoyhtiöistä Air Francelle ja Turkish Airlinesille tapahtui tarkastelu ajanjaksolla 2 tai enemmän kuolemaan johtaneita onnettomuuksia.

Onnettomuustilastojen kärjessä olevalle Northwest Airlinesille tapahtui 10.05.2005 USA:n Minneapolisissa onnettomuus, jossa oli osallisina kaksi oman lentoyhtiön konetta. Lennolta tulossa ollut DC-9 törmäsi rullauksen aikana parkissa olleeseen A319 koneeseen. Onnettomuuden seurauksena DC-9 tuhoutui korjauskelvottomaksi. Onnettomuudessa ei menehtynyt ketään koneissa

olleista 142 henkilöstä, 9 henkilöä loukkaantui lievästi ja 1 vakavasti. Vain 5 päivää aiemmin saman lentoyhtiön toinen DC-9 kone tuhoutui lentokoneen ja tankkausauton kolarissa samalla lentoasemalla, onnettomuudessa ei loukkaantunut ketään.

Vakavin TOP10 lentoyhtiöille tapahtunut onnettomuus oli aiemmin esitelty 12.11.2001 American Airlinesin onnettomuus. Toiseksi vakavin onnettomuus tapahtui 01.06.2009 kun Ranskalaisen Air Francen Rio de Janeirosta Pariisiin matkalla ollut Airbus A330 syöksyi Atlantin valtameren. Onnettomuuden seurauksena kaikki koneessa olleista 228 henkilöstä menehtyi.

Taulukko 27 Onnettomuudet lentoyhtiöiden kotimaittain (TOP10)

Airline	Accidents	% of total	Fatal	
			accidents	% of fatal
USA	89	19,1 %	14	13,7%
Indonesia	28	6,0 %	6	5,9%
Brazil	17	3,6 %	3	2,9%
China	17	3,6 %	3	2,9%
Iran	15	3,2 %	2	2,0%
Egypt	14	3,0 %	2	2,0%
Turkey	14	3,0 %	3	2,9%
Colombia	11	2,4 %	6	5,9%
Mexico	11	2,4 %	1	1,0%
Canada	10	2,1 %	2	2,0%
France	10	2,1 %	5	4,9%
Total	236	50,6%	47	46,1%

Onnettomuuteen joutuneet lentoyhtiö edustivat 88 eri maata. Kuitenkin selkeästi merkittävä osa onnettomuuksista (19,1%) tapahtui USA:laisille lentoyhtiöille, Indonesianlaisten lentoyhtiöiden ollessa seuraavia (6,0%). TOP10-listalla olevat lentoyhtiöiden kotimaat edustavat 50,6% kaikista onnettomuuksista ja 46,1% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista, joissa menehtyi yhteensä 2265 henkeä.

Taulukko 28 Onnettomuudet Euroopassa lentoyhtiöittäin

Airline	Accidents	% of total	Fatal accidents	% of fatal	Ratio
Turkish Airlines	5	1,1 %	2	2,0 %	1:2,5
Air France	3	0,6 %	3	2,9 %	1:1
Aeroflot-Nord	2	0,4 %	1	1,0 %	1:2
Aerosvit Airlines	2	0,4 %	0	0,0 %	0
Alitalia	2	0,4 %	0	0,0 %	0
Atlasjet Airlines	2	0,4 %	1	1,0 %	1:2
Austrian Airlines	2	0,4 %	0	0,0 %	0
EasyJet	2	0,4 %	0	0,0 %	0
Hapag Lloyd	2	0,4 %	0	0,0 %	0
KLM - Royal Dutch Airlines	2	0,4 %	0	0,0 %	0
SAS	2	0,4 %	1	1,0 %	1:2
Spanair	2	0,4 %	1	1,0 %	1:2
Wind Jet	2	0,4 %	0	0,0 %	0
Wizz Air	2	0,4 %	0	0,0 %	0
Total	32	6,9 %	9	8,9 %	

Taulukko 29 Onnettomuudet Euroopassa lentoyhtiöittäin

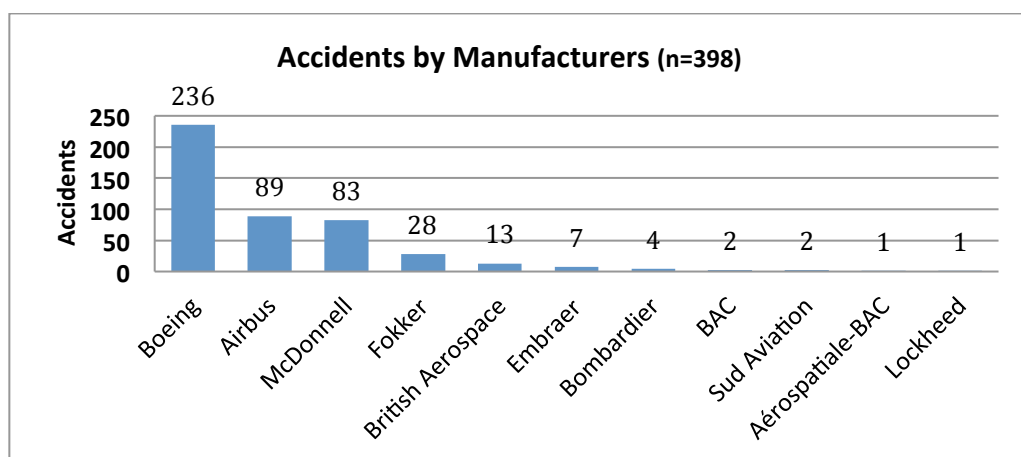
Eurooppalaisille lentoyhtiöille tapahtui yhteensä 32 onnettomuutta, joka vastaa 6,9% kaikista onnettomuuksista. Onnettomuuksista 5 (15,6% Eurooppalaisien yhtiöiden onnettomuuksista) tapahtui Turkkilaiselle Turkish Airlines lentoyhtiölle. Ranskalaiselle Air Francelle tapahtui ajanjaksolla 3 onnettomuutta (9,4%). Eurooppalaisille lentoyhtiöille tapahtuneissa onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 831 henkeä.

Air Francen onnettomuustilastot olivat kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien näkökulmasta synkkiä, jokainen yhtiölle tapahtuneista 3:sta onnettomuudesta oli kuolemaan johtava. Kaikkiaan näissä onnettomuuksissa menehtyi 338 henkeä. Turkish Airlinesille tapahtui 2 kuolemaan johtanutta onnettomuutta 5 onnettomuudesta, näissä onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 84 henkeä.

Tuhoisimmat Eurooppalaisille lentoyhtiöille tapahtuneista onnettomuuksista olivat aiemmin esiteltyt Air Francen ja Spanairin onnettomuudet. Näiden jälkeen seuraavaksi tuhoisin eurooppalaiselle lentoyhtiölle tapahtunut onnettomuus oli 08.10.2001 Ruotsalaiselle SAS lentoyhtiölle Italiassa Milanon lentoasemalla tapahtunut onnettomuus. SAS:n matkustajalennolla ollut MD-87 tör-

mäsi sakeassa sumussa lentoalueiden aikana samalla kiitotiellä olleeseen liikesuihkukoneeseen, syttyen onnettomuuden seurauksena palamaan ja tuhoutuen täysin. Onnettomuudessa menehtyi koneessa olleiden 100 henkilön lisäksi liikesuihkukoneessa olleet 8 henkeä.

7.4 Onnettomuudet lentokonevalmistajittain

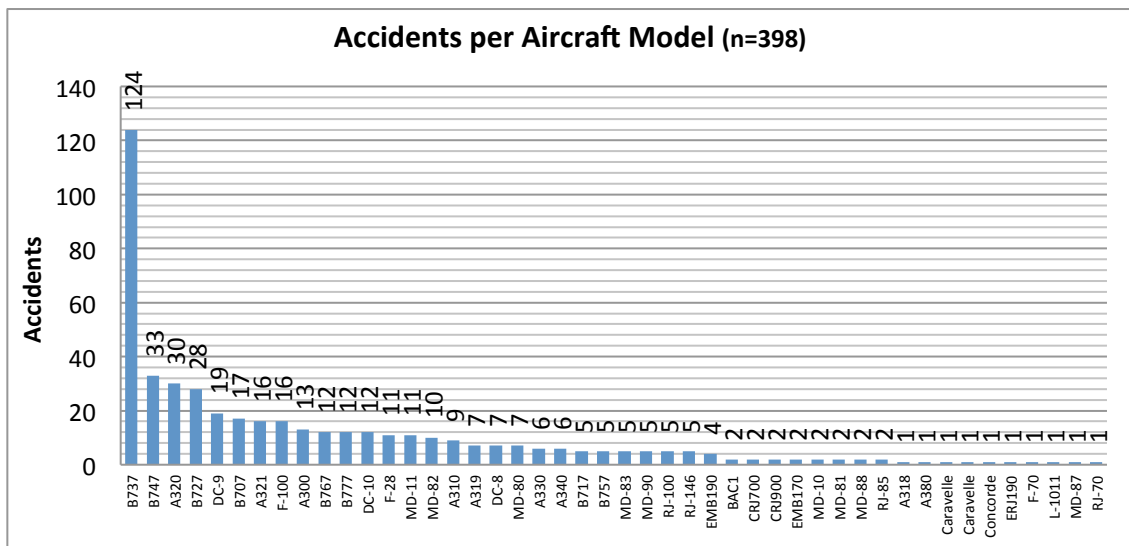


Kuvio 42 Onnettomuudet lentokonevalmistajittain

Lentokonevalmistajista Boeingin koneille tapahtui yhteensä 236 (50,6%), Airbusin koneille 89 (19,1%) ja McDonnell Douglasin koneille 83 (17,8%) onnettomuutta.

Taulukko 30 Onnettomuudet lentokonevalmistajittain

Manufacturer	Accidents	% of total	Fatal	
			accidents	% of fatal
Aérospatiale-BAC	1	0,2 %	1	1,0 %
Airbus	89	19,1 %	18	17,6 %
BAC	2	0,4 %	1	1,0 %
Boeing	236	50,6 %	55	53,9 %
Bombardier	4	0,9 %	0	0,0 %
British Aerospace	13	2,8 %	4	3,9 %
Embraer	7	1,5 %	1	1,0 %
Fokker	28	6,0 %	3	2,9 %
Lockheed	1	0,2 %	0	0,0 %
McDonnell Douglas	83	17,8 %	18	17,6 %
Sud Aviation	2	0,4 %	1	1,0 %
Total	466	100,0 %	102	100,0 %



Kuvio 43 Onnettomudet lentokonesarjoittain

Lentokonesarjoittain tarkasteltaessa, maailman yleisimmin käytössä olevalle liikennesuihkukonetyypille Boeingin B737:lle tapahtui 124 onnettomuutta (26,7%), joista kuolemaan johtaneita 33 (32,4% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista). Kokoluokkaa isommalle B747:lle tapahtui 33 (7,1%) onnettomuutta, joista kuolemaan johti 9 (8,8% kuolemaan johtaneista). Airbusin A320:n oli osallisena onnettomuudessa 30 kertaa (6,4%), joista 5 johti kuolemaan (4,9% kuolemaan johtaneista). Kolme useimmin onnettomuudessa ollutta konetyyppiä edustaa 40,1% kaikista onnettomuuksista ja 46,1% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista.

Konetyypeittäin tarkasteltaessa onnettomuuksien kokonaismäärän ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrän välistä suhdetta, on näiden välillä havaittavissa erittäin merkittävä positiivinen korrelaatio ($r=0,97$, 1-suuntaisen testin p -arvo=0,000).

Boeingin B737:lle tapahtuneissa onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 1984 henkeä. Vakavin näistä tapahtui 22.05.2010 Intialaisen Air India Expressin koneelle. Intian Mangaloren lentoasemalle laskeutumassa ollut kone ajautui ulos kiitotien päästä, pudoten rotkoon. Onnettomuuden seurauksena kone syttyi

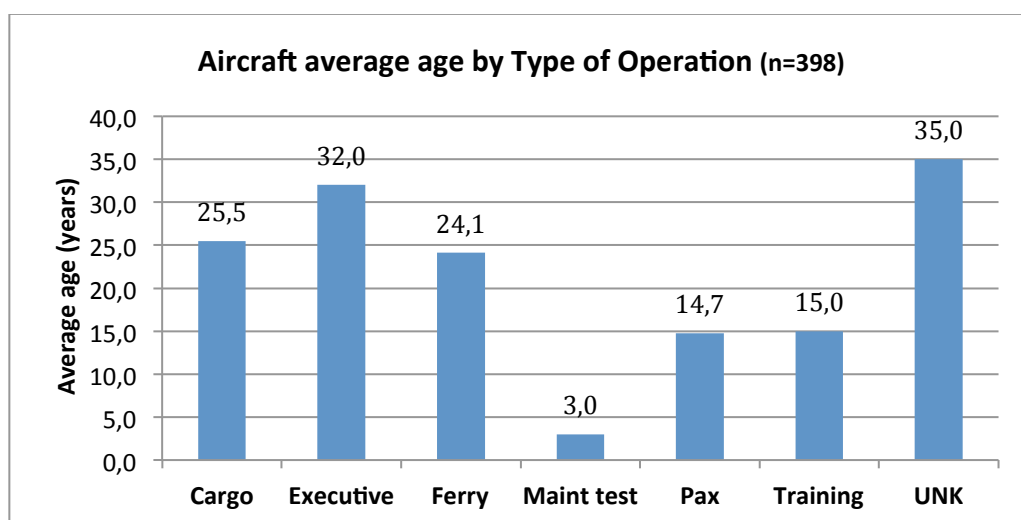
palamaan tuhoutuen täysin. Koneessa olleista 166 henkilöstä 158 menehtyi tuhoisassa onnettomuudessa, 7 sai vakavia vammoja ja 1 koneessa olleista selvisi vammoitta.

7.5 Onnettomuuteen joutuneen koneen ikä

Onnettomuuteen joutuneiden koneiden keski-ikä oli onnettomuushetkellä 17,1 vuotta (keskiarvon 95% luottamusväli 16,1 - 18,1 vuotta), mediaanin ollessa 17 vuotta. 75% onnettomuuteen joutuneista koneista oli keski-ikänsä 25,0 vuotta tai uudempia.

Taulukko 31 Lentokoneiden iän tunnusluvut

	Age
Keskiarvo	17,1
Keskihajonta	10,6
Keskiarvon virhemarginaali	1,0
Pienin	0,0
Alaneljännes	9,0
Mediaani	17,0
Yläneljännes	25,0
Suurin	46,0
n	398

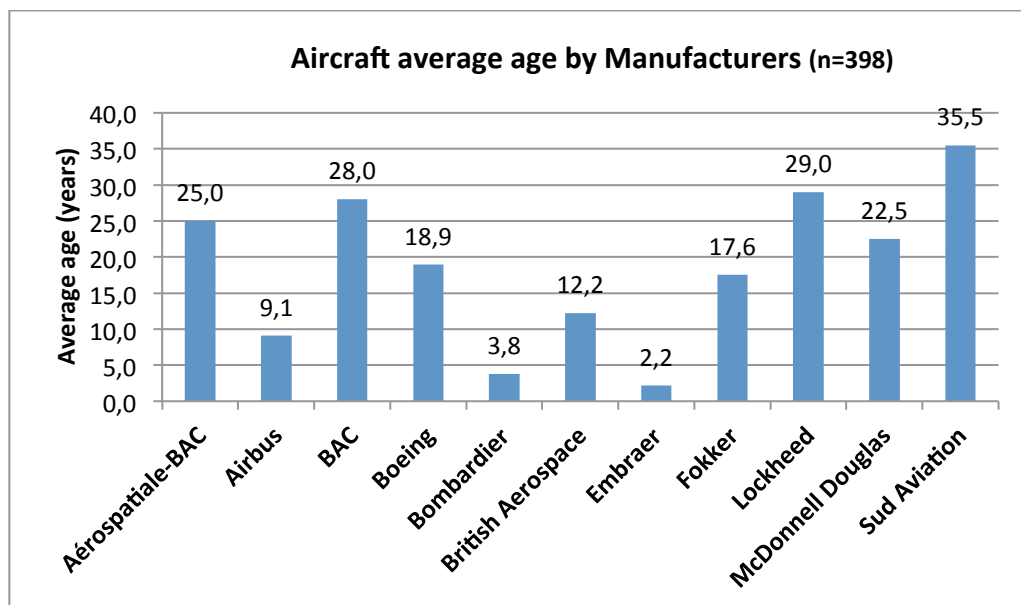


Kuvio 44 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä lento-operaatiolajeittain

Tarkasteltuna koneen keski-ikää lento-operaatiolajeittain, bisnes/edustuskoneet olivat iäkkäimpiä. Matkustajalentokoneiden (PAX) keski-ikä oli 14,7 (\pm 1,1) vuotta ja rahtikoneiden 25,5 (\pm 2,4) vuotta.

Taulukko 32 Lentokoneiden keski-ian tunnusluvut operaatiolajeittain

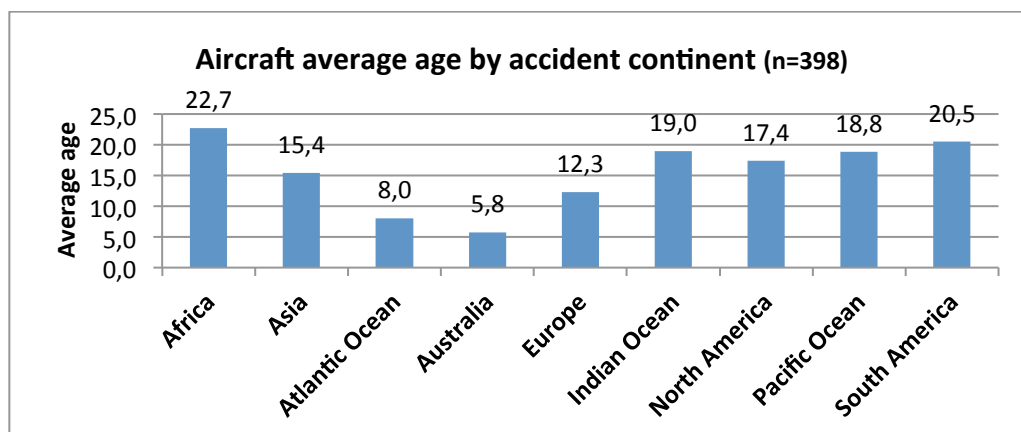
Pax _ Cargo	Cargo	Executive	Ferry	Maint test	Pax	Training	UNK	Total
Keskiarvo	25,5	32,0	24,1	3,0	14,7	15,0	35,0	17,1
Keskihajonta ka virhemargi- naali	10,4		10,2		9,4		1,7	10,6
	2,4		9,5		1,1		4,3	1,0
Pienin	1,0	32,0	9,0	3,0	0,0	15,0	34,0	0,0
Alaneljannes	18,0	32,0	17,5	3,0	7,0	15,0	34,0	9,0
Mediaani	28,0	32,0	28,0	3,0	14,0	15,0	34,0	17,0
Yläneljannes	33,0	32,0	30,0	3,0	21,0	15,0	35,5	25,0
Suurin	42,0	32,0	37,0	3,0	46,0	15,0	37,0	46,0
n	77	1	7	1	308	1	3	398



Kuvio 45 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä valmistajittain

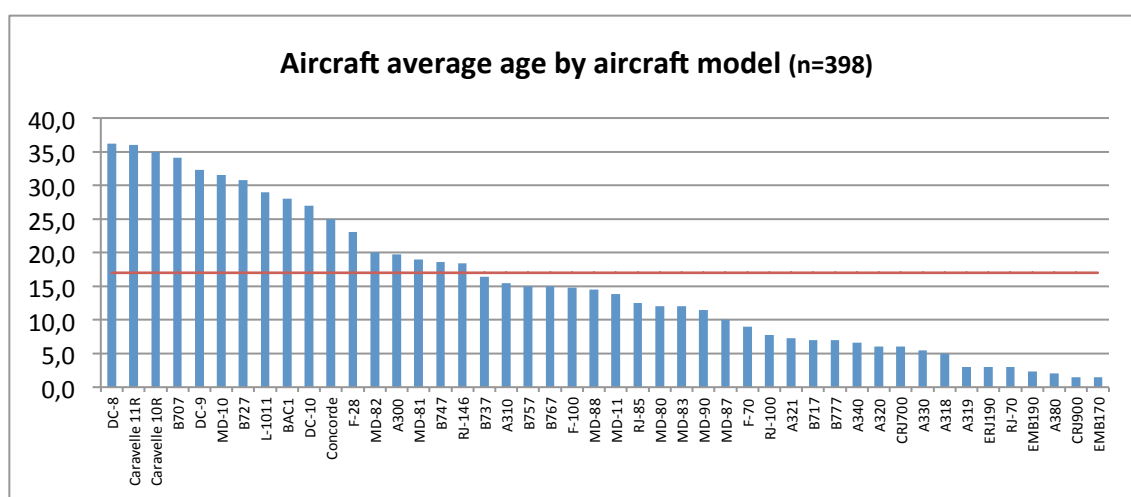
Arvioitaessa koneiden keski-ikää lentokonevalmistajittain, Sud Aviationin koneet (Caravelle 10 ja 11) olivat vanhimpia (2kpl), keski-ian ollessa 35,5 vuotta. Molemmat koneet olivat onnettomuushetkellä rahtikäytössä. Nuorimpia koneita edustavat Embraerin ja Bombardierin koneet, joiden keski-ikä onnettomuusaikana oli 2,2 - 3,8 vuotta Suurimmista lentokonevalmistajista, Airbu-

sin koneet olivat keski-ikästään onnettomuushetkellä yli kaksi kertaa nuorempia kuin Boeingin koneet 9,1 ($\pm 1,7$) vuotta vs. 18,9 ($\pm 1,5$) vuotta.



Kuvio 46 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä maanosittain

Tarkasteltaessa onnettomuuteen joutuneiden koneiden keski-ikää onnettomuuden tapahtuma maanosan mukaisesti, Afrikassa (22,7 vuotta) ja Etelä-Amerikassa (20,5 vuotta) koneiden keski-ikä oli muita suurempi. Afrikan mantereella onnettomuuteen joutuneista koneista ainoastaan 25% on iältään alle 16 vuotta, kun vastaava ikä Etelä-Amerikassa on 9 vuotta. Australian / Oceanian alueen onnettomuuteen joutuneet koneet olivat merkittävästi muita uudempia (5 onnettomuutta). Euroopassa tapahtuneissa onnettomuuksissa, onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä oli 12,3 vuotta.

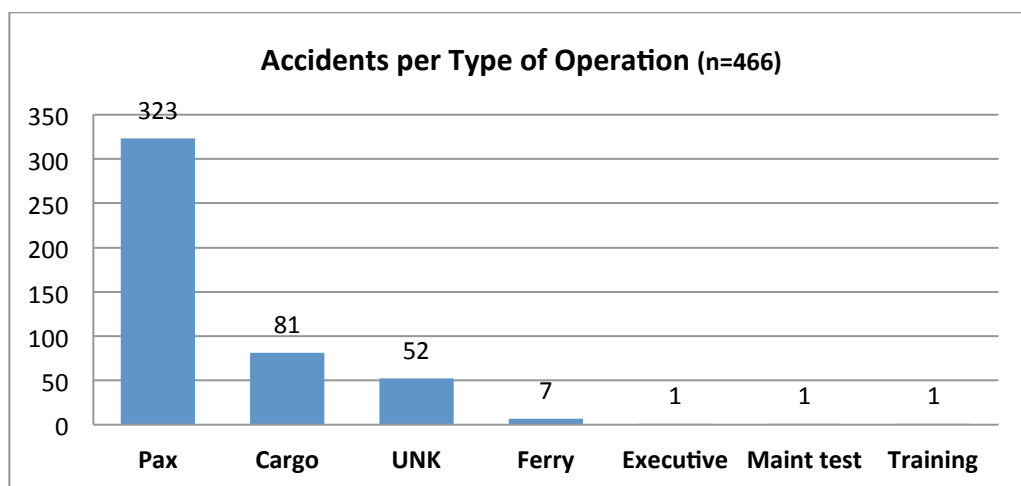


Kuvio 47 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä lentokonesarjoittain

Onnettomuuteen joutuneista konetyypeistä vanhimmat olivat McDonnell Douglasin DC-8 (6 konetta) sekä Sud Aviationin valmistama Caravelle 11R (1 kone) ja 10R (1 kone), näiden koneiden keski-ikä onnettomuushetkellä oli yli 35 vuotta. Kaikki näistä koneista oli onnettomuuden aikaan rahtikäytössä, DC8 koneista 4 oli USA:laisen rahtilentoyhtiön koneita. Vanhin onnettomuuteen joutunut kone oli Kongolaisen Hewa Bora Airwaysin B727, jolla oli ikää onnettomuushetkellä 46 vuotta.

Keski-ikältään uusimmista onnettomuuteen joutuneista koneista, muutama oli otettu käyttöön vain päiviä ennen onnettomuutta. 11 onnettomuuteen joutuneista koneista oli alle vuoden ikäisiä.

7.6 Onnettomuudet lento-operaatiolajeittain



Kuvio 48 Onnettomuudet operaatiolajeittain

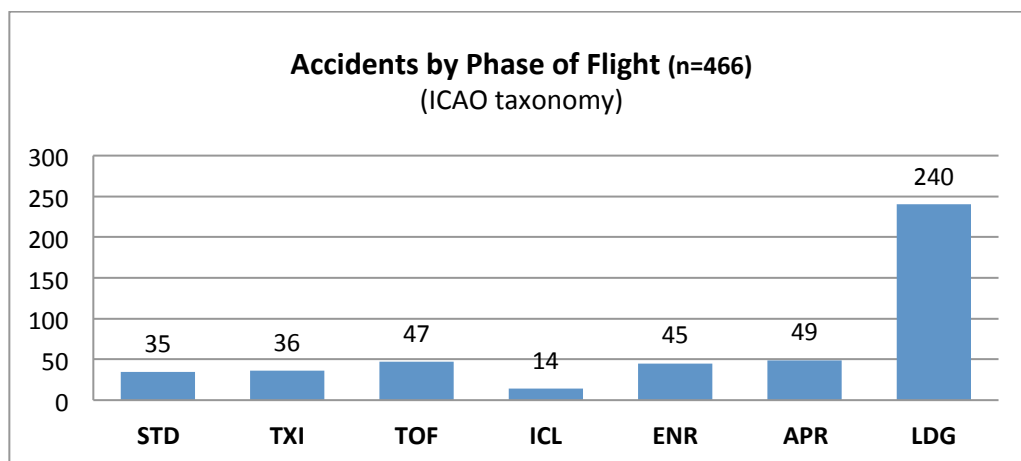
Onnettomuuksista 323 (69,3%) tapahtui matkustajalentokoneelle, näistä 291 tapahtui reittiliikenteenkoneille ja 31 tilauslentokoneille. Rahtikoneille tapahtui 81 (17,4%) onnettomuutta. 52 (11,2%) onnettomuudessa ei ollut tietoa lento-operaation lajista. Siirtolennolla olevalle koneelle sattui 7 (1,5%) onnettomuutta.

Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 73 (71,6%) tapahtui matkustajalennolla oleville koneille. Rahtikoneille tapahtui 20 (19,6%) kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. 6 (5,9%) kuolemaan johtaneessa onnettomuudessa ei löytynyt merkintää operaatiolajista.

Taulukko 33 Onnettomuudet operaatiolajeittain tunnusluvut

Pax _ Cargo			Fatal	
	Accidents	% of total	accidents	% of fatal
Cargo	81	17,4 %	20	19,6%
Executive	1	0,2 %	0	0,0%
Ferry	7	1,5 %	2	2,0%
Maint test	1	0,2 %	1	1,0%
Pax	323	69,3 %	73	71,6%
Training	1	0,2 %	0	0,0%
UNK	52	11,2 %	6	5,9%
Total	466	100,0 %	102	100,0%

7.7 Onnettomuudet lennonvaiheittain



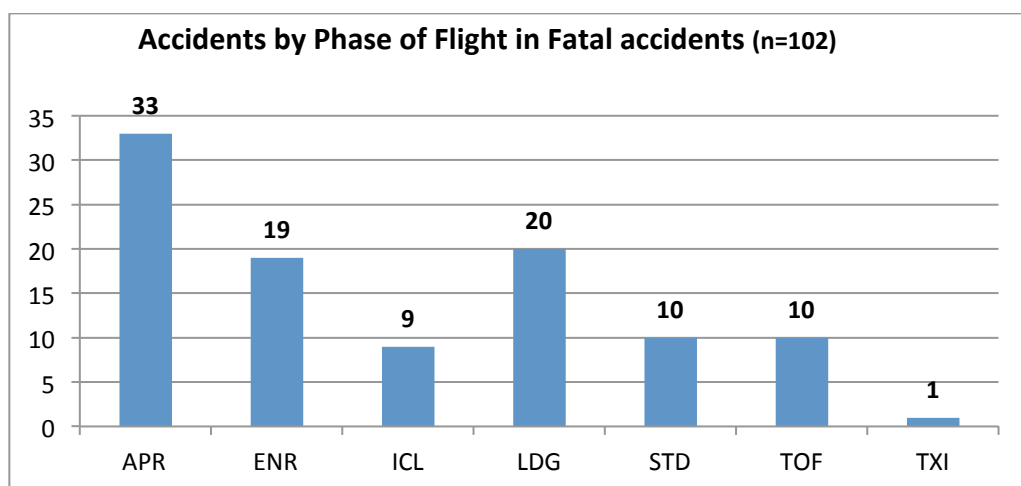
Kuvio 49 Onnettomuudet lennonvaiheittain (ICAO)

Suurin osa onnettomuuksista tapahtui laskeutumisvaiheen aikana, 240 (51,5%) onnettomuutta. Lähestymisen aikana tapahtui 49 (10,5%) onnettomuuksista. 47 (10,1%) onnettomuuksista tapahtui lentoönlähdon aikana. Lähestymisen ja laskeutumisen aikana tapahtui kaikkiaan 62% ja lentoönlähdon ja alkunousun

aikana 13,1% kaikista onnettomuuksista. Reittilennon aikana onnettomuuksia tapahtui 15 (9,7%).

Taulukko 34 Onnettomuudet lennonvaiheittain tunnusluvut

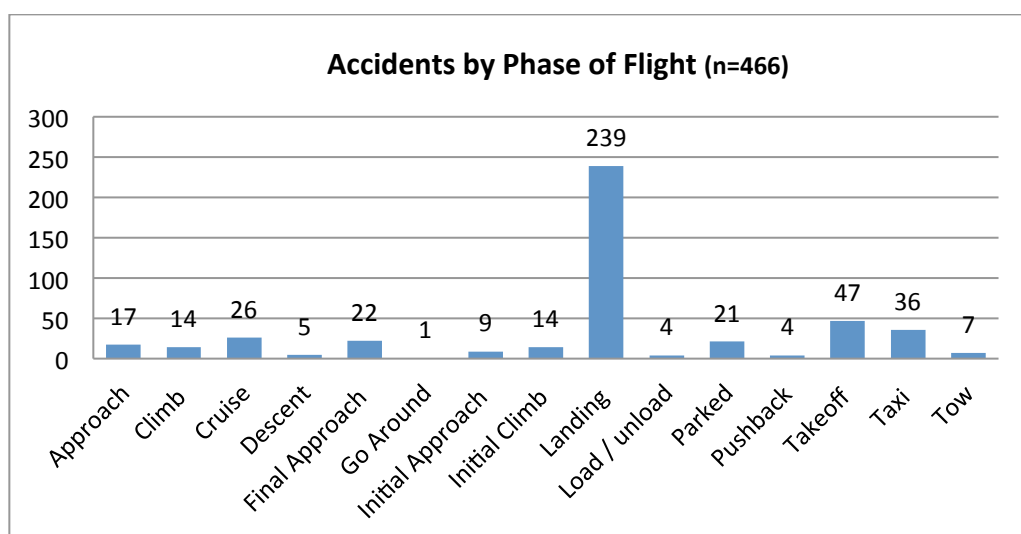
Phase of Flight	Accidents		Fatal		ratio
	Accidents	% of total	accidents	% of fatal	
APR	49	10,5 %	33	32,4 %	1:1,5
ENR	45	9,7 %	19	18,6 %	1:2,4
ICL	14	3,0 %	9	8,8 %	1:1,6
LDG	240	51,5 %	20	19,6 %	1:12
STD	35	7,5 %	10	9,8 %	1:3,5
TOF	47	10,1 %	10	9,8 %	1:4,7
TXI	36	7,7 %	1	1,0 %	1:36
Kaikki	466	100,0 %	102	100,0 %	



Kuvio 50 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet lennonvaiheittain

Tarkasteltaessa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien jakautumista eri lennonvaiheisiin, 33 (32,4% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista) tapahtui lähestymisvaiheessa. Laskeutumisvaiheessa tapahtui 20 (19,6%) onnettomuutta ja reittilentovaiheessa 19 (18,6%) onnettomuutta. Verrattuna kaikkiin onnettomuuksiin, kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 59,8% (61 onnettomuutta) tapahtui lentoaseman lähialueella tai sen ulkopuolella, eli lennonvaiheissa alkunousu, reitillä tai lähestyminen.

Tarkasteltaessa lennonvaiheittain tapahtuneiden onnettomuuksien kokonaismäärää ja kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, voidaan havaita että lähes tymisen ja alkunousun aikana tapahtuneista onnettomuuksista yli puolet oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Reittilennon, pysäköinnin sekä lentoonlähdön aikana tapahtuneet onnettomuudet johtivat kuolemaan 1:2,4 - 1:4,7 onnettomuudessa. Laskeutumisen aikana tapahtuneista onnettomuuksista 1:12 oli kuolemaan johtanut onnettomuus, kun rullauksen aikainen suhde oli 1:36 (1 onnettomuus 36:sta oli kuolemaan johtanut onnettomuus). Tapahtumia tarkemmin tarkasteltuna, näiden välillä ei ollut merkittävää korrelaatiota ($r=0,30$).



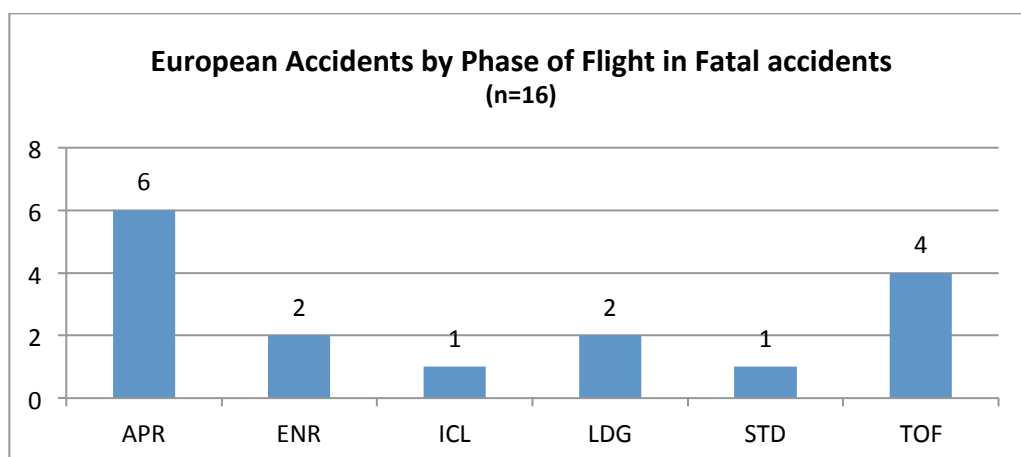
Kuvio 51 Onnettomuudet tarkemman lennonvaihejaon mukaisesti

Lennonvaiheiden tarkemman jaottelun perusteella, 71 onnettomuutta (15,2%) voidaan arvioida tapahtuneen lentoaseman tai sen lähialueen ulkopuolella (lennonvaiheet: climb, cruise, descent, initial approach, approach). Aineiston perusteella voitiin arvioida, että noin 85% ilmaliikenneonnettomuuksista tapahtui lentoasemalla tai sen lähialueella.

Taulukko 35 Onnettomuudet tarkemman lennonvaihejaon mukaisesti

Phase of Flight	Accidents	% of total	Fatal		Ratio
			accidents	% on fatal	
Approach	17	3,6 %	12	11,8 %	1:1,4
Climb	14	3,0 %	5	4,9 %	1:2,8
Cruise	26	5,6 %	12	11,8 %	1:2,2
Descent	5	1,1 %	2	2,0 %	1:2,5
Final Approach	22	4,7 %	14	13,7 %	1:1,6
Go Around	1	0,2 %	0	0,0 %	0
Initial Approach	9	1,9 %	7	6,9 %	1:1,3
Initial Climb	14	3,0 %	9	8,8 %	1:1,6
Landing	239	51,3 %	19	18,6 %	1:12,6
Load / unload	4	0,9 %	1	1,0 %	1:4
Parked	21	4,5 %	8	7,8 %	1:2,6
Pushback	4	0,9 %	0	0,0 %	0
Takeoff	47	10,1 %	10	9,8 %	1:4,7
Taxi	36	7,7 %	1	1,0 %	1:36
Tow	7	1,5 %	2	2,0 %	1:3,5
Kaikki	466	100,0 %	102	100,0 %	

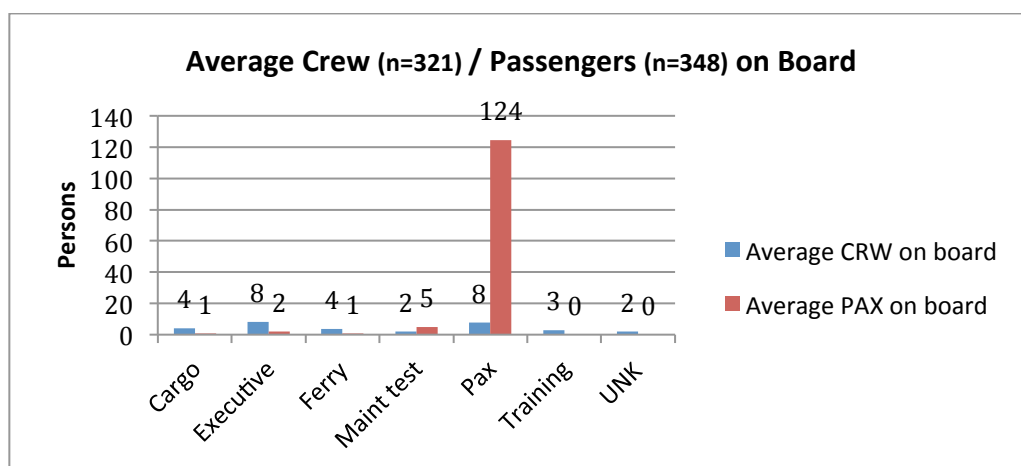
Lennonvaiheittain tapahtuneiden onnettomuuksien tarkasteleminen tarkemman lennonvaiheiden jaon mukaisesti, parantaa tapahtumien välisen suhteen tarkastelua merkittävästi. Tällöin onnettomuuksien ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien välisessä suhteessa on havaittavissa positiivinen merkitsevä korrelaatio ($r=0,65$, 1-suuntaisen testin p -arvo=0,004)



Kuvio 52 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet lennonvaiheittain Euroopassa

Euroopassa tapahtuneissa onnettomuuksissa, kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 6 (37,5%) onnettomuutta tapahtui lähestymisen aikana. Lento-
lähdön aikana tapahtui 4 (25,0%) onnettomuuksista, joka poikkeaa merkittävästi maailman laajuista tarkastelun osuudesta (9,8%).

7.8 Koneissa ollut henkilölukumäärä



Kuvio 53 Koneessa olleiden miehistön ja matkustajien keskiarvomäärä lento-
operaatiolajeittain

Onnettomuustilastoissa oli merkitty tieto koneessa olleen henkilökunnan määrästä 321 tapauksessa ja matkustaja määrästä 348 tapauksessa. Näiden tietojen perusteella laskettiin keskiarvo henkilölukumäärästä koneessa operaatiolajeittain. Keskimäärin matkustajalennolla oli koneessa 8 miehistön jäsentä ja 124 matkustajaa, kun rahtilennolla 4 miehistön jäsentä ja 1 matkustaja.

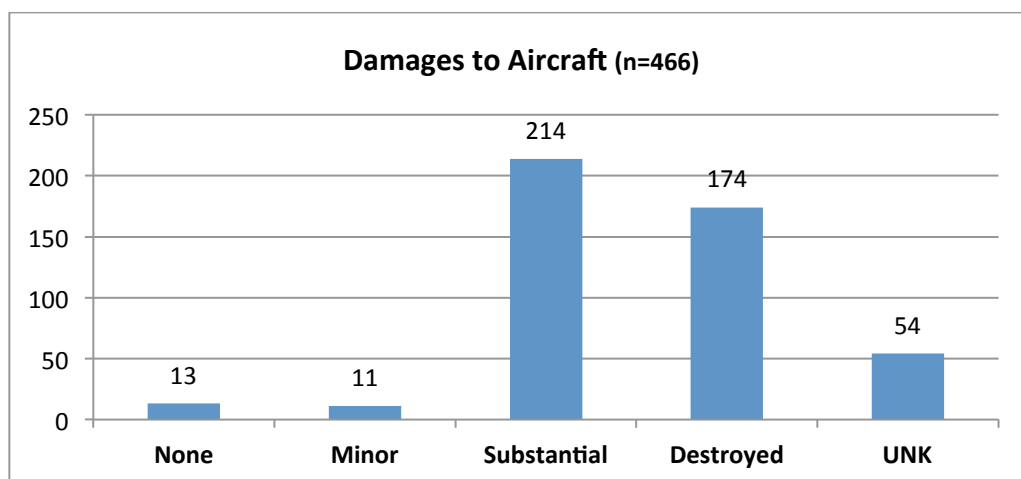
Taulukko 36 Miehistön määrä operaatiolajeittain

Crew on board		Crew on board							Total
Pax	Cargo	Cargo	Executive	Ferry	Maint test	Pax	Training	UNK	Total
Keskiarvo		4,2	8,0	3,7	2,0	7,6	3,0	2,0	6,7
Keskihajonta		2,1		2,1		3,8			3,8
Keskiarvon virhemarginaali		0,5		2,0		0,5			0,4
Pienin		2,0	8,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0
Mediaani		3,0	8,0	3,0	2,0	6,0	3,0	2,0	6,0
Suurin		13,0	8,0	8,0	2,0	29,0	3,0	2,0	29,0
n		66	1	7	1	244	1	1	321

Taulukko 37 Matkustajien määrä operaatiolajeittain

Passengers on board								
Pax _ Cargo	Cargo	Executive	Ferry	Maint test	Pax	Training	UNK	Total
Keskiarvo	0,6	2,0	0,7	5,0	124,4	0,0	0,0	94,5
Keskihajonta	2,6		1,9		66,2			78,3
Keskiarvon virhemarginaali	0,6		1,7		8,0			8,3
Pienin	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mediaani	0,0	2,0	0,0	5,0	113,5	0,0	0,0	94,0
Suurin	21,0	2,0	5,0	5,0	440,0	0,0	0,0	440,0
n	73	1	7	1	264	1	1	348

7.9 Onnettomuuksista aiheutuneet vahingot

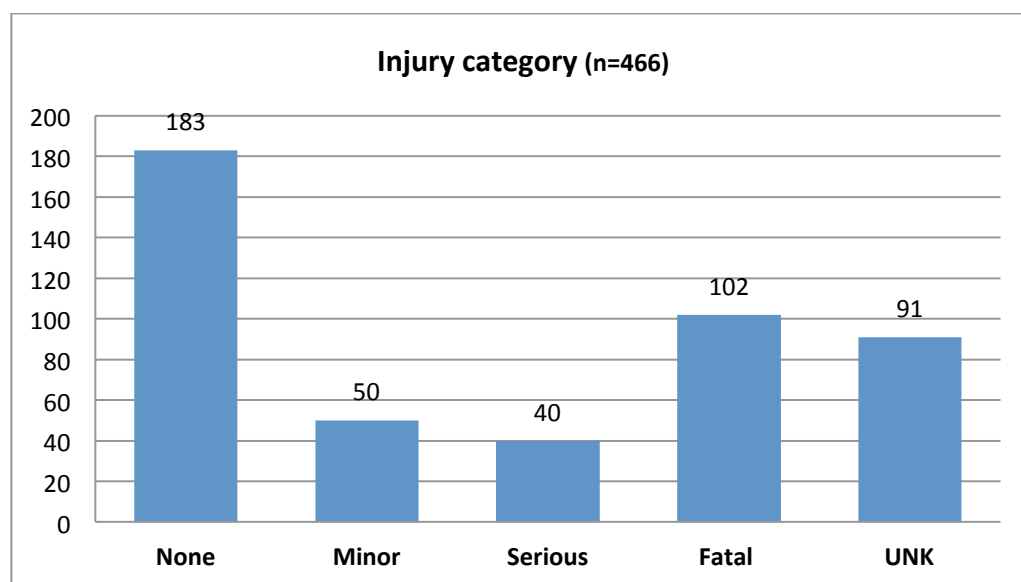


Kuvio 54 Onnettomuudesta koneelle aiheutunut vaurioluokka

Tarkasteltaessa koneelle tulleita vaurioita, onnettomuuteen joutuneista koneista 214 (45,9%) sai merkittäviä, mutta korjattavissa olevia vaurioita. 174 (37,3%) koneista tuhoutui onnettomuudessa korjauskelvottomaksi. Lieviä vaurioita tuli 11 (2,4%) onnettomuuksista. 13 (2,8%) koneelle ei tullut minkäänlaisia vaurioita. 54 (11,6%) onnettomuudessa lentokoneen vaurioitumisastetta ei ole tiedossa.

Taulukko 38 Onnettomuudesta koneelle aiheutunut vaurioluokka

Damage Category	Accidents	% of total
Destroyed	174	37,3 %
Minor	11	2,4 %
None	13	2,8 %
Substantial	214	45,9 %
UNK	54	11,6 %
Total	466	100,0 %



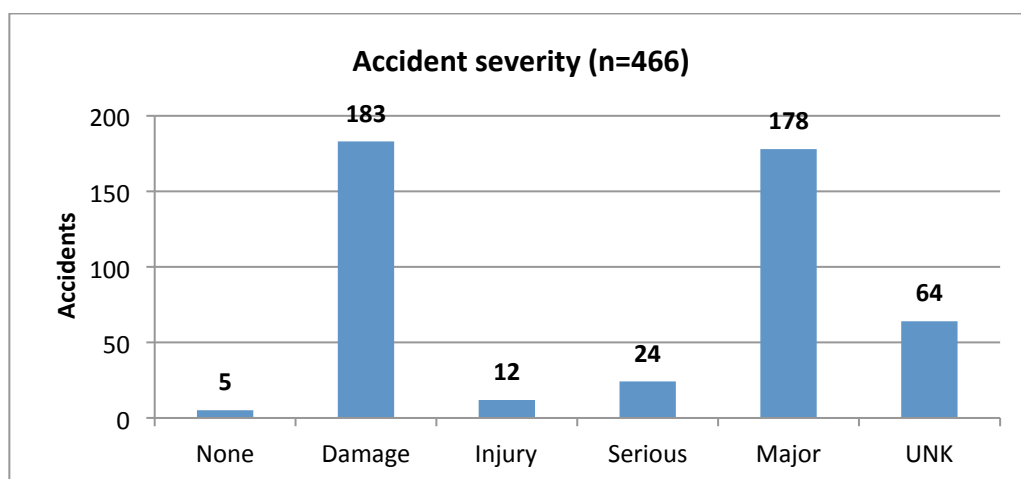
Kuvio 55 Onnettomuudesta aiheutunut maksimi vammaluokat koneessa olijoille

Tarkasteltaessa koneessa olleille henkilöille tulleita vammoja, 183 (39,3%) onnettomuudessa koneessa olleista ei loukkaantunut ketään. 102 (21,9%) onnettomuutta päättyi vähintään yhden henkilön menehtymiseen. 50 (10,7%) onnettomuudessa maksimi vammaluokitus oli lievä vammautuminen ja 40 (8,6%) vakava vammautuminen. Vammaluokka kertoo kuitenkin ainoastaan koneessa olleiden henkilöiden onnettomuuden seurauksena saaman maksimi vammaluokan, eikä kerro mitään vammojen tai vammautuneiden kokonaismäärästä

91 (19,5%) onnettomuudessa maksimi vammaluokkaa ei oltu määritelty. Näistä onnettomuuksista tiedettiin kuitenkin se, ettei näissä onnettomuuksissa ollut menehtyneitä.

Taulukko 39 Onnettomuudesta aiheutunut maksimi vammaluokka

Injury Category	Accidents	% of total
Fatal	102	21,9 %
Minor	50	10,7 %
None	183	39,3 %
Serious	40	8,6 %
UNK	91	19,5 %
Total	466	100,0 %

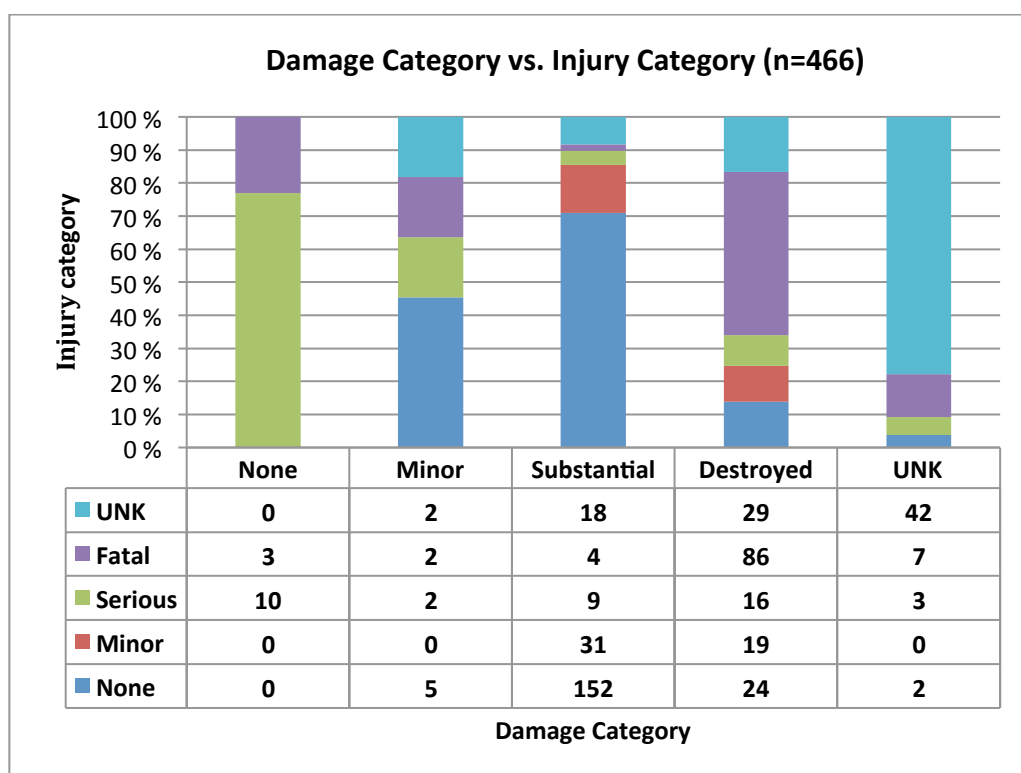


Kuvio 56 Onnettomuuksien vakavuus

Onnettomuuksien vakavuutta arvioitaessa NTSB:n jaottelun mukaisesti (National Transportation Safety Board, 2011, ss. 7-8). Tapahtuneista onnettomuuksista 183 (39,3%) luokitellaan vaurio-onnettomuuksiksi, joissa ei kukaan koneissa olleista loukkaantunut vakavasti tai menehtynyt, mutta koneelle tuli onnettomuuden seurauksena merkittäviä vaurioita. Suuriksi onnettomuuksiksi laskettavia onnettomuuksia tapahtui 178 (38,2%), näissä kone tuhoutui täysin tai useita henkilöitä menehtyi tai koneelle tuli merkittäviä vaurioita ja yksi koneessa olleista menehtyi. NTSB:n luokitteluun lisättiin luokat None (ei konevaurioita eikä loukkaantuneita) sekä UNK (vakavuus luokittelua ei pystytä tekemään puutteellisten tietojen vuoksi).

Taulukko 40 Onnettomuuksien vakavuus

Accident severity		
	Accidents	% of total
Damage	183	39,3 %
Injury	12	2,6 %
Major	178	38,2 %
None	5	1,1 %
Serious	24	5,2 %
UNK	64	13,7 %
Total	466	100,0 %

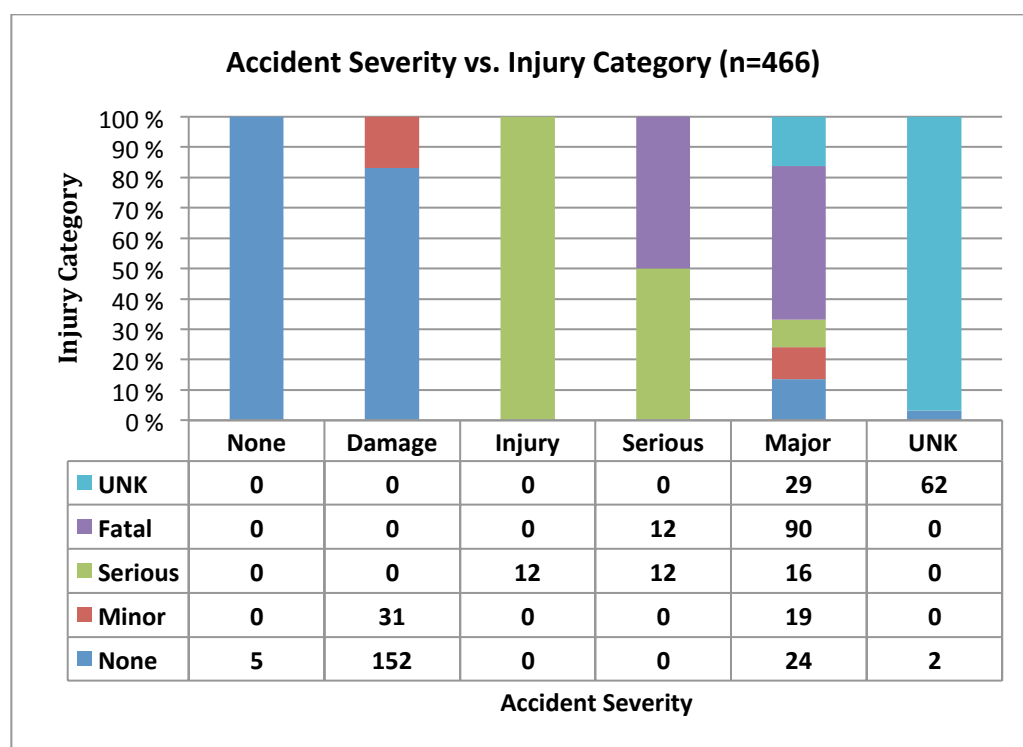


Kuvio 57 Koneen vaurioluokka vs. koneessa olleiden maksimi vammaluokka

Tarkasteltaessa koneen vaurioluokan ja maksimi vammaluokan välistä suhdetta, voidaan havaita että yleisin kombinaatio on merkittävät vauriot koneessa, mutta ei vammoja koneessa olleille henkilöille. Tällaisia onnettomuuksia tapahtui 152 (32,6%). Kuolemaan johtaneet onnettomuudet tapahtuivat yleisimmin onnettomuuksissa joissa lentokone tuhoutui onnettomuuden seurauksena, näitä onnettomuuksia oli 86 (18,5%). Huomioitavaa on se, että vaikka onnettomuudessa ei tullut koneelle minkäänlaisia vaurioita, oli mahdollista

että koneessa olleista joku tai jotkut vammautuvat vakavasti tai menehtyvät onnettomuuden seurauksena. Näissä onnettomuuksissa suurimmassa osassa (11 onnettomuutta) kyseessä oli yksittäisen lentohenkilökuntaan kuuluvan loukkaantuminen vakavasti tai menehtyminen onnettomuuden seurauksena.

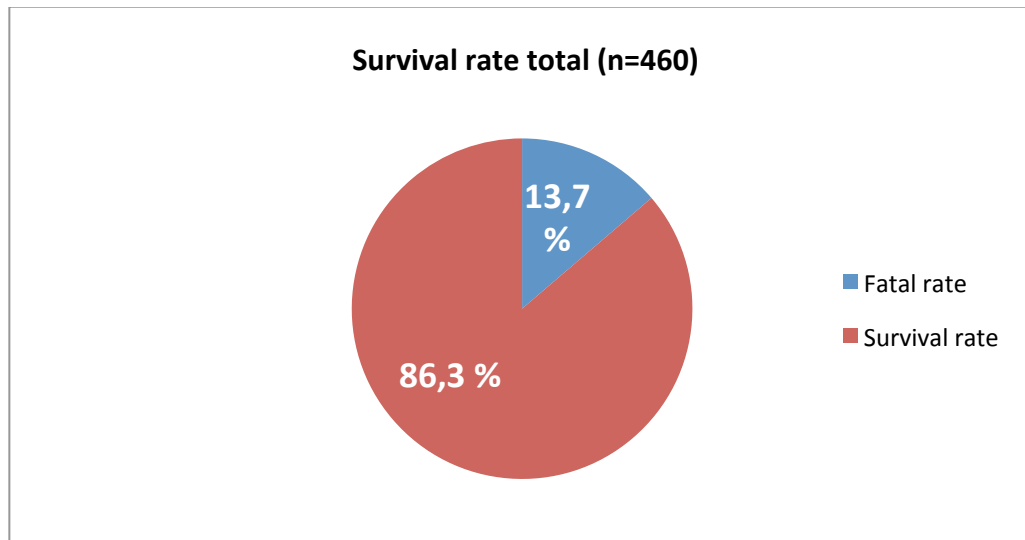
Arvioitaessa näiden kahden muuttujan välistä riippuvuutta toisiinsa, voidaan havaita koneen vaurioluokalla ja maksimi vammaluokalla erittäin merkitsevä tilastollinen riippuvuus (Khiin neliö 407,01; $df= 16$; $p= 0,000$). Khiin neliötestiä ei kuitenkaan voida pitää luotettavana, sillä alle 5:n odotettuja frekvenssejä on 40%.



Kuvio 58 Onnettomuuden vakavuus vs. maksimi vammaluokka

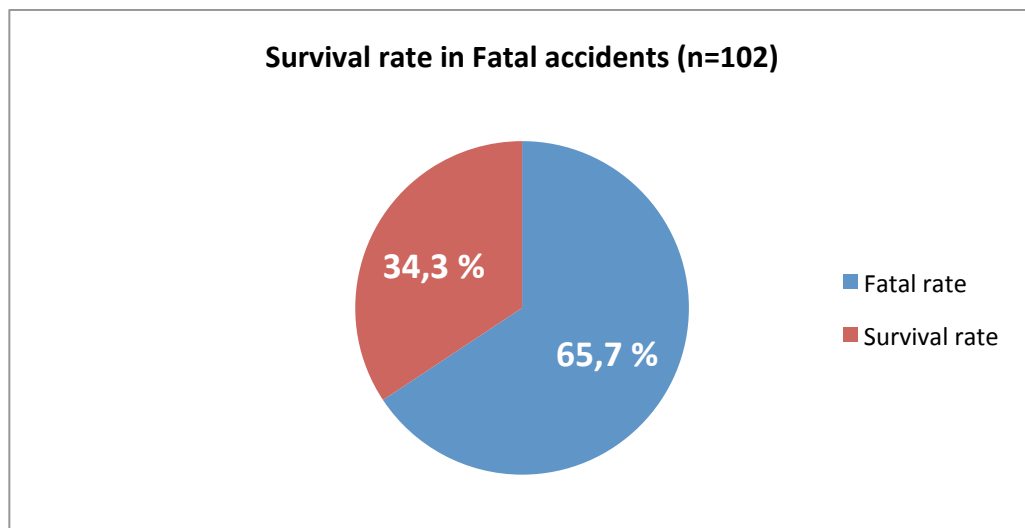
Arvioitaessa onnettomuuden vakavuuden ja maksimi vammaluokituksen välistä suhdetta, voidaan havaita että onnettomuuden vakavuuden kasvaessa myös vammojen vakavuus kasvaa, jolloin näiden muuttujien välillä on merkitsevä tilastollinen riippuvuus (Khiin neliö 738,00; $df= 20$; $p= 0,000$), testin luotettavuus on kuitenkin heikko alle 5:n odotettujen frekvenssien ollessa 43,3%.

7.10 Onnettomuudesta aiheutuneet henkilövahingot

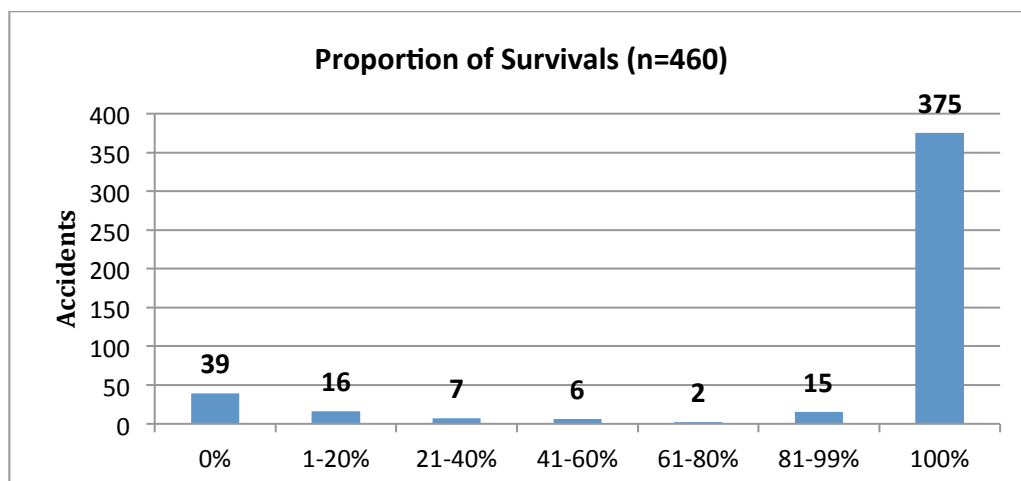


Kuvio 59 Kaikista onnettomuuksista selvinneiden osuus

Onnettomuuksiin joutuneissa koneissa olleista henkilöistä 86,3% selviytyi onnettomuudesta elossa. 466 onnettomuudesta 102 oli sellaisia, joissa menehtyi vähintään 1 henkilö. 56 (12,0%) onnettomuudessa menehtyi yli 10 henkeä, yli 100 hengen menehtymiseen johtaneita onnettomuuksia oli 30 (6,4%). Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa selviytyvyys heikkeni merkittävästi, ollen 34,3%

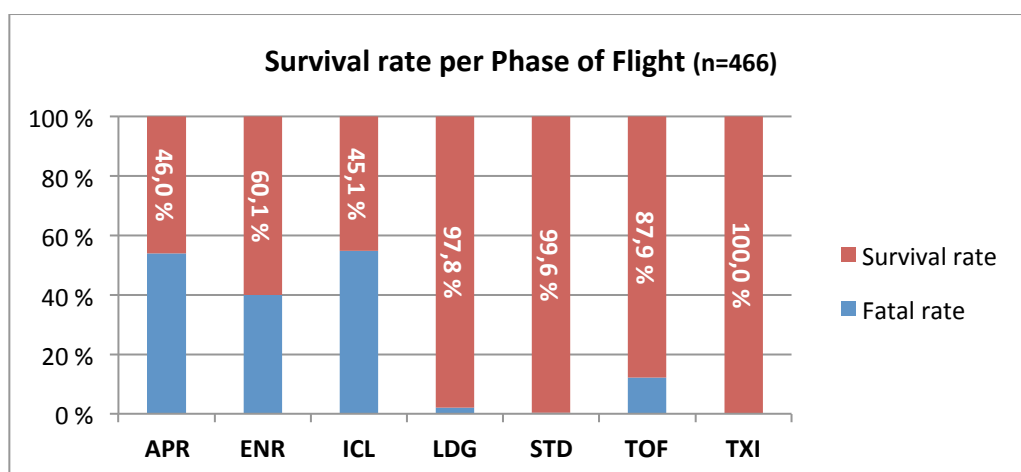


Kuvio 60 Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista selvinneiden osuus



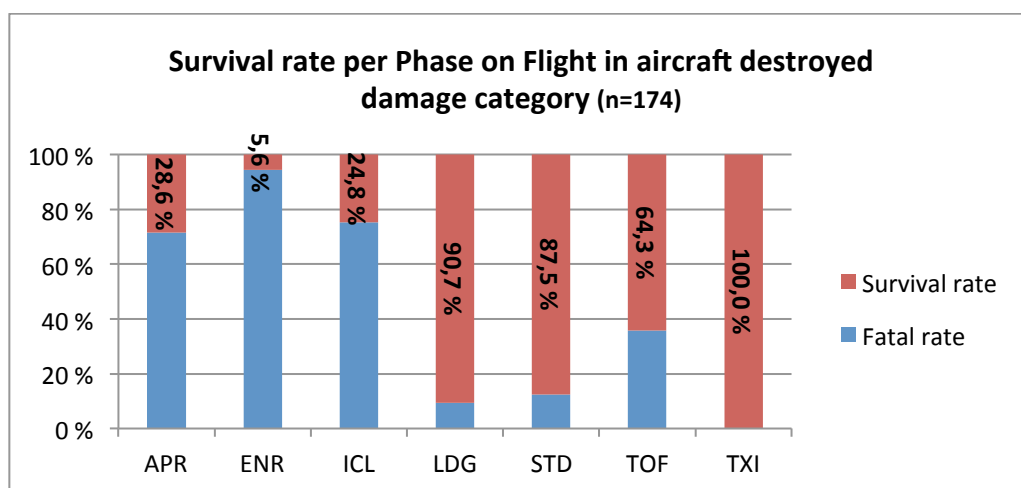
Kuvio 61 Selviytyneiden osuus kaikissa onnettomuuksissa

Onnettomuuksista 375 (81,5%) oli sellaisia, joissa kaikki koneessa olleista selvisi hengissä onnettomuudesta. Tuhoisia onnettomuuksia, joissa kaikki koneessa olleet menehtyivät oli 39 (8,4%). Lopuissa 46 (10,0%) onnettomuudessa koneessa olleista selvisi 1-99%. Onnettomuuksia, joissa noin puolet koneessa olleista selviää ja puolet menehtyy oli ainoastaan 6 (1,3%). Laskemalla ainoastaan kuolemaan johtaneet onnettomuudet, onnettomuuksien osuus jossa kaikki koneessa olleet selviytyvät laski 11,5%:iin. Laskettu arvo kertoo ainoastaan onnettomuudesta hengissä selviytyneiden osuuden koneessa olleista, eikä anna kuvaa onnettomuudessa mahdollisesti syntyvien vammojen vakavuudesta.



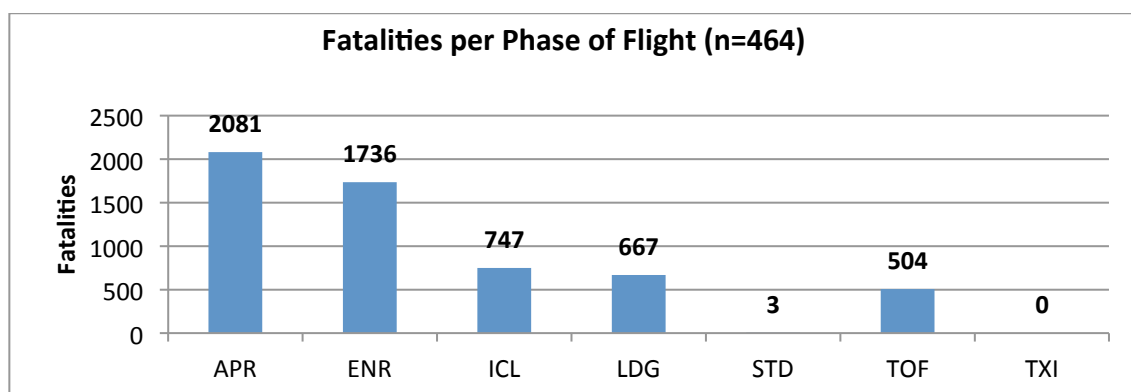
Kuvio 62 Selviytyneiden osuus lennonvaiheittain kaikissa onnettomuuksissa

Arvioitaessa onnettomuudesta selviytymistä lennonvaiheittain kaikissa onnettomuuksissa, lentoasemalla (lennonvaiheet: LDG, STD, TOF, TXI) tapahtuvissa onnettomuuksissa selviytyi yli 87% koneessa olleista. Alkunousun, reittilennon ja lähestymisen aikana tapahtuvissa onnettomuuksissa 45,1 - 60,1% koneessa olleista selviytyi onnettomuudesta hengissä.



Kuvio 63 Selviytymisen todennäköisyys lennonvaiheittain onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut

Kun arviointiin otetaan vain onnettomuudet, joissa kone tuhoutui, selviytyneiden määrä muuttui merkittävästi. Alkunousun, reittilennon tai lähestymisen aikana tapahtuneissa onnettomuuksissa selviytyi enää 5,6 - 28,6% hengissä onnettomuudesta, lennonvaiheesta riippuen. Lentoonlätövaiheen onnettomuuksissakin selviytyneiden määrä laski merkittävästi ollen 64,3%.



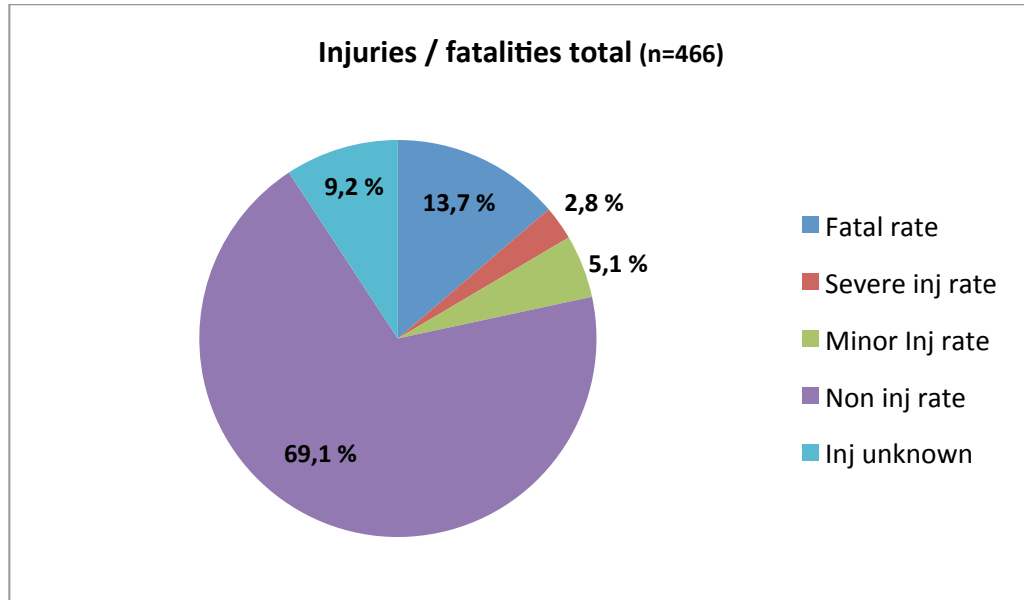
Kuvio 64 Menehtyneiden määrä lennonvaiheittain

Tarkasteltaessa onnettomuuksissa menehtyneiden lukumäärää lennonvaiheittain, voidaan havaita että 36,3% onnettomuuksissa menehtyneistä menehtyi lähestymisvaiheessa tapahtuneissa onnettomuuksissa. Reittilennon aikana tapahtuneissa onnettomuuksissa menehtyi 30,3% onnettomuuksissa menehtyneistä. Laskeutumisen aikaiset onnettomuudet edustivat 51,5% kaikista onnettomuuksista ja 19,6% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista, kuitenkin näissä onnettomuuksissa menehtyneiden osuus on kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä onnettomuusmääriin suhteutettuna melko alhainen (11,6%).

Lentoasemalla tapahtuvissa onnettomuuksissa (lennonvaiheet: LDG, STD, TOF ja TXI) menehtyi 20,5% (1174 henkeä) kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä. Lentoaseman lähialueilla tai kauempana (lennonvaiheet: APR, ENR ja ICL) tapahtuneissa onnettomuuksissa menehtyi 79,5% (4564 henkeä) kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä.

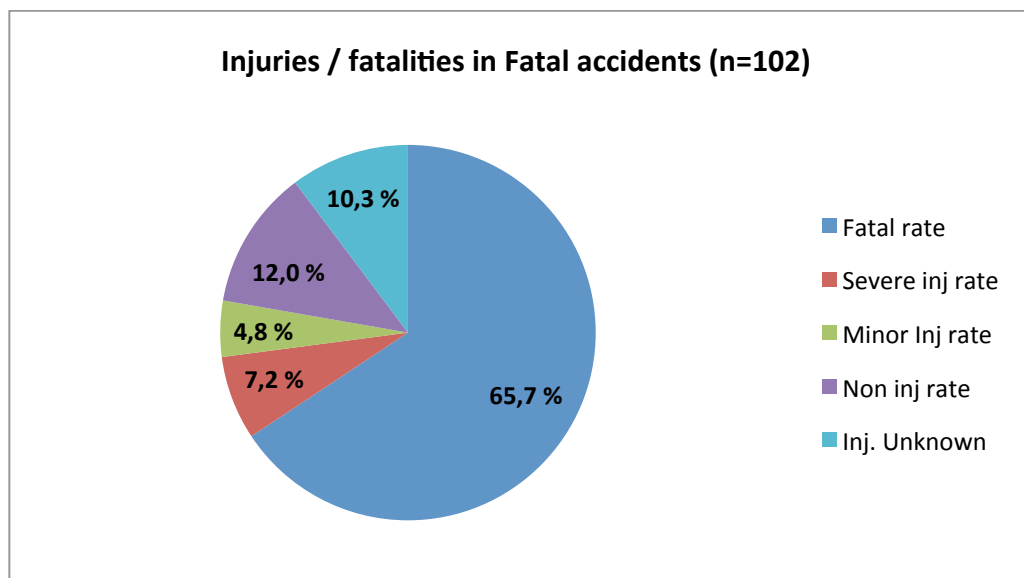
Taulukko 41 Menehtyneiden määrä lennonvaiheittain

	Fatalities	% of total
APR	2081	36,3 %
ENR	1736	30,3 %
ICL	747	13,0 %
LDG	667	11,6 %
STD	3	0,1 %
TOF	504	8,8 %
TXI	0	0,0 %
Total	5738	100,0%



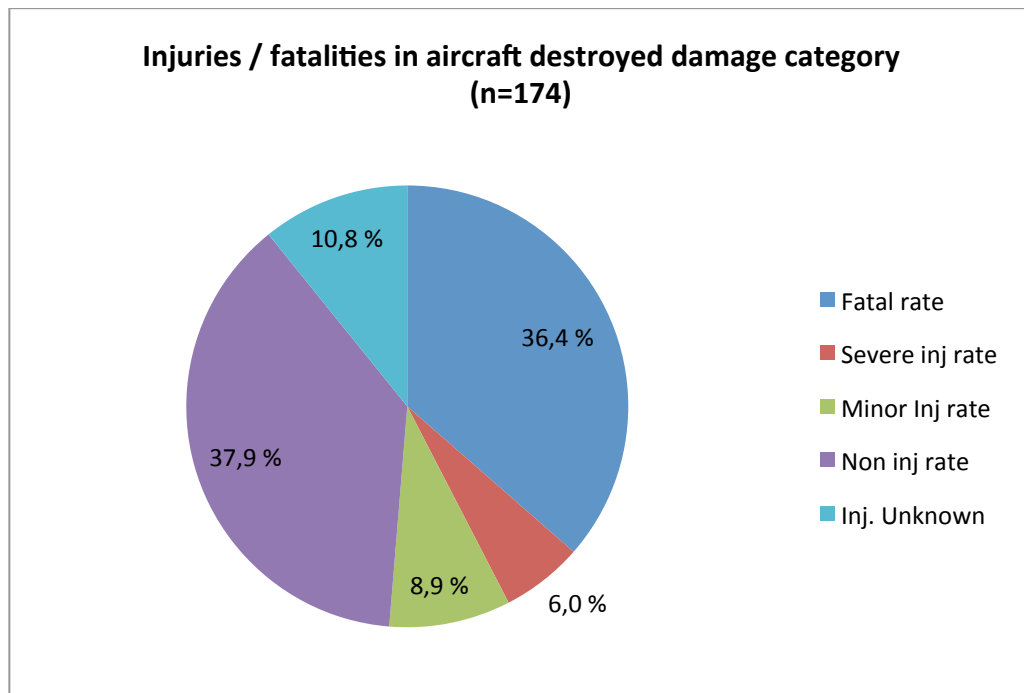
Kuvio 65 Vammautumisen aste kaikissa onnettomuuksissa

Arvioitaessa onnettomuudesta selviytymistä ja vammautumisen astetta tarkemmin kaikissa onnettomuuksissa, 69,1% koneessa olleista selvisi onnettomuudesta ilman fyysisiä vammoja. 5,1 % sai lieviä vammoja ja 2,8% vakavia vammoja. 13,7% koneessa olleista menehtyi onnettomuuden seurauksena. 9,2% kohdalla vammautumisen asteesta ei ollut tietoa



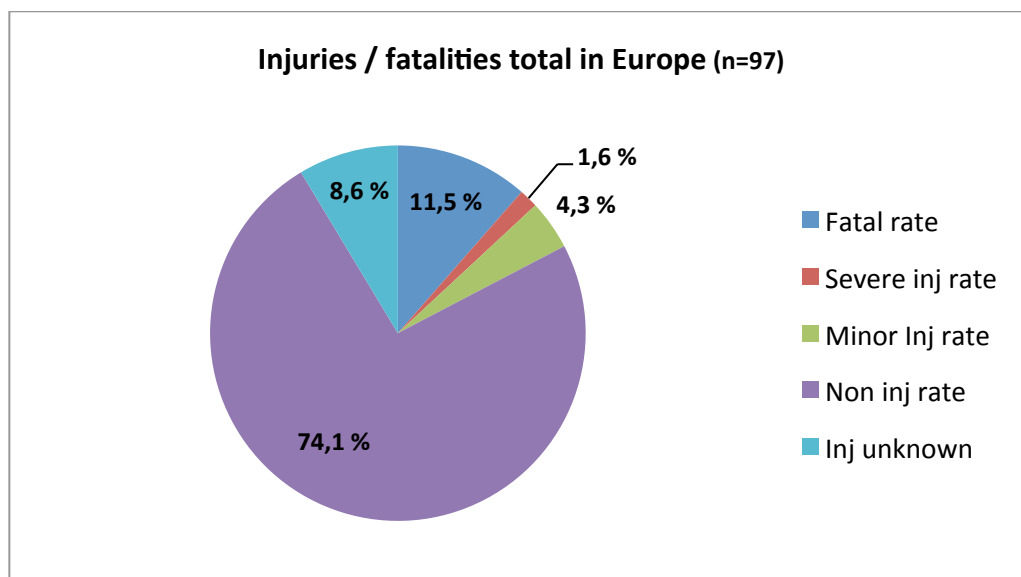
Kuvio 66 Vammautumisen aste kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa

Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa olleiden vammautumisasteessa on selkeä ero verrattuna kaikkiin onnettomuuksiin. Menehtyneiden osuus nousee 65,7%, samalla vakavasti vammautuneiden osuus nousee merkittävästi ollen 7,2%. Lievästi vammautuneiden osuus on hieman pienempi verrattuna kaikkiin onnettomuuksiin. Merkittävää on se, että käytännössä kuolleiden ja ei loukkaantuneiden osuudet vaihtavat paikkaansa, muiden osuuksien pysyessä suhteellisen samanlaisena.



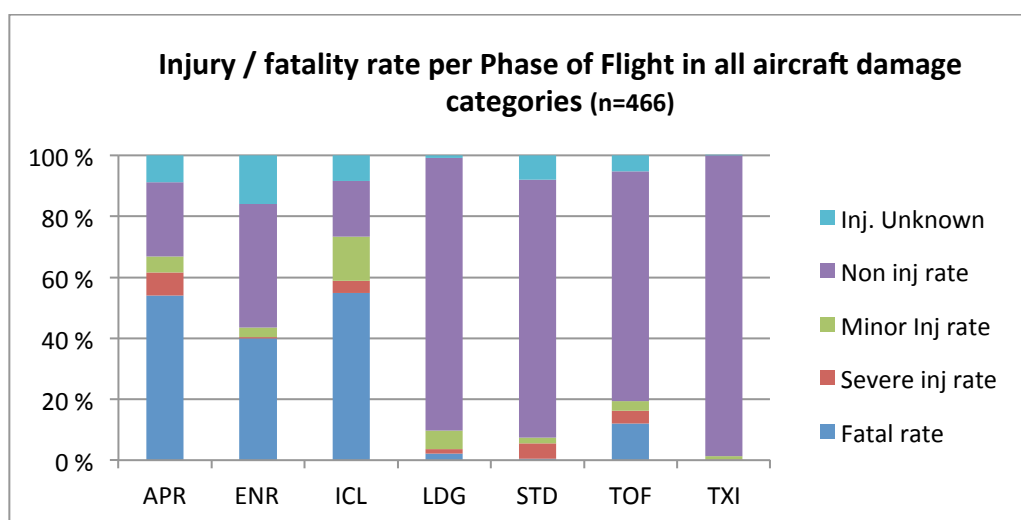
Kuvio 67 Vammautumisen aste onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut

Tarkasteltaessa vammautumisen astetta onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut korjauskelvottomaksi, voitiin havaita onnettomuuksissa menehtyneiden ja ei-loukkaantuneiden suhteellisen osuuden olevan lähes yhtä suuria. Kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin verrattuna menehtyneiden osuus oli pienempi.



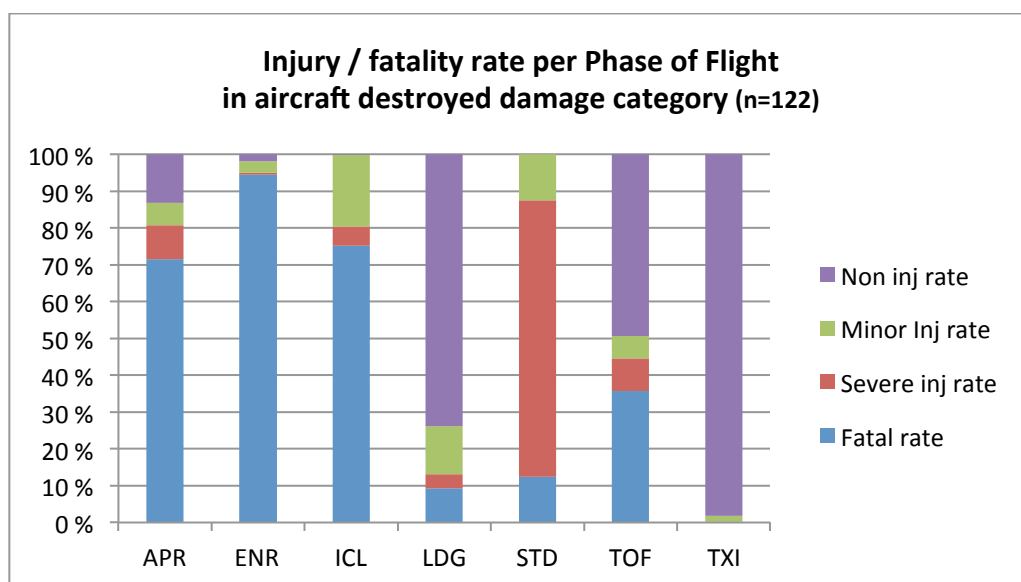
Kuvio 68 Vammautumisen aste Euroopassa tapahtuneissa onnettomuuksissa

Euroopassa tapahtuneissa onnettomuuksissa, onnettomuuksista selviytyi hengissä 88,5% koneessa olleista. Ilman fyysisiä vammoja selviytyi 74,1%, lieviä vammoja sai 4,3%, vakavia vammoja 1,6%. Onnettomuuksissa menehtyi 11,5% koneessa olleista. 8,6% kohdalla vammautumisen asteesta ei ollut tietoa. Verattuna koko maailman kaikkiin onnettomuuksiin, Eurooppalaisissa onnettomuuksissa vammautumisasiaste on samankaltainen, osuuksien vaihtelun ollessa muutaman prosentin luokkaa.



Kuvio 69 Vammaluokkien jakautuminen lennonvaiheittain

Tarkasteltaessa vammaluokkien jakaantumista eri lennonvaiheissa tapahtuneissa onnettomuuksissa, voitiin havaita että lentoasemalla tapahtuneissa onnettomuuksissa ei loukkaantuneiden osuus oli selkeästi korkein (lennonvaiheet: LDG, STD, TOF, TXI). Lentoaseman lähialueella tai sen ulkopuolella tapahtuneissa onnettomuuksissa, menehtyneiden osuus kasvoi muihin nähden merkittävästi.



Kuvio 70 Vammaluokkien jakautuminen lennonvaiheittain onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut

Onnettomuuksissa, joissa kone tuhoutui onnettomuuden seurauksena, voitiin havaita että laskeutumisen, lentoalähdön ja rullauksen aikana tapahtuneissa onnettomuuksissa ei-loukkaantuneiden määrä on edelleen suurin. Paikoituksen aikana tapahtuneissa onnettomuuksissa suurin osa vammautuneista sai vakavia vammoja. Laskeutumisen aikaisissa onnettomuuksissa menehtyi 71,4% koneessa olleista, kuitenkin 13,3% selviytyi ilman fyysisiä vammoja.

7.11 Tulosten yhteenveto

Tutkimusaineisto käsitti 466 ilmaliikenneonnettomuutta, joista 102 (21,9%) oli vähintään yhden ihmisen menehtymiseen johtaneita onnettomuuksia. 330 (70,1%) onnettomuudesta oli saatavilla koneessa olleiden henkilöiden koko-

naislukumäärä, näistä onnettomuuksista selviytyi hengissä 28754 henkeä. 464 onnettomuudesta oli saatavilla onnettomuudessa menehtyneiden henkilöiden määrä, näissä onnettomuuksissa menehtyi yhteensä 5738 henkeä. Suurimmas- sa onnettomuudessa menehtyi 260 henkeä. Kaikki onnettomuudet huomioi- den, keskimääräisesti onnettomuuksissa menehtyi 12,4 henkeä. Onnettomuuk- sissa joissa kone tuhoutui korjauskelvottomaksi, menehtyi keskimäärin 57,5 henkeä. Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa menehtyi keskimäärin 56,3 henkeä.

Onnettomuuksien tapahtumatiheyden vuosittainen vaihtelu väli oli 28 - 62 on- nettomuutta, keskimäärin vuosittain tapahtui 38,8 onnettomuutta, mediaanin ollessa 35 onnettomuutta vuodessa. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui 4 - 11 onnettomuutta vuosittain, vuosittaisen keskiarvon ollessa 8,5 (mediaani 9,5) onnettomuutta.

Kuukausittain arvioituna, eniten onnettomuuksia tapahtui tammikuussa (52 (11,2%) onnettomuutta) ja vähiten syyskuussa (31 (7,1%) onnettomuutta). Tammikuu oli myöskin yleisin kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapah- tumakuukausi, 14 onnettomuutta (13,7% kuolemaan johtaneista onnettomuuk- sista).

Viikonpäivistä perjantai oli yleisin onnettomuuden tapahtumapäivä, perjantai- sin tapahtui 80 (17,2%) onnettomuuksista. Kuolemaan johtavia onnettomuuk- sia kuitenkin tapahtui perjantaisin ainoastaan 7 (6,9% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista), tiistain ollessa yleisin päivä 18:sta onnettomuudella 17,6%. Arkipäivisin tapahtui 75,8% kaikista onnettomuuksista ja 72,6% kuole- maan johtaneista onnettomuuksista.

Tunneittain arvioituna onnettomuuksia tapahtui eniten klo 10 alkavalla tunnil- la, tuolloin onnettomuuksia tapahtui 24 (5,2%). 137 onnettomuuden tapahtu- ma-ajasta ei ollut saatavilla luotettavaa tietoa.

Aasiassa tapahtui 25,3% tutkimuksen kaikista onnettomuuksista ja 26,5% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Euroopassa onnettomuuksista tapahtui 20,8% ja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 15,7%. Yleisin onnettomuuden tapahtuma maa oli USA, jossa tapahtui 14,5% kaikista onnettomuuksista ja 8,8% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Euroopan maista eniten onnettomuuksia tapahtui Turkissa, 13 onnettomuutta joista 2 oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Eniten kuolemaan johtaneita onnettomuuksia Euroopan maista tapahtui Ranskassa, jonka 12 onnettomuudesta 5 oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia.

Lentoyhtiöistä eniten onnettomuuksia tapahtui USA:laiselle Northwest Airlinesille, jolle tapahtui 10 onnettomuutta, näistä 1 oli kuolemaan johtanut onnettomuus. Eurooppalaisista lentoyhtiöistä eniten onnettomuuksia tapahtui Turkilaiselle Turkish Airlinesille, jolla oli yhteensä 7 onnettomuutta, joista 2 oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Ranskalaiselle Air Francelle tapahtui 6 onnettomuutta, joista 3 oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Kaikkiaan USA:laisille lentoyhtiöille tapahtui yhteensä 19,1% kaikista onnettomuuksista ja 13,7% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista.

Lentokonevalmistajista Boeingin koneille tapahtui eniten onnettomuuksia, kaikista onnettomuuksista 53,9%. Yleisin onnettomuuteen joutunut konetyyppi oli Boeingin B737, jolle tapahtui 26,7% kaikista onnettomuuksista ja 32,4% kuolemaan johtaneista onnettomuuksista.

Onnettomuuteen joutuneiden koneiden keski-ikä onnettomuushetkellä oli 17,1 vuotta, vanhimman koneen ollessa 46-vuotias. Vanhimmat koneet olivat käytössä Afrikan mantereella, nuorimmat Australian / Oseanian alueella.

Kaikista onnettomuuksista 69,3% tapahtui matkustajalentokoneille ja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 71,6%.

Kaikista onnettomuuksista 51,5% tapahtui laskeutumisvaiheessa. Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 32,4% tapahtui lähestymisvaiheessa.

Keskimäärin onnettomuuteen joutuneissa matkustajakoneissa oli 8 miehistön jäsentä ja 124 matkustajaa, rahtikoneissa 4 miehistönjäsentä ja 1 matkustaja.

Yleisimmin (45,9%) onnettomuuteen joutunut kone kärsi merkittäviä, mutta korjattavissa olevia vaurioita.

Henkilövahinkojen perusteella, 39,3% onnettomuuksista oli sellaisia, joissa henkilövahinkoja ei syntynyt lainkaan.

Onnettomuuden vakavuutta arvioitaessa, 39,3% onnettomuuksista oli sellaisia, joissa onnettomuudesta aiheutui merkittäviä kalustolle, mutta koneessa olleista ei kukaan loukkaantunut vakavasti tai menehtynyt onnettomuuden seurauksena.

Yleisin koneeseen kohdistuneiden vaurioiden ja maksimi vammaluokituksen yhdistelmä oli merkittävät vauriot koneelle, muttei vammoja koneessa olijoille (32,6%). Yleisin onnettomuuden vakavuuden ja maksimi vammaluokituksen yhdistelmä oli kalustovaurio muttei vammautumisia (32,6%).

Kaikista onnettomuuksista selvisi keskimäärin hengissä 86,3% koneessa olleista, kuolemaan johtaneista onnettomuuksista selvisi 34,3%. Kaikki koneessa olleista selvisi hengissä 81,5%:ssa onnettomuuksista.

Kaikki onnettomuudet huomioiden, lennonvaiheittain arvioituna, laskeutumisvaiheen onnettomuuksista selviytyi 97,8% koneessa olleista. Koneen tuhoutumiseen johtaneissa onnettomuuksissa vastaava luku oli 90,7%. Yleisesti ottaen suurin selviytymisprosentti oli onnettomuuksissa, jotka tapahtuivat lentoasemalla, lennonvaiheissa paikoitus, rullaus, lentoonlähtö ja laskeutuminen. Lentoaseman lähialueilla ja sen ulkopuolella tapahtuneissa onnettomuuksissa selviytymisprosentti oli merkittävästi pienempi.

Ilmaliikenneonnettomuudessa menehtyneistä henkilöistä 36,3% menehtyi lähestymisen aikana tapahtuneissa onnettomuuksissa. Lentoaseman alueella ta-

pahtuvissa onnettomuuksissa menehtyi 20,5% kaikista onnettomuuksissa menehtyneistä.

Kaikkia onnettomuuksia tarkasteltaessa, lähes 70% koneessa olleista selviytyi onnettomuudesta ilman fyysisiä vammoja, noin 14% menehtyi onnettomuuksissa. Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa ei vammautuneiden osuus laski noin 12%:iin, menehtyneiden osuuden noustessa noin 66%:iin.

8 Pohdinta ja johtopäätökset

Ilmaliikenneonnettomuus on usein epäonnekkaiden sattumusten summa, jossa yksittäinen haittatapahtuma johtaa useisiin uusiin haittatapahtumiin niin, että tilanne päättyy lopulta onnettomuuteen. Kuitenkin valitettavan usein onnettomuustutkinnan yhteydessä, onnettomuuden taustalta löytyy puutteita laajalaisemmin henkilöstön koulutuksessa ja ammattitaidossa, lentoyhtiön työ- ja turvallisuuskulttuurissa, normien noudattamisessa tai toiminnan valvonnassa.

Pelkän ilma-aluksen ja siellä toimivan miehistön lisäksi onnettomuusriskiin vaikuttavat moninaiset muut tekijät, kuten esimerkiksi lennonvarmistusjärjestelmän toiminta, lentoaseman toiminta, lentokoneen huoltoon liittyvät järjestelmät sekä ilmaliikenteen viranomaisvalvonta. Jokainen näistä tekijöistä vaikuttaa jollakin tavoin kokonaisuuteen, joka huonoimmassa tapauksessa mahdollistaa onnettomuuden tapahtumisen. Esimerkiksi huoltoon liittyvät laiminlyönnit vääjäämättä heijastuvat lentokoneen toimintaan tai lentäjien koulutukseen liittyvät seikat vaikuttavat heidän toimintaansa poikkeavassa tilanteessa. Jokainen tekijä on osa ilmailun turvaverkkoa, jonka toimiessa hyvin onnettomuuden riski on pieni.

Hyvin toimiva turvaverkko on mahdollisesti syy siihen, että Suomalaiselle lento-operaattorille ei ole tapahtunut merkittävää onnettomuutta vuosikymmeniin. Osittain kyse on varmasti myös hyvästä tuurista, mutta suurimmalta osin toimivasta turvaverkosta, johon liittyvät Suomalaisten ilmailualan ammatti-

laisten hyvä koulutustaso, käytössä oleva hyvä lentokalusto sekä hyvä turvallisuuskulttuuri. Vastaavanlainen trendi on havaittavissa kehittyneiden maiden isoilla lento-operaattoreilla, joiden toiminta perustuu usein ”by the book” periaatteeseen.

Ilmaliikenne toimialan muodostuessa monimutkaisista, toisiinsa vaikuttavista kokonaisuuksista, ilmaliikenneonnettomuuksien riskien arviointi tilastojen valossa antaa melko yksipuolisen kuvan onnettomuuden riskistä. Riskiin vaikuttaa merkittävästi hyvin monet tekijät ja järjestelmät, joita tilastoissa ei oteta mitenkään huomioon. Pelkästään lentoyhtiön ja sen kotimaan turvallisuuskulttuuri vaikuttavat onnettomuuden todennäköisyyteen merkittävästi. Tilastojen perusteella kehittyneiden maiden lentoyhtiöille tapahtuu lentomääriin suhteutettuna huomattavan paljon vähemmän onnettomuuksia, verrattuna kehittyviin tai kehitysmaihin. Onko näiltä osin kyse erilaisten toimijoiden ja maiden (turvallisuus)kulttuurien eroista? Tähän saataisiin vastauksia todennäköisesti laajemmalla kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä soveltavalla tutkimuksella, sillä toteutuneiden onnettomuuksien numeerisen ja tilastollisen datan analysointi ei mahdollista laadullisten tai kulttuurisidonnaisten seikkojen tarkastelua.

Ilmaliikenneonnettomuuden riskien arviointi tulevaisuuteen katsomalla on käytännössä erittäin vaikeaa, sillä lentokonekalusto kehittyy jatkuvasti ja erilaisia automaatiojärjestelmiä kehitetään vähentämään onnettomuuden riskiä. Vaikkakin viimekädessä lentokoneen ohjaamossa istuvat henkilöt ovat ne, jotka tekevät viimeisen päätöksen. Riskien arviointi tarkastelemalla toteutuneita onnettomuuksia antaa jonkinlaisen näkemyksen riskin todennäköisyydestä, tällöin on kuitenkin huomioitava alan kehitys, joka seuraa jokaista onnettomuutta. Jokaisesta onnettomuudesta pyritään ottamaan aina opiksi, ettei vastaavaa enää tulevaisuudessa tapahtuisi.

Helsinki-Vantaan lentoaseman ilmaliikenneonnettomuuden riskin todennäköisyyttä voidaan arvioida yhdistämällä maailmalta saatavat onnettomuustilastot lentoaseman tilastoihin toteutuneista lento-operaatioista. Koko maailman on-

nettomuuksien tapahtumatiheyden käyttäminen riskin arvioinnissa ei kuitenkaan anna oikeaa kuvaa riskin suuruudesta, sillä maailmanlaajuiset tilastot pitävät sisällään useiden sellaisten maiden ja/tai lentoyhtiöiden onnettomuuksia, jotka eivät operoi Euroopan tai Suomen alueella. Käyttämällä Eurooppalaisia tilastoja, arvio on hieman tarkempi, tällöin on kuitenkin huomiotava EU-alueen ja Pohjois-Amerikoiden ulkopuolisten lentoyhtiöiden suurempi onnettomuuksien tapahtumatiheys, joka vaikuttaa hieman todennäköisyyttä korottavasti.

ICAO:n vuosien 2005-2011 tilastojen keskiarvojen perusteella, maailmanlaajuisesti arvioiden, 1 lento 234 460 lennosta päättyi onnettomuuteen ja kuolemaan johtavia onnettomuuksia tapahtui 1 onnettomuus 1 686 591 lentoa kohden (ICAO 2012a). Euroopan tilastoissa, vuosien 2005-2011 ilmaliikenneonnettomuuden keskimääräinen tapahtumatiheys oli 4,02 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden, kuolemaan johtavan onnettomuuden tapahtumatiheyden ollessa 0,47 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden (ICAO 2012a). NTSB:n tekemästä tutkimuksesta on laskettavissa lisäksi vakavan onnettomuuden tapahtumatiheys, joka oli 1983 - 2000 tilastoissa 0,19 onnettomuutta miljoonaa lentoa kohden (National Transportation Safety Board 2001).

Euroopan ja NTSB:n ilmaliikenneonnettomuustilastot sekä Helsinki-Vantaan lentoaseman operaatiotilastot (2005-2011 keskiarvo 91 247 nousua vuodessa) yhdistämällä saadaan laskettua lentoaseman ilmaliikenneonnettomuuden riskin todennäköisyydeksi:

- Ilmaliikenneonnettomuus 1:248 951 lentoa kohden, joka tarkoittaa 0,37 onnettomuutta vuosittain eli onnettomuus joka 2,9 vuosi,
- kuolemaan johtava ilmaliikenneonnettomuus 1:2 148 767 lentoa kohden, joka tarkoittaa 0,04 onnettomuutta vuodessa eli onnettomuus joka 27,2 vuosi,
- vakava ilmaliikenneonnettomuus 1:5 263 158 lentoa kohden, joka tarkoittaa 0,02 onnettomuutta vuodessa eli onnettomuus joka 57,7 vuosi. (ICAO 2012a; Finavia 2012d; National Transportation Safety Board, 2001.)

Yhdistämällä Finavian lentoliikennetilastot ja Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden käyttötilastot, saatiin laskettua keskimääräinen matkustajamäärä. Vuonna 2011 keskimääräinen matkustajamäärä Helsinki-Vantaan lentoasemalla operoivissa koneissa oli 77 henkeä. Koska keskimääräinen henkilömäärä on laskettu jakamalla vuotuinen matkustajamäärä lento-operaatioiden määrällä, laskenta ei ota mitenkään huomioon operoivien koneiden erilaista kokoa tai operaatiolajia. (Finavia 2012a; Finavia 2012d.)

Onnettomuuden riskiä kuitenkin kohottaa lentoaseman lähialueen ylilentävät lentokoneet, joiden osalta tietoa operaatiomääristä ei ollut saatavissa. Osa ylilentävistä koneista edustaa suurimpia käytössä olevia konetyyppejä. Näissä koneissa on enimmillään lähes 600 matkustajaa ja noin 50 miehistön jäsentä.

Tilastojen perusteella arvioiden, riski lento-onnettomuuteen on merkittävä. Todellisen vakavan onnettomuuden riski on kuitenkin suhteellisen pieni. Riskiä arvioitaessa tilastojen perusteella, on muistettava että vuonna 2012 Helsinki-Vantaan lentoasema täytti 60 vuotta. Yleisen näkemyksen mukaan, tilastojen perusteella, tuhoisan ilmaliikenneonnettomuuden olisi pitänyt tapahtua lentoasemalla jo aikoja sitten. Lento-operaatioiden määrä on vuosien saatossa kasvanut merkittävästi, jolloin tilastollinen todennäköisyys tuhoisaan onnettomuuteen kasvaa jatkuvasti.

Vaikka opinnäytetyön tutkimusosiossa käytetty tietoaaineisto edustaa maailmanlaajuisista tietoaaineistosta tapahtuneista onnettomuuksista, voidaan siitä tehdä ainoastaan suuntaa-antavia johtopäätöksiä, sillä tutkimusaineisto ei edusta koko liikennelentokone kalustoa. Käytetystä tietoaaineistosta puuttuu kokonaan liikenneluokan potkuriturbiinikoneet sekä Itämaalaisvalmisteiset suihkumoottorikoneet, sillä luotettavaa tilastotietoa ei niistä ollut saatavilla.

Arvioitaessa työssä käytetyn tutkimusaineiston pohjalta onnettomuuden todennäköisyyttä, onnettomuuden todennäköisyys on suurin arkipäivisin, niinä tunteina jolloin on myös suurin määrä lento-operaatioita. Tutkimusaineiston lisäksi tätä näkemystä tukee myös Helsinki-Vantaan lentoaseman liikennetilas-

tot liikennemäärästä päivittäin ja tunneittain. Suurin todennäköisyys onnettomuudelle osuu maanantain tunneille 8, 10 ja 12 , keskiviikon tunneille 14-16 sekä perjantain tunneille 17-19. Onnettomuuden todennäköisyys on pienin aamuyön tunteina klo 02 - 06.

Kiitotie kohtaisesti arvioituna, suurin onnettomuusriski on saapuville koneille kiitoteillä 15, 22L ja 04L sekä niiden tulo- ja laskeutumisreiteillä, suurimman riskialueen ulottuessa jopa 30 merimailin (55,6km) päähän lentoasemasta (matka alkulähestymisrastilta lentoasemalle l. lennonvaiheet lähestyminen ja laskeutuminen). Lähtevien koneiden osalta suurin riski kohdistuu kiitoteille 22R ja 04R sekä niiden nousu- ja lähtöreiteille, suurimman riskialueen ulottuessa noin 3,5 merimailin (6,5 km) päähän lentoasemasta (lennonvaiheet lentoonlähtö ja alkunousu). Lähtevien koneiden kohdalla laskennassa on käytetty alkunousussa 300ft/NM nousukulmaa, joka on esitetty miniminousukulmana kiitoteiden nousukuviokartoissa (Finavia 2012e). Tilastollinen todennäköisyys tukee myös sitä näkemystä, että ilmaliikenneonnettomuus voi tapahtua kauempana lentoaseman alueesta.

Lentokonetyypeittäin onnettomuuden todennäköisyys on suurin potkuriturbiinikoneilla, joiden lento-operaatioiden määrän arvioidaan tulevaisuudessa kasvavan nykyisestään. Suihkumoottorikoneista suurin onnettomuusriski on Boeingin koneilla, joista B737 on 4. yleisimmin operoiva konetyyppi Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Airbusin A320 on yleisin lentoasemalla operoiva konetyyppi, mutta sen onnettomuuden todennäköisyys tutkimusaineiston perusteella on hieman pienempi (124 vs. 30 onnettomuutta tutkimusaineistossa, 15615 vs. 54105 operaatiota Helsinki-Vantaalla). Keski-ikänsä onnettomuuteen joutuva matkustajakone on todennäköisimmin lähellä 14,7 vuotta, kun rahtikoneella vastaava ikä on noin 25,5.

Onnettomuuksien seurauksia arvioitaessa on todennäköistä, että onnettomuuteen joutuvassa koneessa olleista lähes 90% selviytyy onnettomuudesta hengissä. Jos onnettomuuden seurauksena kone tuhoutuu korjauskelvottomaksi, onnettomuudesta selviytymisen todennäköisyys laskee noin 53%:iin.

Suurin todennäköisyys onnettomuudelle on laskeutumisvaiheessa, jossa tapahtuu yli 50% kaikista onnettomuuksista, näissä onnettomuuksissa koneessa olevista kuitenkin lähes 90% selviää ilman fyysisiä vammoja. Vaikka kone tuhoutuisi onnettomuudessa korjauskelvottomaksi, laskeutumisvaiheessa tapahtuvasta onnettomuudesta noin 90% koneessa olleista selviytyy hengissä.

Lähestymisvaiheen aikana tapahtuvasta onnettomuudesta selviytyy hengissä noin 46% koneessa olleista. Jos kone onnettomuuden seurauksena tuhoutuu täysin, selviytymisen todennäköisyys laskee noin 29:iin. Kaikkein tuhoisin yhdistelmä on reittilentovaiheen onnettomuus, jossa kone tuhoutuu korjauskelvottomaksi, tällaisesta onnettomuudesta vain noin 6% selviytyy hengissä.

Työssä käytettyjen lääketieteellisten tutkimusten perusteella voidaan todeta, että onnettomuudessa menehtyneet ihmiset menehtyvät usein ennen pelastustoimien aloittamista joko törmäyksessä saamiinsa vammoihin tai törmäyksen jälkeen syntyneisiin vammoihin, kuten palovammat ja savukaasumyrkytykset. Törmäyksen voimasta menehtyneiden henkilöiden osalta tehokkaimmillaan pelastustoimilla ei ole vaikutusta selviytyvyyteen.

Onnettomuudesta hengissä selvinneistä merkittäväällä osalla on todennäköisesti erilaisia ranka- tai alaraajavammoja sekä kallo- ja kasvovammoja, jotka vaikuttavat merkittävästi henkilöiden kykyyn evakuoitua itse onnettomuuskooneesta. Tällöin onnettomuuden seurauksena mahdollisesti syttyvät tulipalot voivat johtaa hyvin tuhoisaan lopputulokseen. Onnettomuudessa loukkaantuneiden mahdollinen liikkumiskyvyttömyys vaikuttaa myös merkittävästi koko pelastusorganisaation toimintaan, sillä liikkumiskyvyttömät ihmiset tarvitsevat suuria henkilöstö- ja kalustoresursseja pelastustoimien ja ensihoidon aikana, niin siirtoihin kuin turvalliseen hoitoon ja kuljetukseen onnettomuuspaikalta sairaaloihin.

Helsinki-Vantaan lentoaseman oma pelastuspalvelu, lähialueen ensihoitopalvelu, pelastustoimi sekä poliisi ovat varautuneet suhteellisen hyvin lentoase-

malla tapahtuvaan ilmaliikenneonnettomuuteen, erilaisin ennakkosuunnitelmin. Suunnitelmia on tehty esimerkiksi potilaiden evakuointi- ja hoitopaikkojen sijoittamisesta lentoaseman rakennuksiin. Joidenkin asioiden huomioiminen ensihoitopalvelun toimintaohjeissa ja varautumisessa on jäänyt kuitenkin vajavaiseksi, sillä ensihoitopalvelulla ei ole riittävästi varusteita suurelle määrälle ranka- ja alaraajavammoja saaneita, asianmukaisen tukemisen toteuttamiseksi siirtojen ja kuljetuksen aikana. (Ekman & Virta 2010) Nämä puutteet johtuvat suurimmaltaosin tietämättömydestä, sillä suunnitelmia tehtäessä ei ole tutustuttu riittävästi jo tapahtuneista onnettomuuksista saatuun tietoon.

Helsinki-Vantaan lentoasemaa varten tehtyjen suunnitelmien kannalta olisi optimaalista, jos onnettomuus tapahtuisi lentoaseman alueella. Tällöin ensimmäiset tehokkaaseen sammutus- ja pelastustoimintaan kykenevät lentoaseman pelastuspalvelun raskaat vaahtoyksiköt saavuttavat onnettomuuskooneen muutamassa minuutissa, jolloin onnettomuuden seurauksena mahdollisesti syttyvä tulipalo saadaan sammutettua nopeasti ja varsinaiset pelastustoimet käynnistyvät viivytyksittä. Ensihoitopalvelun kannalta tilanteessa voitaisiin hyödyntää suunnitelmissa tehtyjä erilaisia hoitopaikka- ja logistisia ratkaisuja.

Onnettomuuspaikan sijaitessa lentoaseman lähialueella tai sen ulkopuolella, näitä ennakkosuunnitelmia ei pystytä toteuttamaan. Tehokkaiden pelastustoimien aloittamisen viive riippuu merkittävästi onnettomuuspaikan tavoitettavuudesta lähimmiltä paloasemilta ja ensihoitopalvelun asemapaikoilta. Tällöin törmäyksen jälkeisen mahdollisen tulipalon sammuttaminen ei onnistu riittävän nopeasti, vaan onnettomuuden seuraukset ovat näiltä osin huomattavan paljon vakavammat. Onnettomuuspaikan tavoitettavuuden lisäksi näissä tilanteissa ongelmaksi muodostuisi myös onnettomuudessa loukkaantuneiden henkilöiden lämpötaloudesta huolehtiminen sekä asianmukaisen, säältä suojaavan loukkaantuneiden hoitopaikan rakentaminen. Tulevaisuudessa valmiussuunnittelussa ja varautumisessa tulee kiinnittää entistä enemmän näihin seikkoihin huomiota.

Liikenneluokan lentokoneelle tapahtunut ilmaliikenneonnettomuus on aina jollakin tavoin suuronnettomuus, vaikka onnettomuuden seurauksena ei menehtyisi tai loukkaantuisi suurta määrää ihmisiä. Tällöin onnettomuus aiheuttaa enemmänkin taloudellisia menetyksiä kuin henkilövahinkoja. Kuten tilastojen perusteella voidaan arvioida, suurin todennäköisyys on sellaiselle onnettomuudelle, jossa syntyy kalustovaurioita mutta kukaan koneessa olleista ei saa merkittäviä vammoja.

Ensihoitopalvelun näkökulmasta haasteellisimpia ovat ne onnettomuudet, joissa menehtyneiden osuus on pieni, mutta suurin osa koneessa olleista saa eriasteisia fyysisiä vammoja. Tällöin ensihoitopalveluiden ja koko sosiaali- ja terveydenhuollon osalta onnettomuudessa loukkaantuneiden asianmukaisen hoitoketjun järjestäminen aiheuttaa suuria haasteita toimialan palvelurakenteelle. Ensihoitopalvelun ja terveydenhuollon yksiköiden vastuulle kuuluvan vammautuneiden hoitamisen lisäksi keskeiseen rooliin nousee myös sosiaalipalveluihin kuuluvat erilaiset psyko-sosiaaliseen tukeen liittyvät tehtävät. Nämä tehtävät kuormittavat pitkään toimialan organisaatioita onnettomuuden akuutin vaiheen jälkeenkin.

Tutkimusaineistossa ollut, vuonna 2009 tapahtunut Turkish Airlinesin onnettomuus Schipholin lentokentän lähimaastossa on juuri tämänkaltaisen ensihoitopalvelun näkökulmasta haasteellinen onnettomuus. Tuhoisassa onnettomuudessa menehtyi ainoastaan 9 koneessa olleista 135 henkilöstä, 120 sai eriasteisia vammoja. Loput 6 henkilöä selvisivät ilman fyysisiä vammoja. Onnettomuus tapahtui kaupunkimaisessa ympäristössä, lähellä hyviä kulkuyhteyksiä. Kuitenkin onnettomuudessa loukkaantuneiden henkilöiden onnettomuudesta tapahtumisesta sairaalaan pääsyn mediaaniaika oli 3,5 tuntia, huolimatta siitä että ensihoitopalveluilla oli käytettävissään tehtävässä yli 80 ambulanssia. Kyseisessä onnettomuudessa suuren haasteen toi onnettomuuspaikan sijainti, koneen hyllyn sijaitessa pellolla noin 300 metrin päässä lähimmältä ajokelpoiselta tieltä.

Onnettomuuden jälkiseurauksia arvioitaessa, olisi mielenkiintoista tarkastella maailmanlaajuisesti lentoasemien välisiä eroja pelastus- ja ensihoitotoimintaan varautumisessa ja toimintavalmiudessa. Onko onnettomuuden seuraukset samanlaisia kaikkialla vai onko lentoasemien välillä merkittäviä eroja? Olisiko samanlaisen onnettomuuden lopputulos erilainen eri maissa? Pelastuspalvelun ja ensihoitotoiminnan näkökulmasta lentoasemien väliset erot on merkittäviä. Pelkästään pelastustoimintaan osallistuvien toimijoiden suunnitelmat ja koulutus- ja valmiustaso vaikuttavat merkittävästi onnettomuuden lopputulokseen.

Kansainvälisesti arvioiden, uskon Helsinki-Vantaan lentoaseman olevan tässä suhteessa erittäin hyvällä tasolla. Mahdollisen ilmaliikenneonnettomuuden pelastustoiminnan suunnitteluun on käytetty ja käytetään jatkuvasti paljon aikaa ja asiantuntemusta, vaikkakaan tuhoisaa onnettomuutta lentoasemalla ei ole vielä tapahtunut. Toisaalta juuri riskin toteutumiseen liittyvät epävarmuustekijät edellyttävät jatkuvaa varautumista ja valmiutta, sillä kukaan ei pysty sanomaan milloin ja minkälainen onnettomuus tulee tapahtumaan. Vai onko todellisuus ja tulevaisuus niin ruusuisia, ettei onnettomuutta tule koskaan tapahtumaankaan??

Kokonaisuudessaan tätä opinnäytetyötä varten tehty kirjallisuuskatsaus ja tilastoanalyysi ilmaliikenneonnettomuuksista antavat uusia mielenkiintoisia näkemyksiä ensihoitopalvelun ja pelastustoiminnan varautumiseen. Nykyisten suunnitelmien pohjana ei ole juurikaan käytetty todellista tietoutta maailmalla tapahtuneista ilmaliikenneonnettomuuksista ja ilmaliikenneonnettomuuksien riskeistä. Toivon, että tämän työn pohjalta suunnitelmia päivitettäessä otetaan huomioon niitä tosiseikkoja, joita maailmalla on havaittu toteutuneiden onnettomuuksien yhteydessä.

Pyörää ei aina tarvitse keksiä uudelleen ja uudelleen, joskus on tarve pysähtyä tutkiskelemaan maailmaa, oppia sieltä jotain uutta, jota voi soveltaa oman työnsä eteenpäin viemiseksi.

8.1 Jatkotutkimusaiheita

Aiheeseen liittyviä jatkotutkimusaiheita on useita, jo pelkästään vastaavan työn tekeminen esimerkiksi ICAOn tai muun laajan aineiston pohjalta antaisi uudenlaista näkökulmaa aiheeseen, kun tarkasteluun saataisiin myös potkuri-turbiinikoneet. Samalla suurempi otanta parantaisi merkittävästi tutkimuksen luotettavuuden arviointia.

Toinen mielenkiintoinen aihe olisi tutkia mahdolliseen ilmaliikenneonnettomuuteen käytettävissä olevia resursseja ja viranomaisten välistä yhteistyötä. Tässä työssä toteutettu riskinkartoitus antaa vastauksia ilmaliikenneonnettomuuden riskin todennäköisyyteen ja mahdollisiin seurauksiin. Se miten pelastustoimintaan osallistuvat eri viranomaiset reusursoivat toimintaan ja toimivat käytännössä kun riski jonain päivänä toteutuisi on mielenkiintoinen kysymys.

Ilmaliikenneonnettomuus - Helsinki-Vantaan lentoasema

Terveysthuollon resurssianalyysi ilmaliikenneonnettomuudessa.

Lähteet

Aalto, E., Pöllänen, M., Mäntynen, J., Mäkelä, T. & Rauhamäki, H. 2012. Suomen lentoliikenne vuoteen 2025 - neljä skenaariota. Helsinki: Liikenteen turvallisuusvirasto.

Aapro, K., Hassinen M., Härkönen, T., Jolma, K., Karppinen, T., Kohvakka, K., Laakso-Eräkallio, M., Mäkinen, A., Nyman, S., Normia, P., Pahkala, O., Parkko, V., Pennanen, O., Sivula, S., Tainio, E., Valpasvuo, V., Valtonen, V., Villanen, P. & Wihuri, P. 2008. Suuronnettomuuksien ja ympäristötuhojen torjunta. Helsinki: Sisäasianministeriö.

Afshar, A., Hajyhoisseinloo, M., Eftekhari, A., Safari, M. & Yekta, Z. 2012. A Report of the Injuries Sustained in Iran Air Flight 277 that Crashed near Urmia, Iran. Archives of Iranian Medicine , Vol 15 (5), 317-319.

Ahloth, J. & Pöllänen, M. 2011. Liikenneturvallisuus. Tampere: Liikenteen tutkimuskeskus - VERNE.

Airbus. 2011. Airbus Global Market Forecast 2010 - 2029. Toulouse: Airbus.

Aviation Herald. 2012. Crash: Iran Air B722 near Uromiyeh on Jan 9th 2011. Viitattu 05.11.2012. <http://avherald.com/h?article=435f1587>

Aviation Safety Network. 2011. Viitattu 05.11.2012. <http://aviation-safety.net/index.php>

Barnett, A. & Wang, A. 1998. Airline Safety: The Recent Record, NEXTOR Research Report RR-98-7. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts, National Center of Excellence in Aviation Operations Research.

Barnett, A. 2010. Cross-National Differences in Aviation Safety Records. Transportation Science , vol. 44 (3), 322-332.

Boeing 2001. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959 - 2000. Seattle: Boeing.

Boeing. 2011. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959 - 2010. Seattle: Boeing.

Boeing. 2012. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959 - 2011. Seattle: Boeing.

Chaturvedi, A. & Sanders, D. 1996. Aircraft fires, smoke toxicity, and survival. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 67 (3), 275-278.

Civil Aviation Authority UK. 2006. *Aviation Safety Review 2005, CAP763*. Lontoo: Civil Aviation Authority.

Civil Aviation Authority UK. 2008. *Aviation Safety Review 2008, CAP780*. Lontoo: Civil Aviation Authority.

Civil Aviation Authority UK. 2008. *Global Fatal Accident Review 1997 - 2006, CAP776*. Lontoo: Civil Aviation Authority.

Coalition for Airport and Airplane Passenger Safety. 1999. *Surviving the Crash - The Need to Improve Lifesaving Measures at Our Nation's Airports*. Washington DC, CAAPS.

Cullen, S., Dejohn, C., Krämer, M., Shanahan, D. & Tejada, F. 2005. *Pathological Aspects and Associated Biodynamics in Aircraft Accident Investigation*. Brysseli: NATO.

EASA. 2012. *Annual Safety Review 2011*. Köln: European Aviation Safety Agency.

Ekman, S. & Virta, J. 2010. *Toimintaohje - Lääkinnän kenttätoimintojen käynnistäminen ilmaliikenneonnettomuus (vaara)tilanteissa Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja sen lähialueilla*. Vantaa: Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri ja Keski-Uudenmaan pelastuslaitos.

European Transport Safety Council. 1996. *Increasing the survival rate in aircraft accidents*. Brysseli: ETSC.

Finavia. 2012a. *Finavian lentoliikennetilasto 2011*. Vantaa: Finavia.

Finavia. (2012b). *Helsinki-Vantaan kuusi vuosikymmentä*. Viitattu 05.12.2012. <https://www.helsinki-vantaa.fi/enemman-tietoa/helsinki-vantaa-lyhyesti/helsinki-vantaa-60-vuotta/historia>

Finavia. 2012c. *Finavia OYJ Ympäristöraportti 2011*. Vantaa: Finavia.

Finavia. 2012d. *Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden käyttöaste tilastot 2007 - 2011*. Vantaa: Finavia.

Finavia. 2012e. *Suomen ilmailukäsikirja - eaip*. Viitattu 29.12.2012. <https://ais.fi/ais/eaip/fi/>

Flightglobal. 2011. Airliner Census 2010. Viitattu 23.01.2013.
<http://www.flightglobal.com/news/articles/airliner-census-2010-fleet-growth-marginal-and-idle-jets-at-record-high-346301/>

Friedman, A., Floman, Y., Sabatto, S., Safran, O. & Mosheiff, R. 2002. Light Aircraft Crash - A Case Analysis of Injuries. Israel Medical Association Journal (IMAJ), vol 4, 337-339.

Hart-Davis, A. 2010. Tiede: Suuri ensyklopedia. Helsinki: Readme.fi.

Hänninen, M. & Kujala, P. 2007. Meriliikenteen yhteentörmäys- ja karilleajoriskin mallinnus - kirjallisuuskatsaus. Helsinki Tekninen korkeakoulu, Laivalaboratorio.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

ICAO. 2001. Aircraft accident and incident investigation - Annex 13. 9. painos. Montreal: ICAO.

ICAO. 2004. Aviation occurrence categories (versio 4.1). Montreal: ICAO, Common taxonomy team.

ICAO. 2007. Global Aviation Safety Plan. Montreal: ICAO.

ICAO. 2009. Safety Management Manual (SMM). Montreal: ICAO.

ICAO. 2011a. Phase of flight - definitions. Montreal: ICAO.

ICAO. 2011b. State of Global Aviation Safety. Montreal: ICAO.

ICAO. 2012a. 2012 Safety Report. Montreal: ICAO.

ICAO. 2012b. ICAO ADREP database. Viitattu 29.12.2012.
<http://www2.icao.int/en/ism/iStars/Pages2/Accident%20statistics.aspx>

Ilmailumääräys GEN M1-4. 2010.

Ilmailumääräys OPS M1-1. 2006.

Ilmailumuseo. 2012. Helsinki-Vantaan kuusi vuosikymmentä näyttely. Vantaa

JACDEC. 2013. JACDEC Safety Ranking 2012. Viitattu 10.01.2013.
http://www.jacdec.de/jacdec_safety_ranking_2012.htm

Leskelä, T., Linnanto, T., Viinikainen, M., Pesu, M. & Routama, S. 2008a. Helsinki-Vantaan lentoasema, lentokoneiden melu kehitystilanteessa 2025, A3/2008. Vantaa: Finavia.

Leskelä, T., Linnanto, T., Viinikainen, M., Routama, S., Pesu, M. & Kauppila, E. 2008b. Ilmailulaitos Finavia, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2007. Vantaa: Finavia.

Leskelä, T., Linnanto, T. & Viinikainen, M. 2009. Ilmailulaitos Finavia, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2008. Vantaa: Finavia.

Leskelä, T., Linnanto, T. & Viinikainen, M. 2010. Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2009. Vantaa: Finavia.

Leskelä, T., Linnanto, T. & Viinikainen, M. 2011. Finavia Oyj, Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2010. Vantaa: Finavia.

Leskelä, T., Linnanto, T. & Viinikainen, M. 2012. Helsinki-Vantaan lentoasema, Lentokonemeluselvitys, toteutunut tilanne vuonna 2011. Vantaa: Finavia.

Li, G. & Baker, S. 1997. Injury Patterns in Aviation-Related Fatalities: Implications for Preventive Strategies. *American Journal of Forensic Medicine & Pathology* , vol 18 (3), 265-270.

Li, G., Gebrekristos, H. & Baker, S. 2008. FIA Score: a simple risk index for predicting fatality in aviation crashes. *Journal of Trauma* , vol 65 (6), 1278-1283.

Lillehei, K. & Robinson, M. 1994. A critical analysis of the fatal injuries resulting from the Continental flight 1713 airline disaster: evidence in favor of improved passenger restraint systems. *Journal of Trauma*, vol 37 (5), 826-830.

Ministry of Aviation Federal Republic of Nigeria. 2006. Civil aviation accident report, FMA/AIPB/424.

Mirzatolooei, F. & Bazzari, A. 2012. Analysis of orthopedic injuries in an airplane landing disaster and a suggested mechanism of trauma. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 3/2012.

National Transportation Safety Board. 1988. Aircraft accident report NTSB/AAR-88/09. Washington DC: NTSB.

National Transportation Safety Board. 2001. Survivability of Accidents Involving Part 121 U.S. Air Carrier Operations, 1983 Through 2000. Washington DC: NTSB.

National Transportation Safety Board. 2011. Review of U.S. Civil Aviation Accidents 2007 - 2009. Washington DC: NTSB.

Onnettomuustutkintakeskus. 1989. Suuronnettomuuden tutkintaselostus N:O 1/1989. Helsinki: Onnettomuustutkintakeskus.

Onnettomuustutkintakeskus. 2012. Ilmaliikenneonnettomuuksien tutkinnat 2005-2009. Viitattu 02.01.2013.

<http://www.turvallisuustutkinta.fi/Etusivu/Tutkintaselostukset/Ilmailu/Ilmailuntilastot>

Postma, I., Winkelhagen, J., Bloemers, F., Heetveld, M., Bijlsma, T. & Goslings, J. 2011. February 2009 Airplane Crash at Amsterdam Schiphol Airport: An Overview of Injuries and Patient Distribution. *Prehospital and Disaster Medicine*, vol 26 (4), 299-304.

Rahikainen, J. 2005. Keski-Uudenmaan riskianalyysi. Vantaa: Keski-Uudenmaan pelastuslaitos.

Rauhämäki, H., Mäntynen, J., Mäkelä, T., Sinisalo, E. & Kalenoja, H. 2006. Lentoliikenne ja lentoasemat. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Seleye-Fubara, D., Etebu, E. & Amakiri, C. 2011. Aero-disaster in Port Harcourt, Nigeria: A case study. *Annals of African Medicine*, vol 10 (1), 51-54.

SFS-IEC 60300-3-9. 2000. Teknisten järjestelmien riskianalyysi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Siitonen, T-M. 2011. Siviili-ilmailun onnettomuus- ja vaaratilannetutkinta - luentomateriaali. Helsinki: Onnettomuustutkintakeskus.

Sitra. 2002. Riskien hallinta Suomessa, esiselvitys, Helsinki: Sitra.

Smithsonian National Air and Space Museum. 2012. Milestones of Flight - 1903 Wright Flyer. Viitattu 01.01.2013.
<http://airandspace.si.edu/exhibitions/gal100/wright1903.html>

Sotilasilmalumääräys MIL AGA M3-1. 2010.

The Dutch Safety Board. 2010. Crashed during approach, Boeing 737-800 near Amsterdam Schiphol Airport, 25 February 2009. Haag: DSB.

Turvallisuustutkintalaki 525/2011.

Wikipedia. 2012a. Ikaros. Viitattu 01.01.2013.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ikaros>

Wikipedia. 2012b. Aviation accidents and incidents. Viitattu 01.01.2013.
http://en.wikipedia.org/wiki/Aviation_accidents_and_incidents

Wikipedia. (2013). Leonardo da Vinci. Viitattu 06.01.2013.
http://fi.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci

VTT. 2011. Riskianalyysi menetelmät. Viitattu 10.10.2012.
http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_menetelmat.jsp

Kuviot

Kuvio 1 Ilmaliikenteen määrän kehittyminen maailmalla 1970 - 2030	13
Kuvio 2 Ilmaliikenteen määrän kehittyminen Suomessa 1970 - 2010	14
Kuvio 3 Helsinki-Vantaan lentoaseman sijainti	15
Kuvio 4 Lento-operaatioiden määrä 2007-2011.	16
Kuvio 5 Helsinki-Vantaan lentoaseman lentoonlähtöjen ja laskeutumisten keskiarvomäärä vuorokauden eri tunteina vuonna 2011.....	17
Kuvio 6 Helsinki-Vantaan lentoaseman liikenteen jakautuminen eri viikonpäiville vuonna 2011.	18
Kuvio 7 Helsinki-Vantaa lentoaseman yleiskartta ja kiitoteiden numerointi	19
Kuvio 8 Helsinki-Vantaan lentoaseman kiitoteiden keskimääräinen käyttöaste 2007-2011	20
Kuvio 9 Lähtevien koneiden mediaani lentoreitit.....	21
Kuvio 10 Saapuvien koneiden mediaani lentoreitit	21
Kuvio 11 Lennonvaiheet.....	27
Kuvio 12 Riskianalyysi prosessina	28
Kuvio 13 Riskienhallinnan kokonaisuus.	28
Kuvio 14 James Reasonin teoria	31
Kuvio 15 Riskien luokittelumalli haitallisen tapahtuman seurausten vakavuuden ja esiintymisen todennäköisyyden perusteella	35
Kuvio 16 ICAOn riskimatriisin malli.....	37
Kuvio 17 ICAO - Riskin siedettävyyden matriisi.....	38
Kuvio 18 Onnettomusriski lennonvaiheittain	41
Kuvio 19 Ilmaliikenteen, ilmaliikenneonnettomuuksien ja onnettomuuksissa menehtyneiden määrä 2005-2011	42
Kuvio 20 Ilmaliikenteen jakautuminen maanosittain 2005 - 2011	42
Kuvio 21 Ilmaliikenneonnettomuuksien tapahtumatiheys maailmassa 2005-2011	43
Kuvio 22 Ilmaliikenneonnettomuuksien tapahtumatiheys Euroopassa 2005-2011.....	43
Kuvio 23 Ilmaliikenneonnettomuuksien keskiarvoinen tapahtumatiheys maanosittain 2005-2011	44
Kuvio 24 Ilmaliikenneonnettomuuksien määrä Euroopassa 2005-2011.....	44
Kuvio 25 Maailman säännöllisen kaupallisen lentoliikenteen kuolemaan johtaneet onnettomuudet 1989 - 2008.....	45
Kuvio 26 Onnettomuuksien tapahtuma-aika (päivä/yö).....	46
Kuvio 27 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet maanosittain 1997-2006 lento-operaattorin kotialueen mukaan	48
Kuvio 28 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet maanosittain 2002-2011... ..	49
Kuvio 29 Onnettomuuksissa menehtyneet maanosittain.....	50
Kuvio 30 Vammautumisen aste 1998 - 2007.....	52
Kuvio 31 Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät	55
Kuvio 32 Onnettomuudet lennonvaiheittain 1991-2000 ja 2001-2010	57
Kuvio 33 Selviytyvyys ilmaliikenneonnettomuudesta USA:ssa 1983-2000 ...	68
Kuvio 34 Selviytyneiden osuus kaikissa onnettomuuksista USA:ssa 1983-2000.....	69

Kuvio 35 Onnettomuuksien tapahtumatiheys USA:ssa 1983-2000	70
Kuvio 36 Selviytyneiden osuus vakavissa onnettomuuksissa USA:ssa 1983-2000	71
Kuvio 37 Onnettomuuden vuosittain	77
Kuvio 38 Onnettomuuden kuukausittain 2000-2011	78
Kuvio 39 Onnettomuudet viikonpäivittäin.....	79
Kuvio 40 Onnettomuudet tunneittain.....	80
Kuvio 41 Onnettomuudet maanosittain.....	83
Kuvio 42 Onnettomuudet lentokonevalmistajittain	89
Kuvio 43 Onnettomuudet lentokonesarjoittain.....	90
Kuvio 44 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä lento-operaatiolajeittain	91
Kuvio 45 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä valmistajittain.....	92
Kuvio 46 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä maanosittain	93
Kuvio 47 Onnettomuuteen joutuneen koneen keski-ikä lentokonesarjoittain.....	93
Kuvio 48 Onnettomuudet operaatiolajeittain	94
Kuvio 49 Onnettomuudet lennonvaiheittain	95
Kuvio 50 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet lennonvaiheittain	96
Kuvio 51 Onnettomuudet tarkemman lennonvaihejaon mukaisesti	97
Kuvio 52 Kuolemaan johtaneet onnettomuudet lennonvaiheittain Euroopassa	98
Kuvio 53 Koneessa olleiden miehistön ja matkustajien keskiarvomäärä lento-operaatiolajeittain	99
Kuvio 54 Onnettomuudesta koneelle aiheutunut vaurioluokka	100
Kuvio 55 Onnettomuudesta aiheutunut maksimi vammaluokat koneessa olijoille	101
Kuvio 56 Onnettomuuksien vakavuus	102
Kuvio 57 Koneen vaurioluokka vs. koneessa olleiden maksimi vammaluokka.....	103
Kuvio 58 Onnettomuuden vakavuus vs. maksimi vammaluokka	104
Kuvio 59 Kaikista onnettomuuksista selvinneiden osuus	105
Kuvio 60 Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista selvinneiden osuus ..	105
Kuvio 61 Selviytyneiden osuus kaikissa onnettomuuksissa.....	106
Kuvio 62 Selviytyneiden osuus lennonvaiheittain kaikissa onnettomuuksissa.....	106
Kuvio 63 Selviytymisen todennäköisyys lennonvaiheittain onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut	107
Kuvio 64 Menehtyneiden määrä lennonvaiheittain	107
Kuvio 65 Vammautumisen aste kaikissa onnettomuuksissa.....	109
Kuvio 66 Vammautumisen aste kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa.....	109
Kuvio 67 Vammautumisen aste onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut.....	110
Kuvio 68 Vammautumisen aste Euroopassa tapahtuneissa onnettomuuksissa.....	111
Kuvio 69 Vammaluokkien jakautuminen lennonvaiheittain	111
Kuvio 70 Vammaluokkien jakautuminen lennonvaiheittain onnettomuuksissa, joissa kone on tuhoutunut	112

Taulukot

Taulukko 1	Kymmenen yleisintä konetyyppiä vuonna 2011	22
Taulukko 2	Kymmenen yleisintä konetyyppiä 2025	23
Taulukko 3	Lennonvaiheiden määritelmät	26
Taulukko 4	Esimerkki kaavassa käytetyt onnettomuuden seurausluokat lento-onnettomuuden välittömien ja välillisten seurauksien arvioimisesta	33
Taulukko 5	Riskin todennäköisyyden arviointi ICAOn malli.....	36
Taulukko 6	Riskin seurausten vakavuuden arviointi ICAOn malli	37
Taulukko 7	Onnettomuuksien seuraukset	50
Taulukko 8	Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät	56
Taulukko 9	Denverin onnettomuudessa loukkaantuneet.....	59
Taulukko 10	Port Harcourt 10.12.2005 koneessa olleet.....	61
Taulukko 11	Schipholin onnettomuuden vammaprofiili	63
Taulukko 12	Urmian onnettomuuden vammaprofiili.....	64
Taulukko 13	Urmian onnettomuudesta selvinneillä todettujen vammojen lukumäärät.....	65
Taulukko 14	Urmian onnettomuuden ortopedisten vammojen jakautuminen.....	66
Taulukko 15	Atarotin onnettomuuden vammaprofiili	67
Taulukko 16	Boeingin tietoaaineiston tietokentät	73
Taulukko 17	Tietoaaineiston sisältö	74
Taulukko 18	Onnettomuudet vuosittain	78
Taulukko 19	Onnettomuudet kuukausittain.....	79
Taulukko 20	Onnettomuudet viikoppäivittäin	80
Taulukko 21	Onnettomuudet tunneittain	81
Taulukko 22	Onnettomuudet tunneittain ja viikoppäivittäin ristiintaulukointi	82
Taulukko 23	Onnettomuudet maanosittain	83
Taulukko 24	Onnettomuudet maittain (TOP10)	84
Taulukko 25	Onnettomuudet Euroopassa maittain	85
Taulukko 26	Onnettomuudet lentoyhtiöittäin (TOP10)	86
Taulukko 27	Onnettomuudet lentoyhtiöiden kotimaittain (TOP10).....	87
Taulukko 28	Onnettomuudet Euroopassa lentoyhtiöittäin.....	88
Taulukko 29	Onnettomuudet Euroopassa lentoyhtiöittäin.....	88
Taulukko 30	Onnettomuudet lentokonevalmistajittain	89
Taulukko 31	Lentokoneiden iän tunnusluvut	91
Taulukko 32	Lentokoneiden keski-iän tunnusluvut operaatiolajeittain	92
Taulukko 33	Onnettomuudet operaatiolajeittain tunnusluvut.....	95
Taulukko 34	Onnettomuudet lennonvaiheittain tunnusluvut.....	96
Taulukko 35	Onnettomuudet tarkemman lennonvaihejaon mukaisesti.....	98
Taulukko 36	Miehistön määrä operaatiolajeittain	99
Taulukko 37	Matkustajien määrä operaatiolajeittain	100
Taulukko 38	Onnettomuudesta koneelle aiheutunut vaurioluokka.....	101
Taulukko 39	Onnettomuudesta aiheutunut maksimi vammaluokka	102
Taulukko 40	Onnettomuuksien vakavuus	103
Taulukko 41	Menehtyneiden määrä lennonvaiheittain	108

Liitteet

Liite 1 Tutkimusaineisto - luettelo onnettomuuksista	137
--	-----

Liite 1 Tutkimusaineisto - luettelo onnettomuuksista

Date	Airline	Model family	Accident Location	Phase of Flight	Injury Category
30.01.2000	Kenya Airways	A310	Abidjan, Ivory Coast	ENR	Fatal
31.01.2000	Alaska Airlines	MD-80	Port Hueneme, CA, USA	ENR	Fatal
03.02.2000	Trans Arabian Air Transport	B707	Mwanza, Tanzania	APR	None
11.02.2000	Air Afrique	A300	Dakar, Senegal	TXI	None
12.02.2000	Transafrik	B727	Luanda, Angola	LDG	Minor
16.02.2000	Emery Worldwide	DC-8	Sacramento, CA, USA	ICL	Fatal
22.02.2000	Egyptair	B767	Harare, Zimbabwe	LDG	Minor
26.02.2000	Iran Air	B747	Jeddah, Saudi Arabia	TXI	UNK
27.02.2000	Transbrasil	B737	Porto Alegre, Brazil	LDG	UNK
01.03.2000	South African Airways	A320	Lusaka, Zambia	LDG	UNK
05.03.2000	Southwest Airlines	B737	Burbank, CA, USA	LDG	Serious
19.03.2000	Aero Continente	B727	Tacna, Peru	LDG	UNK
01.04.2000	Continental Micronesia	B727	Yap, Caroline Island	LDG	UNK
19.04.2000	Air Philippines	B737	Davao, Philippines	APR	Fatal
22.04.2000	Turkish Airlines	RJ-70	Siirt, Turkey	LDG	UNK
22.04.2000	QANTAS	B747	Rome, Italy	TXI	UNK
30.04.2000	DAS Air Cargo	DC-10	Entebbe, Uganda	LDG	Fatal
25.05.2000	Air Liberte	MD-80	Paris, France	TOF	Fatal
07.06.2000	Varig Airlines	B767	Sao Paulo, Brazil	TOF	None
26.06.2000	Yemenia Airways	B737	Khartoum, Sudan	LDG	UNK
12.07.2000	Hapag Lloyd	A310	Vienna, Austria	LDG	Minor
17.07.2000	Alliance Air	B737	Patna, India	APR	Fatal
25.07.2000	Air France	Concorde	Paris, France	ICL	Fatal
08.08.2000	Airtran Airlines	DC-9	Greensboro, NC, USA	ENR	Minor
23.08.2000	Gulf Air	A320	Manama, Bahrain	APR	Fatal
21.09.2000	Republic of Togo	B707	Niamey, Niger	APR	None
06.10.2000	Aeromexico	DC-9	Reynosa, Mexico	LDG	Serious
31.10.2000	Singapore Airlines	B747	Taipei, Taiwan	TOF	Fatal
05.11.2000	Camaroon Airlines	B747	Paris, France	LDG	None
13.11.2000	Ghana Airways	DC-9	Conakry, Guinea	LDG	UNK
20.11.2000	American Airlines	A300	Miami, FL, USA	LDG	Fatal
24.11.2000	Airtran Airlines	DC-9	Atlanta, GA, USA	ENR	UNK
30.11.2000	Futura International Airways	B737	Shannon, Ireland	LDG	Minor
23.12.2000	Hawaiian Air	DC-10	Papeete, Tahiti	LDG	None
05.01.2001	Air Gemini Cargo	B727	Dundo, Angola	LDG	Fatal
09.01.2001	LAB	B727	Buenos Aires, Argentina	TXI	UNK
31.01.2001	L.A. Suramericanas	Caravelle 10R	El Yopal, Colombia	APR	Fatal
07.02.2001	Iberia	A320	Bilbao, Spain	LDG	Serious
03.03.2001	Thai Airways	B737	Bangkok, Thailand	STD	Fatal
06.03.2001	FedEx	DC-10	Boston, MA, USA	TOF	None
07.03.2001	Skymaster Airways	B707	Sao Paulo, Brazil	LDG	None
11.03.2001	Express One	B727	Pohnpei Is., Micronesia	LDG	None
17.03.2001	Northwest Airlines	A320	Detroit, MI, USA	TOF	Minor
22.03.2001	Tunis Air	A320	Djerba, Tunisia	LDG	UNK
23.03.2001	Luxor Air	B707	Monrovia, Liberia	LDG	UNK
04.04.2001	Royal Aviation Inc	B737	St. Johns, Newfoundland	LDG	None
04.04.2001	Fine Air	DC-8	Cali, Colombia	LDG	Fatal
10.05.2001	Angola Air Charter	B727	N'zagi, Angola	LDG	UNK
22.05.2001	First Air	B737	Yellowknife, NW Territories	LDG	None
23.05.2001	American Airlines	F-100	Dallas, TX, USA	LDG	None
06.07.2001	Air Transat	L-1011	Lyon, France	ENR	None

17.07.2001	TAME	F-28	Tulcan, Ecuador	LDG	None
01.08.2001	Yemenia Airways	B727	Asmara, Eritrea	LDG	Minor
24.08.2001	Air Transat	A330	Praia Da Vitoria, Azores	ENR	Serious
28.08.2001	Eagle Aviation	BAC1	Libreville, Gabon	LDG	UNK
06.09.2001	Aerpostal	DC-9	Port Of Spain, Trinidad	TXI	UNK
07.09.2001	Equaflight Services	B707	Lubumbashi, Congo	LDG	UNK
16.09.2001	Varig Airlines	B737	Goiania, Brazil	LDG	UNK
15.09.2001	TAM Linhas Aereas	F-100	Belo Horizonte, Brazil	ENR	Fatal
08.10.2001	SAS	MD-87	Milan, Italy	TOF	Fatal
14.10.2001	Jet Airways	B737	Chenni, India	STD	Serious
17.10.2001	Pakistan Int'l Airlines	A300	Dubai, UAE	LDG	UNK
20.10.2001	Tunis Air	A300	Djerba, Tunisia	LDG	Fatal
12.11.2001	American Airlines	A300	New York City, NY, USA	ICL	Fatal
24.11.2001	Crossair	RJ-100	Zurich, Switzerland	APR	Fatal
27.11.2001	MK Airlines	B747	Port Harcourt, Nigeria	APR	Fatal
14.01.2002	Lion Air	B737	Pekanbaru, Indonesia	TOF	Serious
16.01.2002	Garuda Indonesia	B737	Yogyakarta, Indonesia	APR	Fatal
24.01.2002	Northwest Airlines	DC-9	Indianapolis, IN, USA	TXI	Serious
28.01.2002	TAME	B727	Ipiales, Colombia	APR	Fatal
28.02.2002	Fine Air	DC-8	Singapore, Singapore	TXI	UNK
18.03.2002	Varig Cargo Airlines	B727	Belo Horizonte, Brazil	LDG	None
21.03.2002	Northwest Airlines	DC-10	Miami to Amsterdam	ENR	Serious
02.04.2002	Egyptair	A320	Cairo, Egypt	LDG	UNK
15.04.2002	Air China	B767	Pusan, South Korea	APR	Fatal
26.04.2002	Hewa Bora Airways	B707	Kinshasa, Rep. of the Congo	LDG	UNK
27.04.2002	Centurion Air Cargo	DC-10	San Salvador, El Salvador	TOF	None
04.05.2002	EAS Airlines	BAC1	Kano, Nigeria	ICL	Fatal
07.05.2002	Egyptair	B737	Tunis, Tunisia	APR	Fatal
22.05.2002	Monarch Airlines	B757	Gibraltar, Gibraltar	LDG	None
25.05.2002	China Airlines	B747	Taipei to Hong Kong	ENR	Fatal
03.06.2002	Northwest Airlines	DC-9	Minneapolis, MN, USA	LDG	None
14.06.2002	Intercontinental de Aviacion	DC-9	Neiva, Colombia	LDG	None
26.06.2002	All Nippon Airways	B767	Shimajishima, Japan	LDG	None
27.06.2002	Olympic Airways	B737	Athens, Greece	STD	UNK
01.07.2002	DHL Airways	B757	Uberlingen, Germany	ENR	Fatal
06.07.2002	Air France	A320	Paris, France	TOF	UNK
04.07.2002	New Gomair	B707	Banguil, Central African Rep.	APR	Fatal
26.07.2002	FedEx	B727	Tallahassee, FL, USA	APR	Serious
28.08.2002	America West Airlines	A320	Phoenix, USA	LDG	Serious
30.08.2002	TAM Linhas Aereas	F-100	Aracatuba, Brazil	ENR	UNK
30.08.2002	TAM Linhas Aereas	F-100	Sao Paulo, Brazil	LDG	UNK
12.10.2002	Avianca	B757	Bogota, Colombia	STD	Fatal
31.10.2002	Aeromexico	DC-9	Monterrey, Mexico	LDG	Minor
09.11.2002	American Airlines	MD-80	New York, USA	TXI	Serious
13.12.2002	Arrow Air	DC-8	Singapore, Singapore	LDG	None
08.01.2003	Turkish Airlines	RJ-100	Diyarbakir, Turkey	APR	Fatal
09.01.2003	TAN Airlines	F-28	Chachapoyas, Peru	APR	Fatal
17.01.2003	TAME	F-28	Quito, Ecuador	TOF	Serious
23.01.2003	Star Air	B737	Jakarta, Indonesia	LDG	UNK
26.01.2003	VASP Airlines	B737	Rio Branco, Brazil	APR	None
15.02.2003	Evergreen International Airlines	B747	Catania, Italy	LDG	UNK
06.03.2003	Air Algerie	B737	Tamanrasset, Algeria	ICL	Fatal
12.03.2003	Singapore Airlines	B747	Auckland, New Zealand	TOF	UNK
21.03.2003	Royal Air Maroc	B737	Marrakech, Morocco	LDG	UNK
21.03.2003	Transasia Airways	A321	Tainan, Taiwan	LDG	Minor
26.03.2003	Royal Air Maroc	B737	Oujda, Morocco	LDG	UNK
31.03.2003	Airtran Airlines	B717	New York, USA	STD	UNK

18.04.2003	Wetrafa Airlift	DC-9	Brazzaville, Congo	LDG	UNK
17.06.2003	Onur Air	MD-88	Groningen, Netherlands	TOF	Minor
06.07.2003	Cielos del Peru	DC-10	Curitiba, Brazil	LDG	None
08.07.2003	Sudan Airways	B737	Port Sudan, Sudan	APR	Fatal
11.07.2003	Air Memphis	B707	Dacca, Bangladesh	TOF	UNK
11.08.2003	Garuda Indonesia	F-28	Jakarta, Indonesia	LDG	UNK
15.08.2003	EasyJet	B737	Geneva, Switzerland	ENR	None
12.09.2003	Northwest Airlines	DC-9	Norfolk, USA	STD	Fatal
01.10.2003	Cargo Air Lines	B747	Liege, Belgium	LDG	UNK
03.10.2003	Garuda Indonesia	B737	Semarang, Indonesia	LDG	UNK
01.11.2003	Egyptair	A321	Moscow, Russia	TXI	UNK
06.11.2003	TAM Linhas Aereas	A320	Florianopolis, Brazil	LDG	UNK
29.11.2003	Hydro Air Cargo	B747	Lagos, Nigeria	LDG	UNK
06.12.2003	East African Safari Air	F-28	Lokichokio, Kenya	LDG	UNK
13.12.2003	Aero Continente	B737	Lima, Peru	LDG	Minor
18.12.2003	FedEx	MD-10	Memphis, USA	LDG	Minor
18.12.2003	Lineas Aereas Suramericanas	DC-9	Mitu, Colombia	ENR	Fatal
19.12.2003	Air Gabon	B737	Libreville, Gabon	LDG	UNK
20.12.2003	GOL Linhas Aereas	B737	Navegantes, Brazil	LDG	UNK
25.12.2003	Union Des Transports Africains	B727	Cotonou, Benin	TOF	Fatal
01.01.2004	Japan Air System	MD-81	Tokunoshima, Japan	LDG	UNK
03.01.2004	Flash Airlines	B737	Sharm El-Sheikh, Egypt	ENR	Fatal
05.01.2004	Austrian Airlines	F-70	Munich, Germany	APR	Minor
15.01.2004	Iran Air	B747	Beijing, China	LDG	UNK
19.01.2004	Air Malta	A320	Malta, Malta	TXI	UNK
20.02.2004	Austral Lineas Aéreas	MD-81	Buenos Aires, Argentina	TOF	UNK
25.02.2004	First Air	B737	Edmonton, Canada	LDG	UNK
01.03.2004	Pakistan Int'l Airlines	A300	Jeddah, Saudi Arabia	TOF	UNK
02.04.2004	Air Memphis	B707	Cairo, Egypt	TOF	UNK
09.04.2004	Emirates Airlines	A340	Johannesburg, South Africa	TOF	None
20.04.2004	Alitalia	MD-82	Trieste, Italy	TXI	None
27.04.2004	Aerosvit Airlines	B737	Moscow, Russia	TOF	UNK
28.04.2004	Centurion Air Cargo	DC-10	Bogota, Colombia	LDG	Minor
29.04.2004	Turkish Airlines	B737	Gaziantep, Turkey	LDG	UNK
13.06.2004	Turkish Airlines	A321	Istanbul, Turkey	LDG	UNK
17.06.2004	Egyptair	A300	Khartoum, Sudan	LDG	UNK
06.07.2004	Iberia	A319	San Pedro Sula, Honduras	LDG	UNK
21.07.2004	Aero California	DC-9	Mexico City, Mexico	TOF	Serious
25.07.2004	Inter Airlines	F-100	Istanbul, Turkey	LDG	UNK
03.08.2004	Volare Airlines	A320	Valencia, Spain	ICL	UNK
09.08.2004	Swissair	RJ-100	Frankfurt, Germany	ENR	None
11.08.2004	Air Guinee Express	B737	Free Town, Sierra Leone	TOF	UNK
28.08.2004	Transair Cargo	Caravelle 11R	Gisenya, Rwanda	LDG	UNK
08.10.2004	Biman Bangladesh Airlines	F-28	Sylhet, Bangladesh	LDG	UNK
14.10.2004	MK Airlines	B747	Halifax, Canada	TOF	Fatal
23.10.2004	BETA	B707	Manaus, Brazil	TXI	UNK
07.11.2004	Air Atlanta Icelandic	B747	Sharjah, United Arab Emirates	TOF	Fatal
07.11.2004	AirAsia	B737	Kota Kinabalu, Malaysia	LDG	UNK
28.11.2004	KLM - Royal Dutch Airlines	B737	Barcelona, Spain	LDG	Minor
30.11.2004	Lion Air	MD-82	Solo City, Indonesia	LDG	Fatal
09.12.2004	ASTAR Air Cargo	B727	Atlanta, USA	TXI	UNK
29.12.2004	Chanchangi Airlines	B727	Lagos, Nigeria	LDG	UNK
03.01.2005	Asia Airlines	B737	Banda Aceh, Indonesia	LDG	UNK
08.01.2005	Aero Republica	MD-80	Cali, Colombia	LDG	UNK
12.01.2005	Myanmar Airways	F-28	Myeik, Myanmar (Burma)	LDG	UNK
18.01.2005	Novair	A321	Sharm Al-Sheik, Egypt	LDG	UNK
23.01.2005	Spanair	MD-80	Asturias, Spain	LDG	UNK

24.01.2005	Atlas Air	B747	Dusseldorf, Germany	LDG	None
25.01.2005	Rebuplic of Yugoslavia	F-100	Podgorica, Yugoslavia	LDG	UNK
01.02.2005	Air France	A319	Paris, France	STD	Fatal
02.02.2005	El Al Israel Airlines	B747	Tel Aviv, Israel	TOF	UNK
03.02.2005	Kam Air	B737	Kabul, Afganistan	APR	Fatal
25.02.2005	Syrianair	B727	Kuwait City, Kuwait	LDG	UNK
02.03.2005	Continental Airlines	B777	Newark, New Jersey, USA	TOF	None
06.03.2005	Delta Air Lines	B757	Boston, Massachusetts, USA	TXI	Serious
07.03.2005	Mahan Air	A310	Tehran, Iran	LDG	UNK
19.03.2005	Ethiopian Airlines	B707	Entebbe, Uganda	LDG	UNK
01.04.2005	El Al Israel Airlines	B737	Tel Aviv, Israel	STD	UNK
07.04.2005	ICARO	F-28	Coca, Ecuador	LDG	UNK
14.04.2005	Merpati Nusantara Airlines	B737	Ujung, Pandang, Indonesia	LDG	UNK
20.04.2005	Saha AIR	B707	Tehran, Iran	LDG	Fatal
05.05.2005	Northwest Airlines	DC-9	Minneapolis, Minnesota, USA	STD	UNK
10.05.2005	Northwest Airlines	DC-9	Minneapolis, Minnesota, USA	TXI	Serious
10.05.2005	Northwest Airlines	A319	Minneapolis, Minnesota, USA	STD	Minor
13.05.2005	Delta Air Lines	MD-80	Denver, Colorado, USA	ENR	None
13.05.2005	Lufthansa Cargo	B747	Sharjah, United Arab Emirates	LDG	UNK
22.05.2005	Skyservice Airlines	B767	Punta Cana, Dominican republic	LDG	UNK
26.05.2005	Alitalia	MD-80	Prague, Czech Republic	STD	UNK
31.05.2005	Adam Air	B737	Jakarta Soekarno, Indonesia	LDG	UNK
07.06.2005	UPS	MD-11	Louisville, Kentucky, USA	LDG	None
12.06.2005	Chanchangi Airlines	B727	Lagos, Nigeria	LDG	UNK
19.06.2005	Mahfooz Aviation	B707	Addis Abeba, Ethiopia	LDG	UNK
01.07.2005	Biman Bangladesh Airlines	DC-10	Chittagong, Bangladesh	LDG	UNK
02.08.2005	Air France	A340	Toronto, Canada	LDG	Serious
09.08.2005	Saudia	MD-90	Cairo, Egypt	LDG	UNK
14.08.2005	Helios Airways	B737	Grammatikos, Greece	ENR	Fatal
16.08.2005	West Caribbean Airways	MD-82	Machiques, Venezuela	ENR	Fatal
19.08.2005	Northwest Airlines	B747	Agana, Guam	LDG	Minor
23.08.2005	Tans	B737	Pucallpa, Peru	APR	Fatal
24.08.2005	SAS	A340	Shanghai, China	TOF	UNK
05.09.2005	Mandala Airlines	B737	Medan, Indonesia	ICL	Fatal
08.09.2005	Saudia	B747	Colombo, Sri Lanka	TXI	Fatal
18.09.2005	Spirit Airlines	A321	Ft. Lauderdale, Florida, USA	LDG	None
09.10.2005	Sahara India Airlines	B737	Mumbai, India	LDG	Minor
22.10.2005	Bellview Airlines	B737	Lagos, Nigeria	ENR	Fatal
31.10.2005	MIBA Aviation	B727	Kindu, D.R. Congo	LDG	UNK
14.11.2005	Asian Spirit	RJ-146	Catarman, Philippines	LDG	UNK
08.12.2005	Southwest Airlines	B737	Chigaco, Illinois, USA	LDG	Fatal
10.12.2005	Sosoliso Airlines	DC-9	Port Harcourt, Nigeria	APR	Fatal
14.12.2005	FedEx	B727	Menphis, Tennessee, USA	STD	Serious
23.12.2005	Koda Air	B707	Istanbul, Turkey	STD	None
16.01.2006	Continental Airlines	B737	El Paso, TX, USA	STD	Fatal
07.02.2006	UPS	DC-8	Philadelphia, PA, USA	APR	Minor
04.03.2006	Air Macau	A321	Macau, China	STD	Serious
04.03.2006	Lion Air	MD-82	Surabaya, Indonesia	LDG	None
18.03.2006	Air Algerie	B737	Seville, Spain	LDG	Minor
19.04.2006	United Airlines	B777	Shanghai, China	ENR	Serious
03.05.2006	Armavia	A320	(near) Sochi, Russia	APR	Fatal
30.05.2006	Shuttle America	EMB170	Dulles, VA, USA	LDG	Serious
04.06.2006	Arrow Cargo	DC-10	Managua, Nicaragua	LDG	None
07.06.2006	TradeWinds Airlines	B747	Medellin, Colombia	TOF	None
09.06.2006	Asiana Airlines	A321	(near) Seoul, Korea	ENR	None
15.06.2006	TNT Airways	B737	East Midlands, UK	LDG	None
16.06.2006	Varig Airlines	MD-11	Brasilia, Brazil	LDG	None

23.06.2006	AMC Airlines	MD-83	Juba, Sudan	LDG	UNK
09.07.2006	S7 Airlines	A310	Irkutsk, Russia	LDG	Fatal
28.07.2006	FedEx	MD-10	Memphis, TN, USA	LDG	Minor
27.08.2006	China Eastern Airlines	A320	Beijing, China	STD	None
07.09.2006	DHL Airways	B727	Lagos, Nigeria	LDG	None
09.09.2006	KLM - Royal Dutch Airlines	MD-11	Amsterdam, Netherlands	LDG	UNK
14.09.2006	FedEx	MD-11	Subic Bay, Philippines	LDG	None
29.09.2006	GOL Linhas Aereas	B737	(near) Peixote Azavedo, Brazil	ENR	Fatal
03.10.2006	Mandala Airlines	B737	Tarakan, Indonesia	LDG	None
10.10.2006	Atlantic Airways (Faroe Islands)	RJ-146	Stord, Norway	LDG	Fatal
29.10.2006	ADC Airlines	B737	Abuja, Nigeria	ICL	Fatal
10.11.2006	Airtran Airlines	B717	Memphis, TN, USA	TXI	None
17.11.2006	Cielos Airlines	DC-10	Barranquilla, Colombia	LDG	Minor
18.11.2006	Aerosucre Colombia	B727	(near) Leticia, Colombia	APR	Fatal
24.12.2006	Lion Air	B737	Ujung Pandang, Indonesia	LDG	Minor
01.01.2007	Adam Air	B737	(near) Sulawesi Island, Indonesia	ENR	Fatal
13.01.2007	Gading Sari Aviation Services	B737	Kuching, Malaysia	LDG	None
25.01.2007	Regional Airlines	F-100	Pau, France	TOF	Fatal
04.02.2007	Tampa Cargo	DC-8	Miami, FL, USA	LDG	None
18.02.2007	Shuttle America	EMB170	Cleveland, OH, USA	LDG	Minor
21.02.2007	Adam Air	B737	Surabaya, Indonesia	LDG	None
07.03.2007	Garuda Indonesia	B737	Yogyakarta, Indonesia	LDG	Fatal
12.03.2007	Biman Bangladesh Airlines	A310	Dubai, United Arab Emirates	TOF	Minor
16.03.2007	Kish Air	MD-82	Kish Island, Iran	LDG	None
23.03.2007	Ariana Afghan Airlines	A300	Istanbul, Turkey	LDG	None
17.04.2007	Pakistan Int'l Airlines	A310	Karachi, Pakistan	LDG	None
30.04.2007	Royal Air Maroc	B737	Bamako, Mali	TOF	None
05.05.2007	Kenya Airways	B737	(near) Douala, Cameroon	ENR	Fatal
25.05.2007	Indonesia AirAsia	B737	Medan, Indonesia	LDG	None
28.06.2007	TAAG Angola Airlines	B737	M'banza Congo, Angola	LDG	Fatal
01.07.2007	Air China	B767	Beijing, China	STD	Minor
10.07.2007	Sky King	B737	Tunica, MS, USA	STD	Fatal
12.07.2007	Delta Air Lines	B777	Atlanta, GA, USA	STD	Serious
17.07.2007	Aero Republica	EMB190	Santa Marta, Colombia	LDG	Minor
17.07.2007	TAM Linhas Aereas	A320	Sao Paulo, Brazil	LDG	Fatal
18.08.2007	Swiss European Airlines	RJ-100	London, UK	LDG	None
20.08.2007	China Airlines	B737	Okinawa, Japan	TXI	Minor
29.08.2007	Myanmar Airways	F-28	Dawei, Myanmar	LDG	None
14.09.2007	Magnicharters	B737	Guadalajara, Mexico	LDG	None
14.09.2007	Avstar	B737	Ndola, Zambia	LDG	Serious
16.09.2007	One-Two-Go Airlines	MD-82	Phuket, Thailand	LDG	Fatal
23.09.2007	Kenya Airways	B737	Nairobi, Kenya	STD	Fatal
11.10.2007	AMC Airlines	MD-83	Istanbul, Turkey	LDG	None
26.10.2007	Philippine Airlines	A320	Butuan City, Philippines	LDG	Minor
26.10.2007	Air Europa	B737	Katowice, Poland	APR	None
28.10.2007	AeBal	B717	Palma, Spain	STD	Minor
01.11.2007	Mandala Airlines	B737	Malang, Indonesia	LDG	Minor
07.11.2007	Nationwide Airlines	B737	Cape Town, South Africa	TOF	None
09.11.2007	Iberia	A340	Quito, Ecuador	LDG	None
30.11.2007	Atlasjet Airlines	MD-83	(near) Isparta, Turkey	APR	Fatal
12.12.2007	Arkefly	B767	Chania, Greece	TXI	None
14.12.2007	JetBlue	EMB190	New York, NY, USA	STD	None
30.12.2007	TAROM	B737	Bucharest, Romania	TOF	None
02.01.2008	Iran Air	F-100	Tehran, Iran	TOF	None
03.01.2008	Atlas Blue	B737	Deauville, France	LDG	None
08.01.2008	Aigle Azur	A321	Algiers, Algeria	LDG	None
09.01.2008	Blue Air	RJ-146	Bacau, Romania	LDG	None

15.01.2008	Atlanta Islandic Cargo	A300	Paris, France	LDG	None
17.01.2008	British Airways	B777	London, United Kingdom	APR	Serious
28.01.2008	Merpati Nusantara Airlines	B737	Merauke, Indonesia	LDG	None
01.02.2008	Lloyd Aereo Boliviano	B727	(near) Trinidad, Bolivia	APR	None
02.02.2008	Atlas Air	B747	Lome, Togo	ENR	None
07.02.2008	Airlink QantasLink	B717	Darwin, Australia	LDG	None
25.02.2008	Aeromexico	B777	Mexico City, Mexico	TXI	None
01.03.2008	Dragonair	B747	Manchester, UK	LDG	None
10.03.2008	Adam Air	B737	Batam, Indonesia	LDG	Minor
14.03.2008	Air Algerie	B737	Setif, Algeria	LDG	None
20.03.2008	Saudi Arabian Airlines	B777	(near) Riyadh, Saudi Arabia	APR	None
24.03.2008	Aerosvit Airlines	B737	St. Petersburg, Russia	TXI	None
25.03.2008	Saudi Arabian Airlines	B747	Dhaka, Bangladesh	LDG	Minor
15.04.2008	Hewa Bora Airways	DC-9	Goma, Zaire	TOF	Fatal
22.04.2008	Carpatair	RJ-146	Bucharest, Romania	LDG	None
04.05.2008	Airblue Limited	A321	Quetta, Pakistan	LDG	None
16.05.2008	Asia Pacific Airlines	B727	Pohnpei, Micronesia	LDG	None
24.05.2008	Air Ivoire	A321	Cotonou, Benin	LDG	None
25.05.2008	Kalitta Air	B747	Brussels, Belgium	TOF	Minor
30.05.2008	TACA International Airlines	A320	Tegucigalpa, Honduras	LDG	Fatal
06.06.2008	Aerocondor	B737	(near) Pucallpa, Peru	ENR	None
10.06.2008	Sudan Airways	A310	Khartoum, Sudan	LDG	Fatal
14.06.2008	FedEx	DC-10	(near) New York, USA	ENR	None
18.06.2008	Comair	B737	Durban, South Africa	LDG	None
19.06.2008	China Eastern Airlines	A319	(near) Changsha, China	ENR	None
28.06.2008	ABX Air	B767	San Francisco, USA	STD	None
02.07.2008	Pakistan Int'l Airlines	B777	(near) Milan, Italy	ENR	None
06.07.2008	USA JetAirlines	DC-9	Saltillo, Mexico	APR	Fatal
07.07.2008	Kalitta Air	B747	(near) Bogota, Colombia	ICL	Fatal
14.07.2008	Chanchangi Airlines	B737	Port Harcourt, Nigeria	LDG	Minor
25.07.2008	QANTAS	B747	(near) Manilla, Philippines	ENR	None
05.08.2008	Lufthansa	A320	Manchester, United Kingdom	TXI	None
15.08.2008	Jet2	B737	(near) Bergamo, Italy	APR	None
20.08.2008	Spanair	MD-82	Madrid, Spain	TOF	Fatal
24.08.2008	ITEK AIR AirCompany	B737	(near) Bishkek, Kyrgyzstan	APR	Fatal
27.08.2008	Sriwijaya Air	B737	Jambi, Indonesia	LDG	Serious
30.08.2008	CONVIASA S.A.	B737	(near) Latacunga, Ecuador	ENR	Fatal
01.09.2008	HeavyLift International Airlines	DC-8	El Fasher, Sudan	LDG	None
14.09.2008	Aeroflot-Nord	B737	(near) Perm, Russia	APR	Fatal
22.09.2008	ICARO	F-28	Quito, Ecuador	TOF	None
01.10.2008	KD Avia	B737	Kaliningrad, Russia	LDG	None
07.10.2008	QANTAS	A330	(near) Learmonth, Australia	ENR	Serious
16.10.2008	Rutaca Airlines	B737	Caracas, Venezuela	LDG	None
27.10.2008	Cargo B Airlines	B747	Brussels, Belgium	TOF	None
10.11.2008	Ryanair	B737	Rome, Italy	APR	Minor
27.11.2008	XL Airways Germany	A320	(near) Perpignan, France	APR	Fatal
15.12.2008	Mesa Airlines	CRJ700	Chicago, USA	LDG	None
20.12.2008	Continental Airlines	B737	Denver, USA	TOF	Serious
26.12.2008	American Airlines	MD-83	Los Angeles, USA	TXI	None
06.01.2009	China Southern Airline	B777	(over) Pacific Ocean	ENR	Serious
15.01.2009	US Airways	A320	New Jersey, USA	ENR	Serious
17.01.2009	Iran Air	F-100	Yazd, Iran	STD	None
19.01.2009	Iran Air	F-100	Tehran, Iran	LDG	None
09.02.2009	Air Mediterranee	A321	Paris, France	LDG	None
13.02.2009	BA CityFlyer	RJ-100	London, United Kingdom	LDG	Minor
16.02.2009	Air Algerie	B737	In Aménas, Algeria	LDG	Minor
19.02.2009	Atlasjet Airlines	A320	Istanbul, Turkey	STD	None

23.02.2009	Royal Air Maroc	B737	Medina, Saudi Arabia	TOF	None
23.02.2009	Lion Air	MD-90	Batam, Indonesia	LDG	None
25.02.2009	Turkish Airlines	B737	Amsterdam, The Netherlands	LDG	Fatal
02.03.2009	CityJet	RJ-85	Dublin, Ireland	STD	None
09.03.2009	Lion Air	MD-90	Jakarta, Indonesia	LDG	None
20.03.2009	Emirates Airlines	A340	Melbourne, Australia	TOF	None
23.03.2009	FedEx	MD-11	Tokyo, Japan	LDG	Fatal
04.04.2009	Air China	A321	Beijing, China	LDG	None
09.04.2009	Aviastar Mandiri	RJ-146	(near) Wamena, Indonesia	APR	Fatal
12.04.2009	Wizz Air	A320	Timisoara, Romania	LDG	None
16.04.2009	Jade Cargo Int'l	B747	Incheon, South Korea	LDG	None
20.04.2009	Royal Air Maroc	B767	New York, USA	LDG	None
27.04.2009	Magnicharters	B737	Guadalajara, Mexico	LDG	Minor
29.04.2009	Bako Air	B737	(near) Massamba, Congo DR	ENR	Fatal
04.05.2009	Northwest Airlines	A320	Denver, USA	LDG	Minor
06.05.2009	World Airways	DC-10	Baltimore, USA	LDG	Serious
07.05.2009	NAS Air	A320	Alexandria, Egypt	LDG	None
08.05.2009	Saudi Arabian Airlines	MD-90	Riyadh, Saudi Arabia	TXI	None
08.05.2009	Asiana Airlines	B747	(near) Frankfurt, Germany	APR	None
19.05.2009	American Airlines	B777	Miami, USA	STD	Fatal
01.06.2009	Air France	A330	(over) Atlantic Ocean	ENR	Fatal
03.06.2009	China Cargo	MD-11	Urumqi, China	LDG	None
03.06.2009	Aeroflot-Nord	B737	(near) Moscow, Russia	ENR	None
06.06.2009	Myanmar Airways	F-28	Akyab, Myanmar	LDG	Minor
08.06.2009	United Airlines	B777	(over) Pacific Ocean	ENR	Serious
09.06.2009	Saudi Arabian Airlines	MD-11	Khartoum, Sudan	LDG	None
27.06.2009	US Airways	B737	Tampa, USA	LDG	None
30.06.2009	Yemenia Airways	A310	(over) Indian Ocean	APR	Fatal
07.07.2009	Rossiya Russian Airlines	A320	St. Petersburg, Russia	LDG	None
17.07.2009	Transaero Airlines	B737	Moscow, Russia	LDG	None
21.07.2009	Aeromexico	B737	San Francisco, USA	TXI	None
03.08.2009	Saha Air	B707	Ahwaz, Iran	ICL	None
04.08.2009	Sata Internacional	A320	Ponta Delgada, Portugal	LDG	None
10.08.2009	All Nippon Airways	B737	Tokyo, Japan	LDG	None
04.09.2009	Air India	B747	Mumbai, India	TXI	Minor
13.09.2009	Lufthansa Cargo	MD-11	Mexico City, Mexico	LDG	None
14.09.2009	Contact Air Flugdienst	F-100	Stuttgart, Germany	LDG	Minor
01.10.2009	Wind Jet	A319	(near) Catania, Italy	ENR	None
02.10.2009	Malaysia Airlines	B737	Kuching, Malaysia	TXI	None
06.10.2009	Boliviana de Aviacion	B737	(near) Cochabamba, Bolivia	ENR	None
20.10.2009	Centurion Air Cargo	MD-11	Montevideo, Uruguay	LDG	None
21.10.2009	Sudan Airways	B707	(near) Sharjah, United Arab Emirates	ICL	Fatal
30.10.2009	Pegasus Airlines	B737	Malatya, Turkey	TXI	None
02.11.2009	Delta Air Lines	MD-90	(near) Phoenix, USA	ENR	None
18.11.2009	Iran Air	F-100	Isfahan, Iran	LDG	None
19.11.2009	Compagnie Africaine d'Aviation	MD-82	Goma, Congo, DR	LDG	Minor
28.11.2009	Avient Aviation	MD-11	Shanghai, China	TOF	Fatal
01.12.2009	TAM Linhas Aereas	B727	Sao Paulo, Brazil	TXI	None
02.12.2009	Merpati Nusantara Airlines	F-100	Kupang, Indonesia	LDG	None
17.12.2009	TAM Linhas Aereas	B727	Manaus, Brazil	APR	None
21.12.2009	Merpati Nusantara Airlines	B737	Makassar, Indonesia	LDG	None
21.12.2009	Canadian North	B737	Calgary, Canada	STD	Fatal
22.12.2009	American Airlines	B737	Kingston, Jamaica	LDG	Serious
29.12.2009	Wizz Air	A320	Boryspil, Ukraine	LDG	None
02.01.2010	Compagnie Africaine d'Aviation	B727	Kinshasa, Congo DR	LDG	None
15.01.2010	Iran Air	F-100	Isfahan, Iran	LDG	None
16.01.2010	Utair	B737	Moscow, Russia	TXI	None

19.01.2010	Mexicana Airlines	A318	Cancun, Mexico	TOF	None
25.01.2010	Ethiopian Airlines	B737	(near) Beirut, Lebanon	ENR	Fatal
30.01.2010	Spring Airlines	A320	Shenyang, China	LDG	None
06.02.2010	SAS	MD-82	Grenoble, France	LDG	None
11.02.2010	Click Mexicana	F-100	Monterrey, Mexico	LDG	None
13.02.2010	Southwest Airlines	B737	(near) Santa Clarita, USA	APR	Serious
01.03.2010	ACT Airlines	A300	Bagram, Afghanistan	LDG	None
01.03.2010	Air Tanzania	B737	Mwanza, Tanzania	LDG	None
04.03.2010	China Airlines	B747	Anchorage, USA	TOF	None
04.03.2010	Cobham Aviation Australia	B717	Ayers Rock, Australia	STD	Serious
02.04.2010	Egyptair	A330	Cairo, Egypt	TXI	None
09.04.2010	Southwest Airlines	B737	Los Angeles, USA	STD	None
13.04.2010	Merpati Nusantara Airlines	B737	Manokwari, Indonesia	LDG	Serious
13.04.2010	Aero Union	A300	(near) Monterrey, Mexico	APR	Fatal
12.05.2010	Afriqiyah Airways	A330	(near) Tripoli, Libya	APR	Fatal
22.05.2010	Air India Express	B737	Mangalore, India	LDG	Fatal
05.06.2010	US Airways	A321	Charlotte, USA	STD	None
06.06.2010	Royal Air Maroc	B737	(near) Amsterdam, Netherlands	ICL	None
21.06.2010	Hewa Bora Airways	MD-82	Kinshasa, Congo DR	LDG	None
27.07.2010	Lufthansa Cargo	MD-11	Riyadh, Saudi Arabia	LDG	Serious
28.07.2010	Air Blue Limited	A321	(near) Islamabad, Pakistan	APR	Fatal
28.07.2010	Mauritania Airways	B737	Conakry, Guinea	LDG	None
12.08.2010	Azerbaijan Airlines	A319	Istanbul, Turkey	LDG	None
16.08.2010	Aires Colombia	B737	San Andres Island, Colombia	LDG	Fatal
20.08.2010	Chanchangi Airlines	B737	Kaduna, Nigeria	LDG	None
24.08.2010	Henan Airlines	EMB190	Yichun, China	APR	Fatal
26.08.2010	Iran Aseman Airlines	F-100	Tabriz, Iran	LDG	Minor
03.09.2010	UPS	B747	(near) Dubai, Saudi Arabia	ENR	Fatal
06.09.2010	easyJet	A320	London, United Kingdom	STD	None
24.09.2010	Wind Jet	A319	Palermo, Italy	LDG	Minor
25.09.2010	Atlantic Southeast Airlines	CRJ900	New York, USA	LDG	None
03.10.2010	Thomsonfly	B767	Bristol, United Kingdom	LDG	None
31.10.2010	Turkish Airlines	A310	Casablanca, Morocco	LDG	None
02.11.2010	Lion Air	B737	Pontianak, Indonesia	LDG	None
04.11.2010	Global Air	B737	Puerto Vallarta, Mexico	LDG	None
04.11.2010	QANTAS	A380	(near) Batam Island, Indonesia	ENR	None
10.11.2010	Kuwait Airways	A300	Kuwait City, Kuwait	STD	Fatal
03.01.2011	American Airlines	B737	Los Angeles, USA	TOF	None
09.01.2011	Iran Air	B727	(near) Urumiyeh, Iran	APR	Fatal
10.01.2011	AirAsia	A320	Kuching, Malaysia	LDG	Minor
10.01.2011	Africa Charter Airline	B737	Hoedspruit, South Africa	TXI	None
13.01.2011	American Airlines	B757	Los Angeles, USA	TOF	None
16.02.2011	Saudi Arabian Airlines	B747	Madinah, Saudi Arabia	LDG	None
24.02.2011	US Airways	ERJ190	New York, USA	LDG	Serious
27.03.2011	Hapag Lloyd	B737	Tenerife, Spain	TOF	None
30.03.2011	Northern Air Cargo	B737	Dayton, USA	ICL	None
11.04.2011	Comair	CRJ700	New York, USA	TXI	None
13.04.2011	Air France	A330	Caracas, Venezuela	LDG	None
17.04.2011	China Cargo	B777	Copenhagen, Denmark	LDG	None
06.05.2011	Continental Airlines	B737	Greenville, USA	TXI	None
18.05.2011	Omega Air Inc.	B707	Point Mugu NAS, USA	ICL	Minor
28.05.2011	SBA Airlines	B767	Caracas, Venezuela	LDG	None
25.06.2011	Malev Hungarian Airlines	B737	Heraklion, Greece	LDG	None
08.07.2011	Hewa Bora Airways	B727	Kisangani, Congo DR	APR	Fatal
14.07.2011	Delta Connection	CRJ900	Boston, USA	TXI	None
28.07.2011	Asiana Airlines	B747	East China Sea near Jeju Island, Soutj Korea	ENR	Fatal

29.07.2011	Egyptair	B777	Cairo, Egypt	STD	Minor
30.07.2011	Caribbean Airlines limited	B737	Georgetown, Guyana	LDG	Serious
20.08.2011	First Air	B737	Resolute Bay, Canada	APR	Fatal
29.08.2011	Gulf Air	A320	Cochin, India	LDG	Serious
02.09.2011	Turkish Airlines	A340	Mumbai, India	LDG	None
03.09.2011	Mahan Air	A300	Mashad, Iran	LDG	Serious
16.09.2011	TAME	EMB190	Quito, Ecuador	LDG	None
26.09.2011	Aerpostal	DC-9	Puerto Ordaz, Venezuela	LDG	None
07.10.2011	Delta Air Lines	MD-88	Atlanta, USA	STD	None
10.10.2011	Sky Airlines	B737	Antalya, Turkey	LDG	None
18.10.2011	Iran Air	B727	Tehran, Iran	LDG	None
01.11.2011	LOT Polish Airlines	B767	Warsaw, Poland	LDG	None
10.11.2011	SA-Airlink	RJ-85	Johannesburg, South Africa	LDG	None
14.12.2011	Air Canada	A321	Fort Lauderdale, USA	TXI	Serious
20.12.2011	Sriwijaya Air	B737	Yogyakarta, Indonesia	LDG	Minor
23.12.2011	Austrian Airlines	A321	Manchester, UK	APR	None
25.12.2011	AMC Airlines	MD-83	Karachi, Pakistan	LDG	None