

Ilmaliikenneonnettomuus riskit ja seuraukset



Simo Ekman
Pelastuspäällikkö
Finavia / Helsinki-Vantaan lentoasema

25.02.2009
Amsterdam, Schiphol
n. 1NM ennen 18R kynnystä
Turkish Airlines B737-800, 135 SOB



Simo Ekman

- Opinnot
 - Master of Science in Disaster Medicine
Università degli Studi del Piemonte Orientale, Scuola di
Medicine 2016
 - Master of Health Care in Disaster and Emergency
Management
Laurea 2013
 - EH – SH AMK
Arcada 2003
 - LVSK
Helsingin sairaanhoito-opisto 1996
- Ensihoidon johtamisen erityispätevyys
- Yksi Suuronnettomuusoppaan kirjoittajista ja toimituskunnan
jäsen
- Finavia Oyj / Helsinki-Vantaan lentoasema, Pelastuspäällikkö

"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 -

Contents lists available at ScienceDirect

Safety Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/safety



ELSEVIER



Survivability of occupants in commercial passenger aircraft accidents

Simo K. Ekman^{a,*}, Michel Debacker^{b,c}

^a Keski-Uusimaa Rescue Department, Emergency Medical Services, Teknikontie 4, 01530 Vantaa, Finland

^b Vrije Universiteit Brussel (VUB), Research Group on Emergency and Disaster Medicine, 103 Laarbeeklaan, 1090 Brussels, Belgium

^c Vrije Universiteit Brussel (VUB), Universitair Ziekenhuis Brussel (UZ Brussel), 101 Laarbeeklaan, 1090 Brussels, Belgium



ARTICLE INFO

Keywords:

Aircraft accident
Survivability
Mass-casualty incident
Injury severity

ABSTRACT

Globally, the risk of a commercial aircraft accident is low. The fatal accident rate of about 0.65 per million flights at the start of the 1990s decreased to an average of one per 2.75 million flights for the five-year period 2010–2015. Research related to factors that can impact the health outcomes of occupants and the preparedness and response to aviation mass casualty accidents is rather limited. The aim of the study was to expand this knowledge and to determine the impact of maximum take-off weight (MTOW), flight phases and aircraft damage on the survivability of occupants in commercial passenger aircraft accidents. Two thousand one hundred accidents from the period 1990–2014, included in the accident database of the International Civil Aviation Organization (ICAO), met the inclusion criteria of the study. Results of the study showed that the survivability was lower and the casualty rate and the rate of seriously and fatally injured was higher in accidents that occurred during the approach phase, involving smaller aircrafts and in which the aircraft was destroyed. Approximately two-thirds of the accidents happened at the airport or in its immediate vicinity. Empirical data on the casualty rate, the rate of seriously and fatally injured and the survivability of occupants involved in commercial passenger aircraft accidents can help to optimize the preparedness and response of emergency medical services and hospitals in the accident area.



SURVIVABILITY OF OCCUPANTS AND AVERAGE SEVERITY OF INJURIES IN COMMERCIAL PASSENGER AIRCRAFT ACCIDENTS.

by
Simo Ekman

Thesis Supervisor: Michel Debacker

A thesis submitted
in partial fulfillment of the requirements
for the degree of

Master of Science in Disaster Medicine
(European Master in Disaster Medicine)
UNIVERSITA' DEL PIEMONTE ORIENTALE
&
VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL
May, 2016

Copyright (©) 2016 by EMDM All rights reserved.
Reproduction in whole or in part in any form requires the prior written permission of EMDM

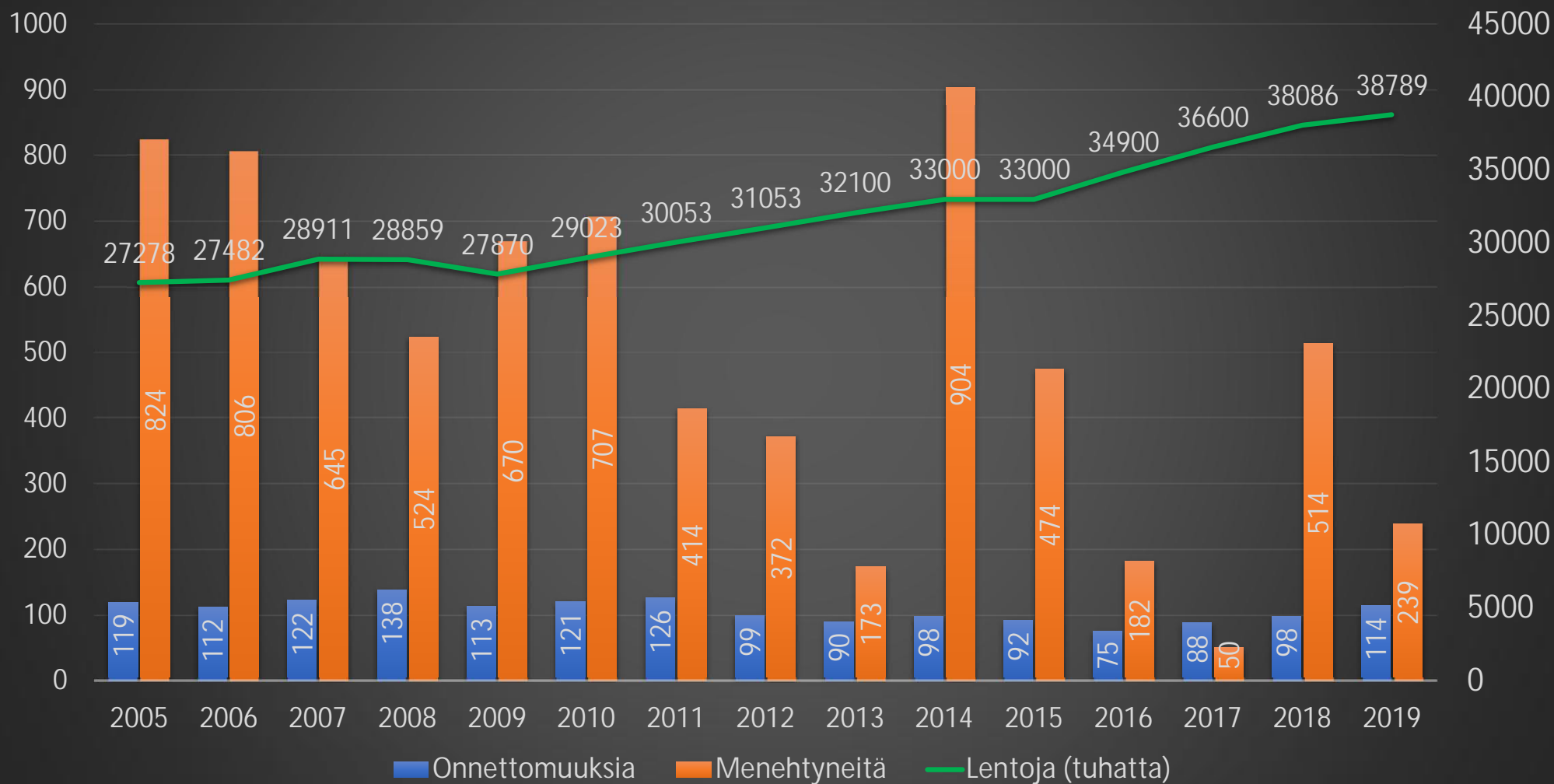
Ilmaliikenneonnettomuuden määritelmä

Ilmaliikenneonnettomuudella 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:

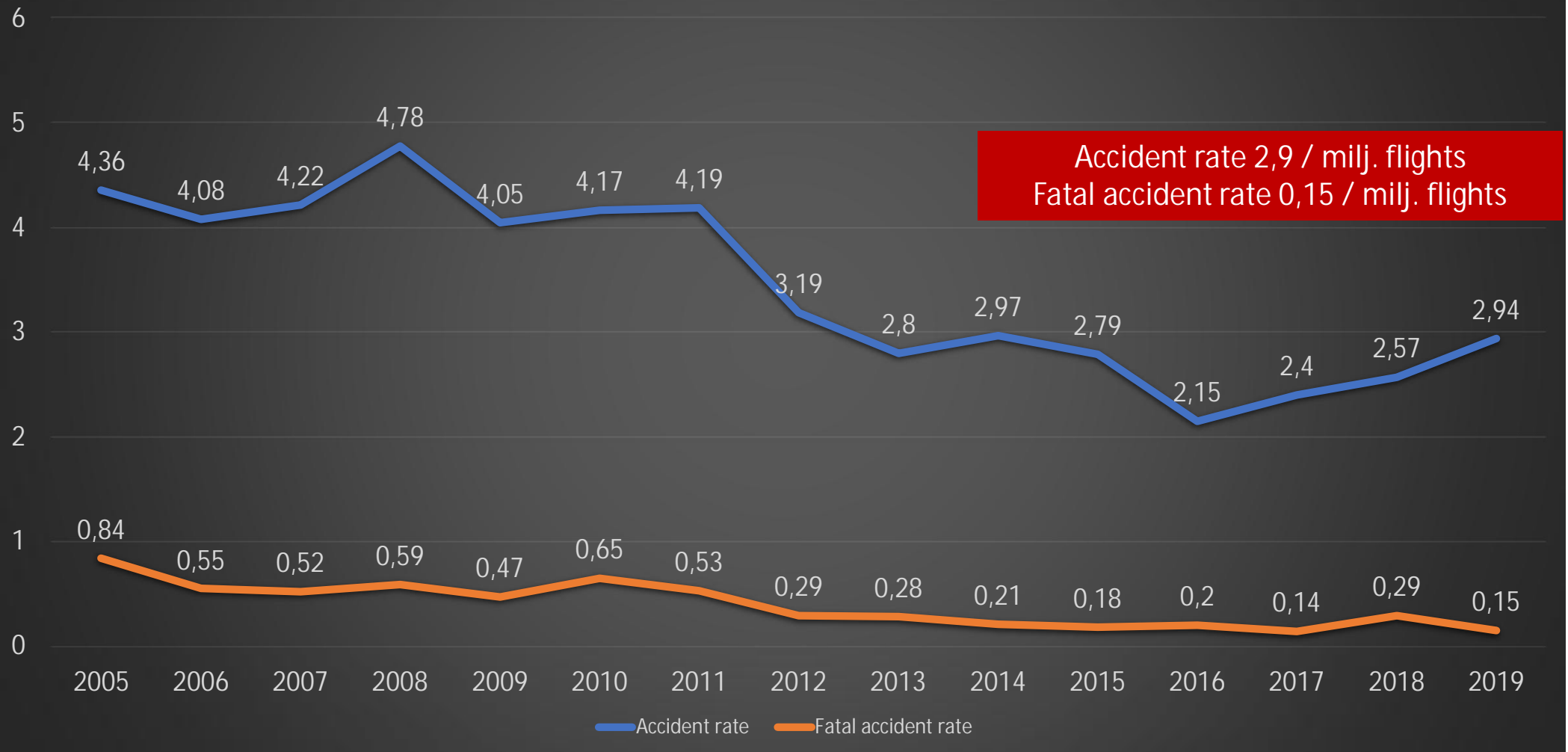
- henkilö saa kuolemaan johtavia tai vaikeita vammoja sen vuoksi, että on:
 - ollut ilma-aluksessa, tai
 - joutunut suoraan kosketukseen ilma-aluksen jonkin osan kanssa, mukaan lukien ilma-aluksesta irronneet osat, tai
 - joutunut suoraan alttiiksi ilma-aluksen suihkuvirtaukselle, paitsi silloin, kun 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
- ilma-alus vaurioituu tai saa rakenteellisen vian, joka:
 - vaikuttaa haitallisesti ilma-aluksen rakenteelliseen lujuuteen, suoritusarvoihin tai lento-ominaisuuksiin, ja
 - 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
- ilma-alus on kadonnut tai se on täysin luoksepääsemätön.

(ICAO Annex 13)

Ilmaliikenteen ja ilmaliikenneonnettomuuksien määrä 2005-2019



Onnettomuuksien tapahtumatiheys 2005-2019



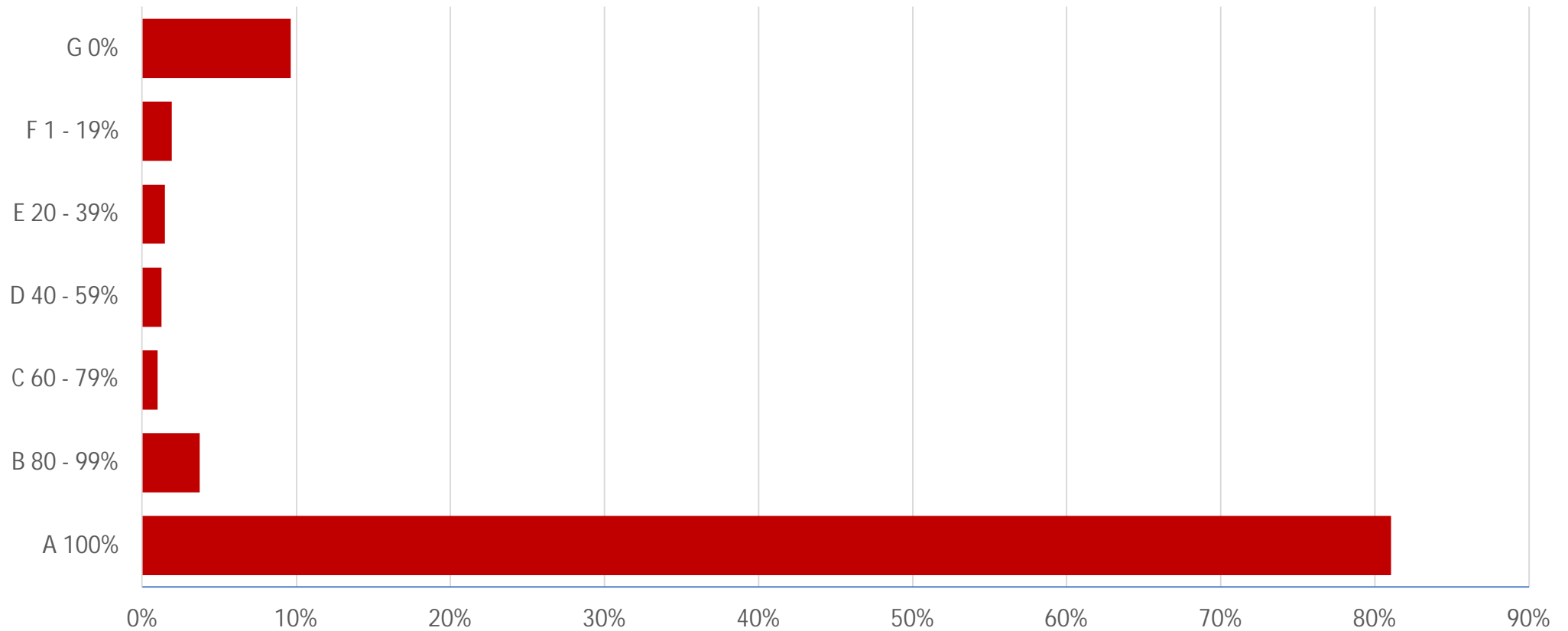
RASG Region	Estimated Departures	Number of Accidents	Accident Rate (per million departures)	Fatal Accidents	Fatalities
AFI	1,130,861	9	8.0	2	183
APAC	12,663,222	17	1.3	Nil	Nil
EUR	9,826,990	29	3.0	3	55
MID	1,311,340	2	1.5	Nil	Nil
PA	13,856,870	54	4.0	1	1
International waters	n/a	3	n/a	Nil	Nil
WORLD	38,789,283	114	2.9	6	239

Table 1. | Departures, accidents and fatalities by RASG region based on State of Occurrence

Ilmaliikenneonnettomuuksien jaottelu

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

Koneessa olijoiden selviytyvyys

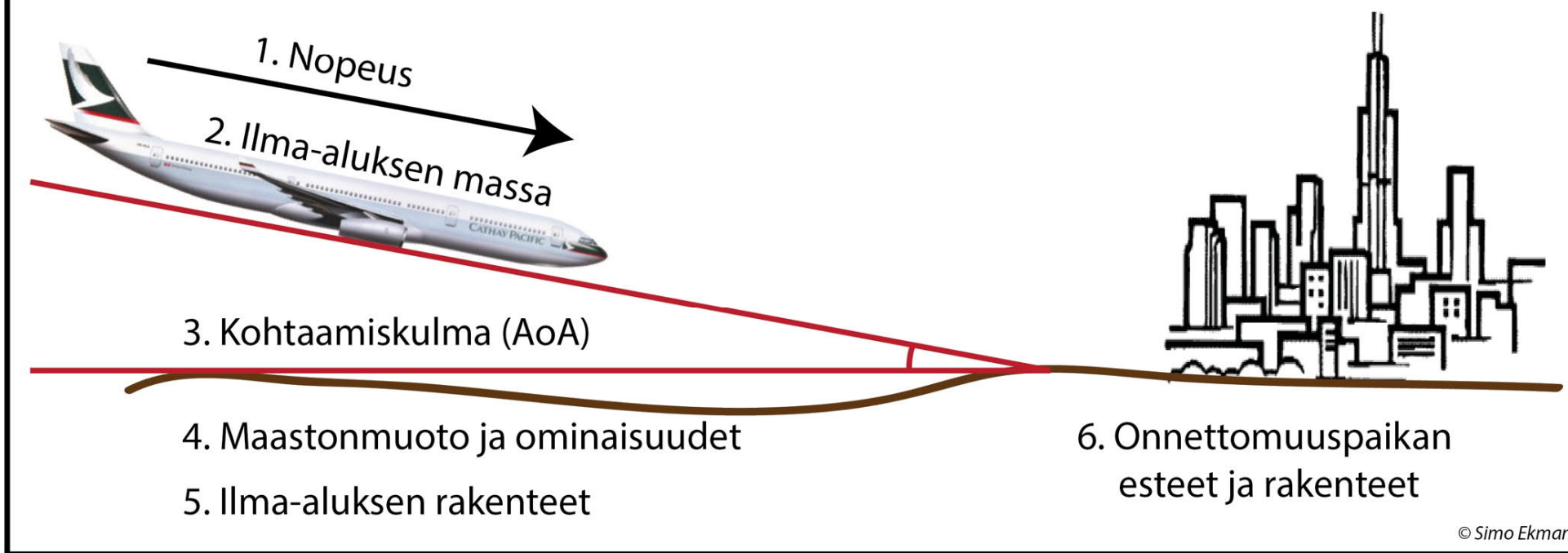


	A 100%	B 80 - 99%	C 60 - 79%	D 40 - 59%	E 20 - 39%	F 1 - 19%	G 0%
■ Survivability	81,0 %	3,7 %	1,0 %	1,2 %	1,5 %	1,9 %	9,6 %

Onnettomuuksien seuraukset

	Survival rate	Casualty rate	RSF
Mean	86,33	20,07	0,16
Std Dev	32,62	37,15	0,35
Std Err Mean	0,71	0,81	0,01
Upper 95% Mean	87,73	21,66	0,18
Lower 95% Mean	84,94	18,48	0,15
N	2100	2100	2100
D	0,472871	0,35991	0,424575
Prob>D	< 0,0100*	< 0,0100*	< 0,0100*

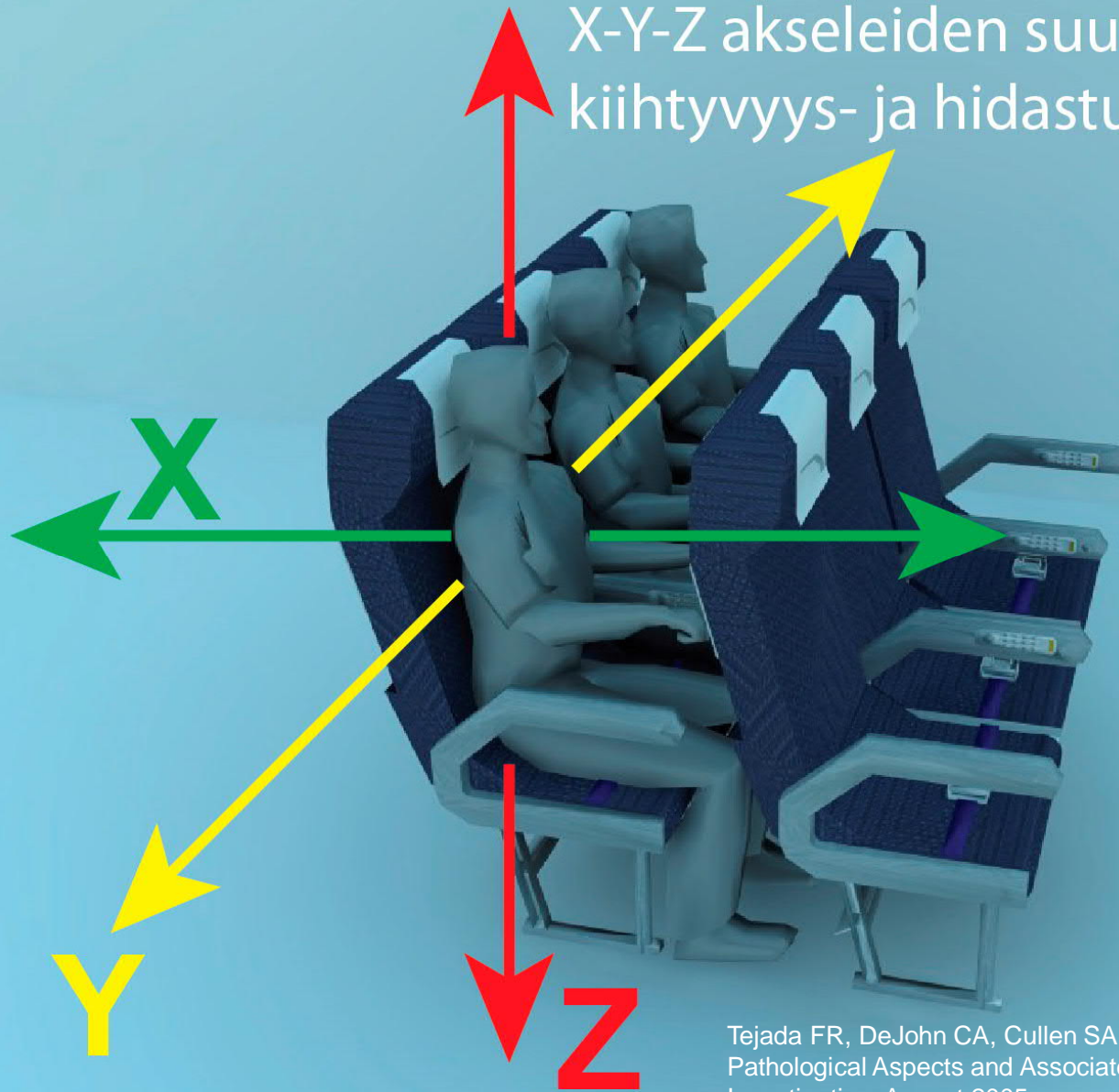
Onnettomuuden voimaan vaikuttavat tekijät



Mahdollisesti syttyvän tulipalon vaikutus selviytävyyteen ja vammautumiseen on merkittävä!!

Jos onnettomuuden seurauksena sytty tulipalo, törmäyksen jälkeen menehtyneistä jopa 95,4% kuolinsyynä on savukaasumyrkytys tai palovammat

X-Y-Z akselien suuntaiset
kiihtyvyyden- ja hidastuvuusvoimat



Tejada FR, DeJohn CA, Cullen SA, Krämer M, Shanahan DF.
Pathological Aspects and Associated Biodynamics in Aircraft Accident
Investigation, August 2005.

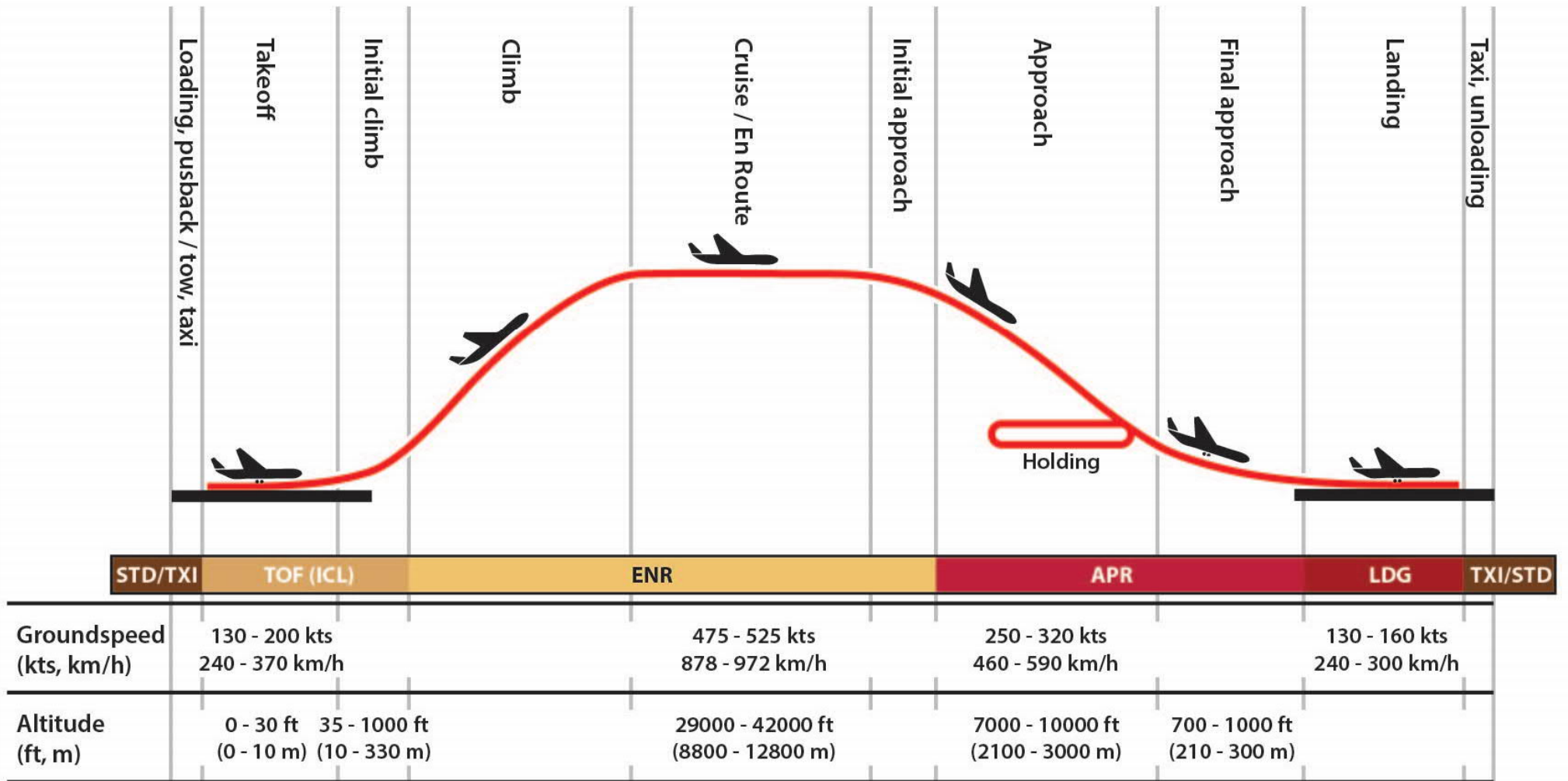
Selviytymiseen vaikuttavat tekijät

CREEP-principle

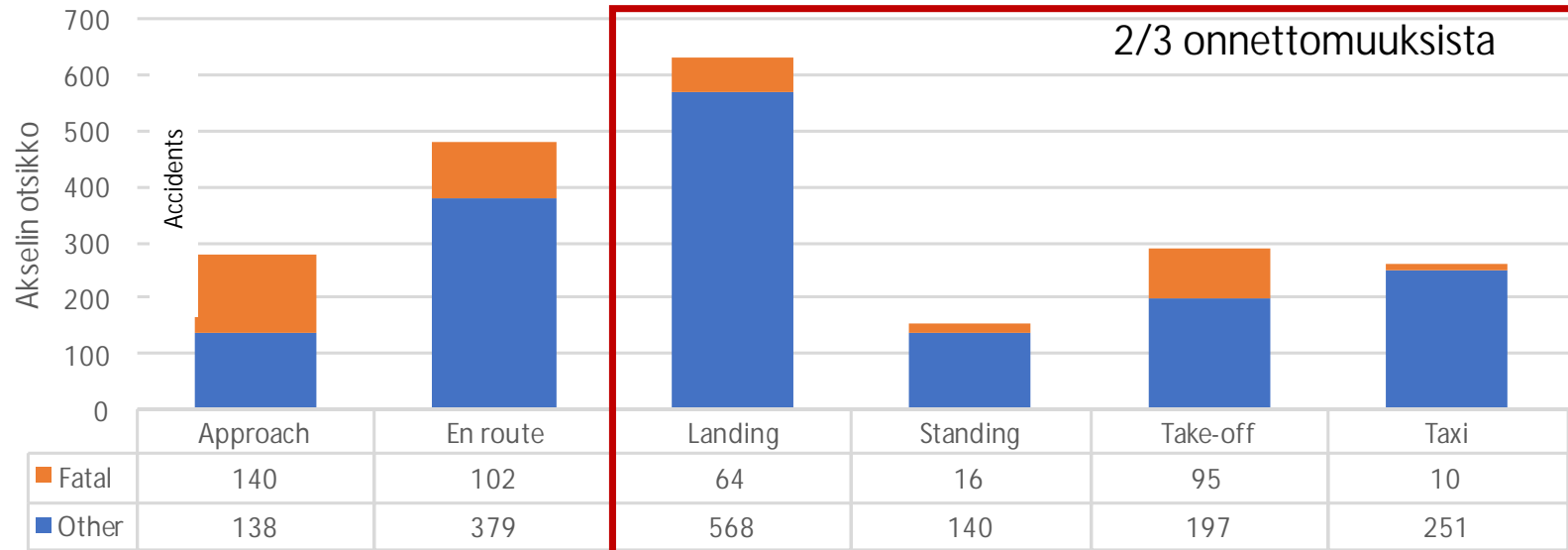
C = Container	Aircraft itself and damages to airframe
R = Restrains	Personal restrains, cargo and luggage restrains
E = Environment	Crash site
E = Energy Absorption	Airframe design, restrain systems
P = Post-crash factors	Post-crash hazards (fire, smoke, etc.) Natural environmental elements (heat, cold, lighting etc.)

Phases of Flight (passenger aircraft typical speed and altitude in different phases of flight)

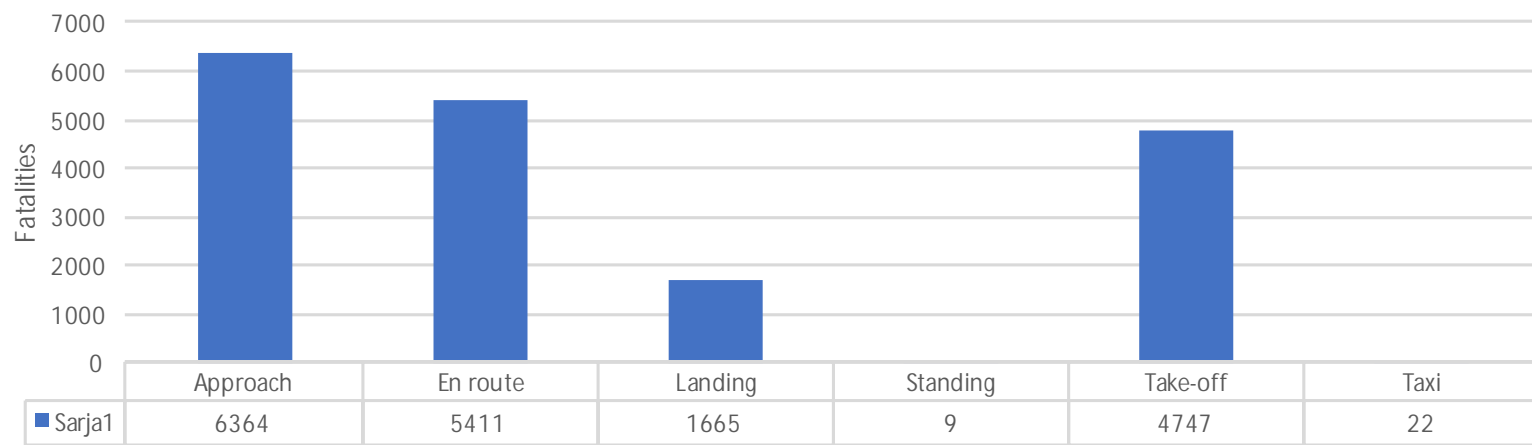
© Simo Ekman 2017



Accidents per phase of flight (n=2100)



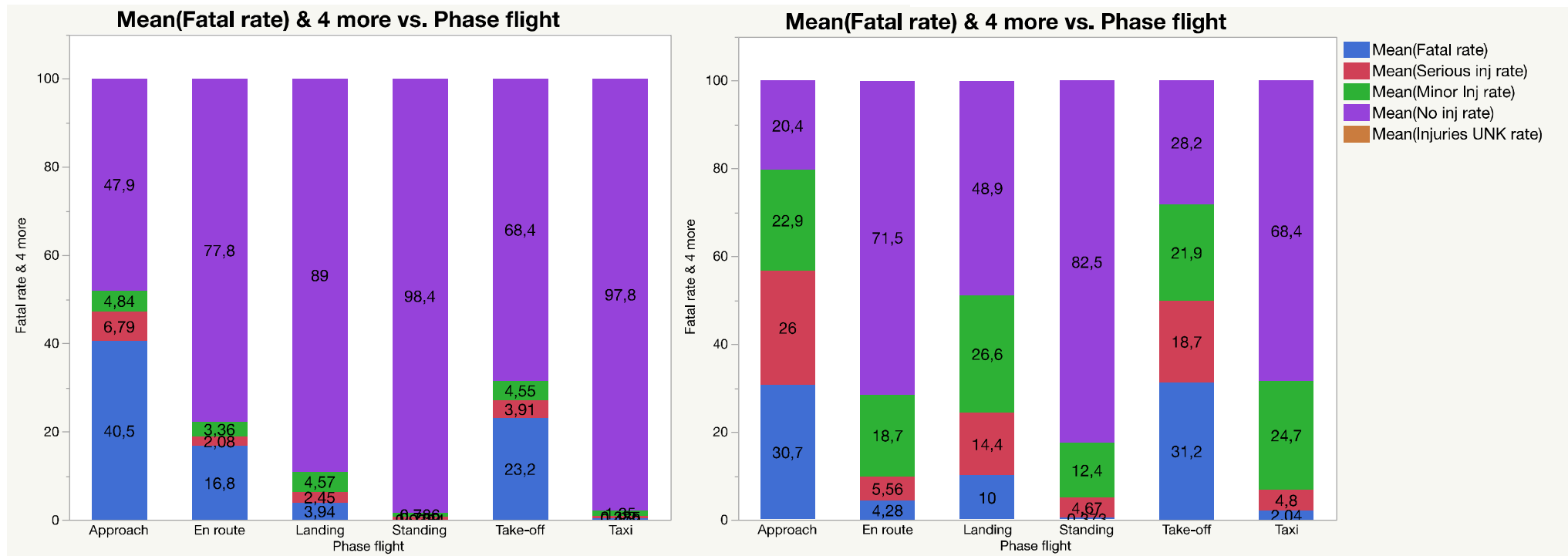
Onboard fatalities per Phase of Flight (n=2100)



Vammojen vaikeusaste jakauma

Kaikki onnettomuudet
N=2100

Onnettomuudet, joissa 10 tai enemmän
loukkaantuneita N=241



Esimerkkejä:

B747-8 – 465 matkustajaa
A380 – 525 matkustajaa
A350 – 297 matkustajaa
A321 – 196-209 matkustajaa

A320 – 165 matkustajaa
A319 – 138 matkustajaa
E190 – 100 matkustajaa
ATR72 – 68-72 matkustajaa

MTOW	Survival rate		Casualty rate		RSF	
	mean	z	mean	z	mean	z
5 701 to 27 000 kg	80,09	-7,106	28,317	1,787	0,24	2,351
27 001 to 272 000 kg	89,50	5,513	15,6845	-1,52	0,12	-0,844
> 272 000 kg	95,59	3,026	9,8064	-0,476	0,05	-3,075
ChiSquare	53,3668		3,2105		12,6739	
DF	2		2		5	
P-value	<,0001*		0,2008		0,0018*	
N	2100		2100		2100	
Phase of flight	Survival rate		Casualty rate		RSF	
	mean	z	mean	z	mean	z
Approach	59,55	-14,519	52,08	12,653	0,47	13,893
En route	83,21	-1,714	22,24	11,837	0,19	12,963
Landing	96,06	7,675	10,95	-9,406	0,06	-12,592
Standing	99,96	5,367	1,56	-6,767	0,01	-4,97
Take-off	76,84	-5,266	31,61	2,042	0,27	1,421
Taxi	99,52	7,684	2,22	-11,761	0,01	-10,817
ChiSquare	328,5803		475,8909		534,9138	
DF	5		5		5	
P-value	<,0001*		<,0001*		<,0001*	
N	2100		2100		2100	
Damage category	Survival rate		Casualty rate		RSF	
	mean	z	mean	z	mean	z
None	99,99	10,499	3,73	6,314	0,02	9,496
Minor	99,92	3,081	8,74	3,356	0,02	2,107
Substantial	99,86	21,423	2,82	-30,196	0,01	-32,635
Destroyed	42,58	-36,481	73,81	27,949	0,66	28,461
ChiSquare	1332,8786		1074,5713		1203,7935	
DF	3		3		3	
P-value	<,0001*		<,0001*		<,0001*	
N	2100		2100		2100	

Vammaprofiili

vakavassa onnettomuudessa

Schiphol (1)

126 / 135 selviytyi

- Kasvon- ja päänalue vamma 48%
- Pään tai kasvojen ruhjevamma tai nirhauma 33%
- Aivokontuusio tai -tärähdys 16%
- Kasvon alueen murtuma 11%
- Rankavamma 18%
- Raajan murtuma 16%

(1) Postma et al. 2011. February 2009 Airplane Crash at Amsterdam Schiphol Airport: An Overview of Injuries and Patient Distribution. Prehospital and Disaster Medicine, vol 26 (4).

Urmia (2)

27 / 105 selviytyi

- Pään ja niskan alueen vamma 37%
- Kasvojen alueen vamma 33%
- Raajavamma 85%
- Alaraajan murtuma 62%
- Rankavamma 56%
- Sisäelinvamma 15%

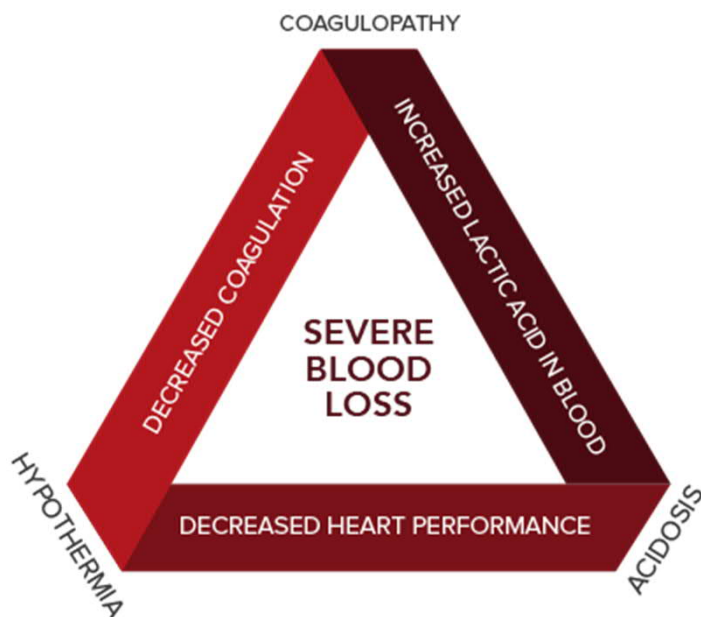
(2) Afshar et al. 2012. A Report of the Injuries Sustained in Iran Air Flight 277 that Crashed near Urmia, Archives of Iranian Medicine, Vol 15 (5).

Tyypivammat

- Schuliar Y, Chapenoire S, Miras A, Contrand B, Lagarde E. A New Tool for Coding and Interpreting Injuries in Fatal Airplane Crashes. J Forensic Sci. 2014;59(5):1263-1270.
- Mirzatolooei F, Bazzazi A. Analysis of orthopedic injuries in an airplane landing disaster and a suggested mechanism of trauma. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2012;23(3):257-262.
- Grierson AE, Jones LE. Recommendations for Injury Prevention in Transport Aviation Accidents. SAE International; 2001:2001-01-2658.
- Tejada FR, DeJohn CA, Cullen SA, Krämer M, Shanahan DF. Pathological Aspects and Associated Biodynamics in Aircraft Accident Investigation, August 2005.
- Fulford P. An Aircraft Accident – How to survive. The Journal of Bone and Joint Surgery, 2005
- ZANCA P. Types of Injuries in Airplane Crash Survivors. Southern Medical Journal. 1968;61(11):1219-1222.
- Davidson SB, Blostein PA, Maltz SB, England G, Schaller T. Injury patterns related to ultralight aircraft crashes. Am J Emerg Med. 2010;28(3):334-337.
- Ingri LE, Postma I, Winkelhagen J, et al. Airplane Crash at Amsterdam Schiphol Airport. Prehosp Disaster Med. 2011;26(4):299-304.
- Postma ILE, Oner FC, Bijlsma TS, Heetveld MJ, Goslings JC, Bloemers FW. Spinal Injuries in an Airplane Crash. Spine. 2015;40(8):530-536.

- Tylpän iskun aiheuttamat monivammat
 - Yleisimmin pään, rangan sekä alaraajojen alueella
- Kaikkein tyypillisin vamma on alaraajojen murtumavammat
 - Aiheutuu tyypillisesti penkkirakenteiden pettämisestä ja törmäämisestä edessä olevan penkin rakenteisiin
 - Vastaava mekanismi aiheuttaa usein lantion alueen vammoja
- Rankavammat
 - Pääsääntöisesti burst-tyyppinen vamma pystysuuntaisen voiman seurauksena
 - Flexio-tyyppiset vammat mahdollisia, mutta harvinaisempia
- Pään ja kasvojen alueen vammat
 - Törmääminen ympäröiviin rakenteisiin nopean hidastumisen seurauksena
- Suurin osa vammoista on ei-tappavia, mutta vaikuttavat merkittävästi ihmisen toimintakykyyn ja sitä kautta mahdollisuuksiin evakuoitua koneesta onnettomuuden jälkeen

Kansansallinen haaste ??



Vamma + hypotermia
= huono yhdistelmä

Helsingin ilmastotilastoa

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu		
Vrk:n ka. ylin lämpötila (°C)	-1,3	-1,9	1,6	7,6	14,4	18,5	21,5	19,8	14,6	9	3,7	0,5	ka.	9
Vrk:n ka. alin lämpötila (°C)	-6,5	-7,4	-4,1	0,8	6,3	10,9	14,2	13,1	8,7	4,3	-0,6	-4,5	ka.	2,9
Sademäärä (mm)	52	36	38	32	37	57	63	80	56	76	70	58	Σ	655
Sadepäivät (d)	20	18	14	13	12	13	14	15	15	18	19	20	Σ	191

Tampereen ilmastotilastoa

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu		
Vrk:n ka. ylin lämpötila (°C)	-3,4	-3,5	1,2	8,2	15,4	19,5	22,2	19,9	14	7,5	1,5	-1,9	ka.	8,4
Vrk:n ka. alin lämpötila (°C)	-9,7	-10,6	-6,6	-1,3	3,8	8,6	11,7	10,4	5,9	1,9	-3	-7,6	ka.	0,3
Sademäärä (mm)	41	29	31	32	41	66	75	72	58	60	51	42	Σ	598
Sadepäivät (d)	22	18	16	12	12	13	15	15	14	17	21	22	Σ	197

Oulun ilmastotilastoa

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu		
Vrk:n ka. ylin lämpötila (°C)	-6	-5,7	-0,9	5,6	12,5	17,9	20,9	18,3	12,5	5,8	-0,4	-4	ka.	6,4
Vrk:n ka. alin lämpötila (°C)	-13,6	-13,3	-8,8	-2,6	3,3	9	12,2	10,1	5,4	0,8	-5,5	-10,8	ka.	-1,2
Sademäärä (mm)	31	26	26	20	37	46	71	65	44	45	36	30	Σ	477
Sadepäivät (d)	17	15	15	10	11	11	13	14	14	16	18	18	Σ	172

Inarin ilmastotilastoa

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu		
Vrk:n ka. ylin lämpötila (°C)	-9	-9	-3	2	8	14	17	15	9	1	-4	-8	ka.	2,8
Vrk:n ka. alin lämpötila (°C)	-18	-17	-14	-9	0	6	9	7	3	-3	-10	-18	ka.	-5,3
Sademäärä (mm)	22	19	15	20	29	54	53	66	44	28	25	30	Σ	405
Sadepäivät (d)	14	13	10	9	13	16	15	16	15	13	13	15	Σ	162

Kysymyksiä / kommentoitavaa??

