

# TUTKINTOTYÖ

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Lentokonetekniikka

Tutkintotyö

Antti Koskela

SAFE LIFE-PERIAATE JA JÄLJITETTÄVYYSSTANDARDIN LUOMINEN

Työn ohjaaja Yliopettaja Heikki Aalto

Työn teettäjä Finnair Oyj

Tampere 2005

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Lentokonetekniikan koulutusohjelma

Koskela, Antti Safe life-periaate ja jäljitettävyyssandardin luominen.

Tutkintotyö 31 sivua liitteet 9 sivua

Työn ohjaaja Yliopettaja Heikki Aalto

Työn teettäjä Finnair Oyj, valvoja Ins. Matti Niemenmaa

Kesäkuu 2005

Hakusanat Safe life, Life limit

**TIIVISTELMÄ**

Lentokonetekniikassa Safe life-osien ostoon ja esimerkiksi toiselta operaattorilta huoltoon tai korjaukseen tuleviin laitteisiin ja osiin liittyy usein ongelmia, kun kauppaa käydään käytetyillä osilla. Tämän työn tavoitteena oli koota safe life periaatteesta tietopaketti sekä kehittää life limit-osien jäljitettävyyssstandardi, jonka mukaiset tiedot on operaattorin esitettävä kauppaa käytäessä.

Työn tuloksen saatiin käytännönläheinen tietopaketti safe life-filosofiasta, sekä life limit-osien jäljitettävyyssstandardi, joka sisältää kaikki jäljitettävyyssvaatimukset lentokoneosien toimittajille. Työ tehtiin Finnairin laskutelinekorjaamolle kevään 2005 aikana Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa.

Jäljitettävyyssstandardin tarkoituksena on nopeuttaa ja selkeyttää huolto- ja korjaus-sopimusten sekä laite- tai osaostojen tekemistä.

## TAMPERE POLYTECHNIC

Aviation engineering

Koskela, Antti Safe life principle and creating a traceability standard

Thesis 31 pages + 9 appendix pages

Supervisor Senior lecturer Heikki Aalto

Employer Finnair plc, Engineer Matti Niemenmaa

June 2005

Index-words Safe life, Life limit

**ABSTRACT**

Purchasing the safe life parts or receipt the parts and the equipments for maintenance from another operator meets usually problems, when deals are made with the used parts and equipments. The goal of this thesis was to collect the safe life philosophy information package and create a traceability standard, which include the requirements of the another operators information.

The results of this thesis were practical information package of the safe life philosophy and the traceability standard for the safe life parts and equipments. which include all traceability requirements for the suppliers. The thesis were made for Finnairs landing gear shop at spring 2005 in premises of the Tampere polytechnic.

In the future the meaning of traceability standard is to accelerate and clarity of purchasing and making of the maintenance contracts.

**ALKUSANAT**

Sain tutkintotyöni aiheen Finnairin laskutelinekorjaamolta. Työ tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa kevään 2005 aikana.

Haluan kiittää Finnairin laskutelinekorjaamon henkilökuntaa kaikista neuvoista, joita työni tekemisessä olen saanut. Haluan osoittaa erityiset kiitokseni työni ohjaajalle Matti Niemenmaalle, joka antoi hyviä neuvoja aina tarvittaessa. Haluan kiittää myös työni ohjaajaa Heikki Aaltoa hyvistä neuvoista ja rakentavista kommentteista.

Tampereella 1. kesäkuuta 2005

Antti Koskela

**SISÄLLYS**

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>ALKUSANAT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>6</b>
1.1 FINNAIR OYJ .....	6
<b>2 TYÖN TAVOITTEET</b> .....	<b>8</b>
2.1 TYÖN RAJAUKSET .....	8
<b>3 SAFE LIFE</b> .....	<b>9</b>
3.1 SAFE LIFE-FILOSOFIAN ERITYISPIIRTEET.....	11
3.1.1 <i>Life limit parts</i> .....	12
3.1.2 <i>Life limitation</i> .....	12
3.1.3 <i>Käyttömäärien kertyminen</i> .....	15
3.2 VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET .....	18
<b>4 LIFE LIMIT-OSIEN JÄLJITETTÄVYYS</b> .....	<b>19</b>
4.1 OSIEN KÄYTTÖHISTORIA .....	19
4.2 KAUPANKÄYNTI LIFE LIMIT-OSILLA .....	19
4.3 PUUTTEELLISET HISTORIATIEDOT/7/ .....	20
<b>5 LIFE LIMIT-OSIEN JÄLJITETTÄVYYSSTANDARDI</b> .....	<b>25</b>
5.1 TAVARANTOIMITTAJAT .....	26
5.1.1 <i>Säännöllinen tavarantoimittaja</i> .....	26
5.1.2 <i>Epäsäännöllinen tavarantoimittaja</i> .....	26
5.2 LAITTEIDEN JA OSIEN KUNTOLUOKAT .....	27
5.3 LENTOKONEESTA PURETUT OSAT .....	27
<b>6 TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	<b>29</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>30</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>31</b>

## 1 JOHDANTO

Tässä tutkintotyössä on aiheena Safe Life-suunnittelufilosofian käytännönläheinen tutkiminen ja Safe Life-osien jäljitettävyyss-standardin laatiminen. Osalle käsitteistä on myös suomenkielessä vakiintunut englanninkielisen nimityksen käyttö. Niitä ei ole yksiselitteisyyssyistä lähdetty kääntämään suomen kielelle. Lentokonetekniikassa laitteiden luotettavuus ja turvallisuus on avainasemassa; tärkeille laitteille on suunniteltu huollot ja tarkastukset koko laitteen elinkaaren ajaksi. Sen takia on tärkeää, että osien käyttö ja huoltohistoria on dokumentoitu ja arkistoitu asianmukaisesti. Finnairin laskutelinekorjaamo tuottaa paljon huoltoja ja korjauksia myös muille operaattoreille. Vastuu huolletuista tai korjatuista laitteista on suuri, minkä vuoksi on tärkeää että sopimusta huollosta tai korjauksesta tehtäessä ovat laitteiden historia-tiedot varmasti oikeat ja todenmukaiset. Näiden seikkojen pohjalta tutkintotyö on teettäjälle ajankohtainen.

### 1.1 Finnair Oyj

Helsinki-Vantaan lentoasemalla toimiva Finnair Oyj on yksi maailman vanhimmista edelleen toimivista lentoyhtiöistä. Se perustettiin jo vuonna 1923. Finnair-konsernin toimialoja ovat loma- ja reittilentotoiminta, tekniset ja maapalvelut sekä catering-toiminta, matkatoimistoala sekä matkailualan tieto- ja varauspalvelu. Finnairin reittiverkko ulottuu ulkomaille yli 50 kohteeseen. Yhtiön kaukaisimmat reittikohteet ovat Pohjois-Amerikassa sekä Kaukoidässä. Suomessa Finnair lentää kaikkiaan 17 kohteeseen. Kotimaan reittiverkosto on yksi maailman tiheimmistä verrattuna asukasmäärään. Säännöllisen reittiliikenteen lisäksi Finnairilla on lomalentoja yli 60 kohteeseen. Tilauslentoja tehdään etupäässä Välimeren alueen lomakohteisiin, Kanarian saarille ja Kaakkois-Aasiaan. Finnairilla työskentelee noin 10 500 työntekijää. Yhtiössä on henkilöitä miltei kaikilta palvelun ja tekniikan aloilta. Tekniikassa työskentelee suurimmaksi osaksi lentokoneasentajia ja insinöörejä. Finnairin tekniikka tuottaa huolto- ja korjauspalveluita operaattoreille maailmanlaajuisesti. Finnairin suurin omistaja on Suomen valtio yli 50% osuudella. Muita omistajia ovat mm. vakuutusyhtiöt, yritykset ja yksityiset sijoittajat.

Finnair konsernin laivastoon kuuluu 69 lentokonetta. Näistä on kuusi tyyppiä MD-11, seitsemän Boeing 757, kuusi Airbus A321, kaksitoista A320 ja yksitoista A319, kahdeksantoista MD-82/83, joista 7 on tytäryhtiö Flynordicin käytössä sekä yhdeksän ATR-72 –konetta, jotka ovat tytäryhtiö Aero Airlinesin käytössä./1/

## 2 TYÖN TAVOITTEET

Tutkintotyön tavoitteena oli laatia Finnairin laskutelinekorjaamolle safe life-filosofiasta käytännönläheinen tutkielma, joka selittää mitä safe life-filosofia pitää sisällään ja miksi laskutelinesuunnittelussa käytetään safe life-filosofiaa.

Lisäksi tarkasteltiin eri viranomaisten määräysten eroavaisuuksia safe life-laitteiden ja osien käyttöaikojen osalta.

Tutkintotyön toisena osana oli laatia Finnairin laskutelinekorjaamolle Life Limit-osien jäljitettävyyssstandardi, jonka mukaiset tiedot on operaattorin sisällytettävä esimerkiksi korjaus/huolto-tilaukseen.

### 2.1 Työn rajaukset

Safe life-filosofiaa käsittelevästä tietopaketista jätettiin pois tarkkoja yksityiskohtaisia tietoja ja kaavoja. Tietopaketista pyrittiin saamaan käytännönläheinen ja helposti luettava yhtiön edustajan toivomuksesta.

Life limit-osien jäljitettävyyssstandardi rajattiin koskemaan ainoastaan laskutelineitä ja niiden osia.



### 3 SAFE LIFE

Safe life-suunnitteluperiaate otettiin käyttöön lentokonesuunnittelussa 1960-luvulla. Nykyaikaisessa lentokonesuunnittelussa safe life-suunnitteluperiaatteen käyttö on vähenemässä siirryttäessä kustannustehokkaampiin järjestelmiin, nykyisin sitä käytetään vain tärkeissä primääri-rakenteissa. Safe life-periaatteen mukaan laitteen tai osan vikaantuminen tai rikkoutuminen aiheuttaa aina vaaratilanteen, kun taas esimerkiksi Fail safe-periaatteen mukaan järjestelmän toiminnon vikaantuminen tai osan vikaantuminen ei aiheuta välitöntä vaaraa. Safe life sekä fail safe ovat molemmat rakenteiden väsymisen huomioon ottavia suunnittelu näkökulmia. Safe life-menetelmässä kaikki huollot ja peruskorjaukset ovat ennalta suunniteltuja lukuun ottamatta vikaantumisesta johtuvia korjauksia, ja fail safe-menetelmässä suuri osa huolloista ja korjauksista tehdään vikaantumisen takia. Lentokoneen laitteista osa on sellaisia, jotka eivät saa vikaantua missään tapauksessa ja niitä ei voida varmentaa esimerkiksi kaksoisjärjestelmällä. Käsitteellä safe life tarkoitetaan rakenteen operointiaikaa, jonka aikana sen lujuus-, muodonmuutos- tai jäykkyysominaisuudet eivät alene rakenteen vikaantumispisteen lähelle väsymisen vaikutuksesta/4/. Fail safe käsitteellä tarkoitetaan rakennetta, joka säilyttää riittävän lujuuden, muodonmuutoksen ja jäykkyyden vaikka siinä olisi väsymisen aiheuttama vaurio kunnes vaurio havaitaan huolto ohjelman mukaisessa tarkastuksessa/4/. Safe life on valittu laskutelineisiin yleisesti suunnitteluperustaksi; laskutelineiden rakenne ja vaadittavat ominaisuudet sulkevat käytännössä muut suunnittelulähtökohdat pois.

<b>Rakenteiden väsymisen huomioon ottavat suunnittelu lähtökohdat</b>
---

<b>SAFE LIFE</b>	<b>FAIL SAFE</b>
------------------	------------------

Rakenne kestää vaurioitumatta sille suunnitellussa ympäristössä ja kestää sille suunnitellut kuormat.	Rakenteessa sallitaan väsymisestä tai jostain muusta johtuva vaurio. Vaurion koko määräytyy rakennekohtaisesti.
Edellyttää tietoja suunnitteluvaiheessa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ympäristö olosuhteista.</li> <li>• Rakenteeseen kohdistuvasta kuormitus-spektristä sen käyttöönsä aikana.</li> <li>• Rakenteessa tapahtuvan väsymisen käyttäytymisestä</li> <li>• Väsymismurtuman kasvusta</li> </ul>	Edellyttää <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakenneosien moninkertaisen rakenteen, joka varmistaa toiminnan yksittäisen osan vikaannuttua.</li> <li>• Kuormituksen siirron toiselle rakenne osalle vikaantumistapauksessa</li> <li>• Kulutusta kestävien materiaalien hyödyntämisen</li> <li>• Hidasta väsymismurtuman etenemistä</li> </ul>
Käyttöajan rajoitus	Kunnon valvonta
Väsyminen on turvallisuusriski	Väsyminen on huolto-ongelma

Taulukko 3.1 Rakenteiden väsymisen huomioonottavat suunnittelu lähtökohdat/2/.

Fail safe ja väsymisen kestävä safe life ovat kumpikin rakenteenväsymisen huomioon ottavia suunnittelulähtökohtia. Väsyminen on progressiivinen vikaantumismuoto rakenteen käyttökään vaikuttaa käytetyt kuormat hyvin merkittävästi. Kokonaiskäyttöajan voi väsymisen huomioon ottavia suunnittelulähtökohdien perusteella jakaa kolmeen ryhmään/2/:

- Aikaväliin jona, rakenne pysyy vapaana väsymisen aiheuttamilta vaurioilta, mikäli suurinta sallittua rakennekuormitusta ei ylitetä. Tälle aikavälille käytetään nimeä SAFE LIFE/2/.
- Safe life aikavälin jälkeen alkaa esiintyä merkkejä väsymisestä vaikka suurinta sallittua rakennekuormitusta ei ylitettäisi. Väsymisen merkkien

ilmenemistapa riippuu rakenteen muodosta ja materiaalista. Merkit väsymisestä voivat olla esimerkiksi säröjä tai mikrosäröjä. Mikrosärön olemassa olosta tiedetään harvoin koska mikrosäröä ei voida havaita käytännön NTD menetelmin/2/.

- Viimeisen aikavälin aikana tapahtuu rakenteen rikkova väsyminen vaikka suurinta sallittua rakennekuormitusta ei ylitetä. Rakenteen rikkoutumisena voimme pitää esimerkiksi väsymismurtumaa, jonka koko ylittää alunperin määrätyn rajan. Kahden viimeisen aikavälin yhdistelmästä käytetään nimeä FAIL SAFE/2/.

### 3.1 Safe life-filosofian erityispiirteet

Laskutelineet eroavat lentokoneessa käytettävistä rakenneratkaisuista hyvin paljon. Rakenteen tulee laskutelineissä olla äärimmäisen luja ja kuitenkin samalla siro ja sen on sovittava erittäin pieneen tilaan sisään vedettäessä. Laskutelineen tulee myös olla mahdollisimman kevyt, jotta siitä olisi mahdollisimman vähän haittaa hyötykuormalle. Laskutelineelle ei lentokoneessa ole mahdollista rakentaa varajärjestelmää monien muiden laitteiden tapaan, tämän vuoksi luotettavuus nousee myös suureen asemaan. Laskutelineet valmistetaan yleisesti suurlujuusteräksestä. Suurlujuusteräksen lujuusominaisuudet ovat hyvät, mutta huonoina puolina ovat loviherkkyys, huono korroosiokestävyys, jännityskorroosioherkkyys sekä vety- ja kadmiumhaurausriski. Edellä mainittujen heikkouksien takia safe life-suunnittelulähtökohta kiinteine käyntiaikoineen ja peruskorjauksineen jää ainoaksi toimivaksi suunnittelulähtökohdaksi.

Safe life-suunnitteluperiaatteen tärkeät tekijät:/2/

- Osien ylimitoitus
- Selkeä rakenne
- Rakenteiden väsytestaus suunnitelluilla kuormilla
- Tarkastus ja huoltosuunnittelu
- Dokumentoitu koko laitteen elinkaaren kattava laatuvarmuus

Safe life-osat suunnitellaan ja valmistetaan ylimitoitusperiaatteella eli käyttämällä pientä varmuuskerrointa lujuuslaskelmissa. Varmuuskertoimen suuruutta tosin rajoittavat rakenteen painon nousun haittapuolet tai liian monimutkaiset rakenteet. Monimutkaiset rakenteet aiheuttavat yleensä paljon enemmän vikaantumismahdollisuuksia kuin yksinkertaiset ja pelkistetyt rakenteet.

Rakenteiden väsytestaus on tärkeä osa safe life-periaatetta. Väsytestaus suoritetaan rakenteille käyttäen niille suunniteltuja käyttökuormia. Väsytestauksen tuloksien perusteella osalle tai laitteelle lasketaan maksimi käyttömäärä tunteina tai rasiuskertoina ja maksimikäyttömäärä peruskorjauksien ja tarkastusten välillä.

Huoltojärjestelmänä safe life osilla on hard time eli kiinteä huoltojärjestelmä. Huoltosuunnittelu tehdään suurelta osin väsytestauksen tulosten perusteella. Peruskorjauksen ajankohta on tarkasti määritelty huolto-ohjelmaan. Suuri peruskorjauksen viivästyminen voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa kyseisen osan käyttökiellon ja romuttamisen./2/

### **3.1.1 Life limit parts**

Life limit part on lentokoneen osa, jonka käyttömäärä on rajoitettu ajallisesti, tai siihen kohdistuvat rasiuskerrat on rajoitettu. Huoltojärjestelmänä life limit osilla on kiinteä käyntiaika. Käyntiaika eri osilla voi olla eri pituinen ja kun tunnit tai cyclet tulevat täynnä on life limit osa peruskorjattava. Peruskorjauksia life limit osille tehdään usein kolme kertaa ja sen jälkeen ovat osan käyttötunnit lopullisesti täyteen ja osa romutetaan.

### **3.1.2 Life limitation**

Life limitation eli käyttöajan ja/tai rasiuskertojen rajoitus tehdään kaikille safe life-osille. Life limitation:in perustana on rakenteille tehtävä väsytestaus. Väsytestauksen tarkoituksena on saada selville, kuinka paljon osa kestää käyttöä ajallisesti tai rasiuskertoina. Väsytestaus tehdään osalle suunnitelluilla kuor-

milla, jotta saadaan mahdollisimman tarkat tulokset rakenteiden väsymisestä ja kulumisesta. Käyttömäärältään rajoitetuissa laitteissa on usein osia, joilla ei ole rajoituksia käyttömäärän suhteen. Nämä osat ovat säilyneet väsytestauksessa virheettöminä.

Väsytykokeen aikana koestettavaa rakennekomponenttia seurataan ja tarkastetaan aika-ajoin mahdollisen säröytymisen havaitsemiseksi. Särön syntyminen on merkki väsymisestä. Safe life-rakenteessa ei säröytymistä saa tapahtua, joten säröytymisen alettua on rakenne vikaantunut. Väsytykokeessa rakenteen väsytyslujuus mitataan säröytymiseen asti tai muuhun väsymisen merkkiin, esimerkiksi havaittavan kulumisen syntymään./4/

Väsytykokeiden tuloksia käsitellään hajontakertoimella, jolla otetaan huomioon väsymiskestävyyden hajonta kuormitettaessa nimellisesti identtisiä rakennekomponentteja samalla kuormituskaavalla. Jakamalla väsytykokeessa tosittu vaurioitumaton ikä hajontakertoimella saadaan rakenteen safe life. Hajontakerroimen suuruus vaihtelee kuormien seurannan ja testattavien kappaleiden lukumäärän mukaan 2,5...5. lentokoneen täysimittakaavaisen väsytykokeen tuloksiin käytetään hajontakerrointa 3...4./4/

Lentokoneen käytöstä johtuvat väsymiskuormitukset ja väsytykokeen aiheuttamat väsytyskuormitukset saattavat erota toisistaan. Mikäli laitteen käytön aikaisia kuormituksia ei testata ja oteta huomioon, on safe life-laskelmissa käytettävät keskimääräiset kuormitusmäärät kerrottava tällä kertoimella. Normaalisti kyseinen kerroin on 1,5. /4/

### **Rakenteellisen käyttöiän arvioiminen/2/**

Periaatteessa väsymisvaurion syntyminen on yksinkertaista, mutta vaikeaksi sen tekee erittäin monet tekijät jotka vaikuttavat väsymisvaurion syntyyn ja muihin väsymismurtuman syntyyn vaikuttaviin tekijöihin. Kuormitus ja kuormitustajuus ovat erittäin tärkeitä suureita ratkaistaessa rakenteellista käyttöikää. Rakenteellisen käyttöiän arvioiminen on erittäin vaikeaa, koska se riippuu monista tekijöistä, jotka eivät ole täysin tunnettuja. Käytännössä rakenteellisen käyttöiän arvioiminen on mahdollista vain silloin, kun on käytettävissä riittävästi luotettavaa tietoa rakenteesta ja sen käyttöhistoriasta. Käytännössä rakenteellisen käyttöiän arvioiminen on mahdollista vain silloin, kun on käytettävissä riittävästi luotettavaa tietoa rakenteesta ja sen käyttöhistoriasta.

teellisen käyttöiän ratkaisemisessa. Palmgren-Minerin kaava on käytetyin ja yksinkertaisin väline käyttöiän ratkaisemiseksi lentokonetekniikassa:

$$D = \sum_{i=1}^k \left( \frac{n_i}{N_i} \right) = 1,0$$

Kaavassa:

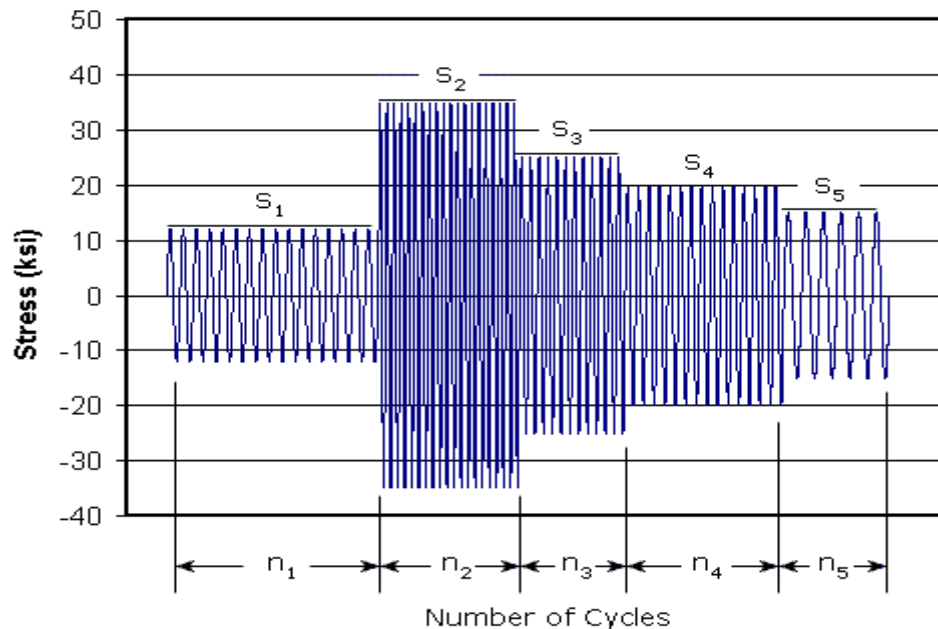
$n_i$  = vakioamplitudisen jännityksen vaihteluväliä  $\Delta_i$  vastaavien jännitysjaksojen lukumäärä. katso kuva 3.1.

$N_i$  = kyseistä vaihteluväliä vastaava murtumiseen tarvittava jännitysjaksojen lukumäärä.

$k$  = vakio amplitudisten jännityksen vaihteluvälien lukumäärä.

Yksinkertaisessa muodossa kaava on:

$$D = \left( \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \dots + \frac{n_k}{N_k} \right)$$



Kuva 3.1 Kuormitusspektri, jossa samansuuruiset rasituskerrat sijoitettu peräkkäin/10/ Palmgren-minerin mukaan suhteellinen kokonaisvaurio  $D$  vaihtelevien jännityksien vaikuttaessa muodostuu jokaisen erilaisen jännityksen vaihteluvälin vaiku-

tuksien summana. Rakenteet tulee mitoittaa niin, että riittävällä varmuudella koko rakenteen käyttöiän vauriokertymä on pienempi kuin yksi.

Laskelmien onnistumiseen vaikuttaa myös rakenteen valmistuslaatu, jos rakenteisiin jää esimerkiksi pieniä epäjatkuvuuskohtia, mistä väsymisvaurio pääsee alkamaan tulee laskelmissa käyttää hajontakerrointa rakenteiden väsymisen ehkäisyyn.

### 3.1.3 Käyttömäärien kertyminen

Maksimi-lentoonlähtöpaino vaikuttaa lentokoneen laskutelineiden huoltoväleihin ja kokonaiskäyttömääriin. Lentokone suunnitellaan jollekin tietylle maksimi-lentoonlähtöpainolle, mutta usein koneeseen tehdään myöhemmin muutoksia, joilla saadaan koneeseen lisää hyötykuormaa, ja yleensä silloin kasvaa myös maksimilentoonlähtöpaino. Laskutelineiden pysyessä alkuperäisinä niiden huoltovälejä sekä kokonaiskäyttöaika pitää lyhentää, koska laskutelineet on jo alun perin suunniteltu mahdollisimman kevyiksi eikä niissä ole käytetty ylimääräistä varmuuskerrointa maksimilentoonlähtöpainon kasvattamista silmälläpitäen. Eri lentokonevalmistajat käyttävät erilaisia laskentamalleja, joilla vähennetään laskeutumismääriä laskutelineerakenteisiin kohdistuvien kasvaneiden rasitusten takia. Laskutelineiden ja niiden osien laskeutumiskertoja vähennetään tai käytetään kerrointa (count factor) laskettaessa laskeutumismääriä. Kertoimella nopeutetaan laskeutumismäärien kertymisnopeutta, laskeutumismäärät voidaan kertoa suuremman lentoonlähtöpainon kohteessa esimerkiksi kertoimella 1,3. Laskutelineissä on eri osilla eri suuruisia käyttömääriä, ja maksimi-lentoonlähtöpainon kasvattaminen aiheuttaa vielä paljon lisää eroja käyttömääriin eri osien välillä. Molemmissa tapauksissa lopputulos on sama, mutta ne eroavat toisistaan käytännön työssä kun valvotaan osien käyntiaikoja. Laskutelineiden eläessä omaa elämänsä ne saattavat olla asennettuina eri perushuoltojaksoilla eri maksimi lentoonlähtöpainon omaavissa lentokoneissa, ja mahdollisesti pahimmassa tapauksessa laskuteline voidaan vaihtaa kesken peruskorjausjakson toisen painoluokan koneeseen. Tällaisissa tapauksissa on vaarana tapahtua laskuvirhe lasketta-

essa korjattuja laskeutumismääriä. Sallittujen laskeutumismäärien ylittäminen on vaarallista, koska riski laitteiden vikaantumiseen kasvaa huomattavasti.

Käytettäessä kerrointa muuttuneen maksimi-lentoonlähtöpainon korjauksessa voi eri laskutelineen osilla olla erisuuruinen kerroin, milloin eri osat menevät peruskorjaukseen eri aikaan. Kertoimen käyttäminen on periaatteessa yksinkertaista: laitteen tai osan korjattu kokonaislaskeutumismäärä saadaan, kun laskeutumis-kerrotaan lentoonlähtöpainoluokan tietylle laitteelle tai osalle määräämällä kertoimella. maksimi lentoonlähtöpainon muuttuminen kesken laitteen tai osan peruskorjauksen, esimerkiksi vaihdettaessa laskuteline toiseen koneeseen, tulee korjauskerroin muuttua oikeaksi samaan aikaan. Tällaisissa tapauksissa on mahdollista tulla ongelmia esimerkiksi huoltosuunnittelussa kun laskutelineen kokonaislaskeutumismäärä kasvaa eri vauhtia kuin on mahdollisesti aiemmin suunniteltu.

Toisessa tapauksessa rajoitetaan suoraan laitteen tai osan laskeutumiskertoja kasvavan lentoonlähtöpainoluokan mukaan. Tämä järjestely on yksinkertaisempi siinä, tapauksessa kun laskuteline on asennettuna yhteen painoluokkaan peruskorjauksen välisenä aikana. Mikäli laskuteline tai sen osa siirretään kesken peruskorjauksen toiseen painoluokkaan, joudutaan laskemaan aikaisemman painoluokan suhteellinen laskeutumismäärä uuden painoluokan määrästä. Tällaisissa tapauksissa laskentakaavat ovat jo monimutkaisia ja laskuvirhe voi tapahtua kokoneellekin huoltosuunnittelijalle. Seuraavassa laskuesimerkissä esitellään Airbussin käyttämä laskentamalli laskuteline osien osalta/7/.

$$Tr_i = \left[ 1 - \sum \left( \frac{Ca_j}{Cp_j} \right) \right] \times Cp_i$$

Kaavassa

$Tr_i$  = jäljellä oleva käyttöaika nykyisessä asennuskohteessa.

$Ca_j$  = käyttömäärä edellisessä asennuskohteessa.

$Cp_j$  = edellisen asennuskohteen mukainen maksimi-käyttömäärä.



$Cp_i$  = nykyisen asennuskohteen mukainen maksimi-käyttömäärä.

Esimerkin lähtökohdat:

Ensimmäinen asennuskohde

$Ca_j$  = laskeutumismäärä ensimmäisessä asennuskohteessa 4755 laskeutumista eli cycliä.

$Cp_j$  = maksimi-käyttömäärä ensimmäisessä asennuskohteessa 60000 laskeutumista.

Toinen asennuskohde

$Ca_j$  = laskeutumismäärä toisessa asennuskohteessa 2350 laskeutumista

$Cp_j$  = maksimi-käyttömäärä toisessa asennuskohteessa 22500 laskeutumista.

Uusi asennuskohde

$Cp_i$  = maksimi-käyttömäärä uudessa asennuskohteessa 60000 laskeutumista.

$$Tr_i = \left[ 1 - \sum \left( \frac{Ca_j}{Cp_j} \right) \right] \times Cp_i$$

$$Tr_i = \left[ 1 - \left( \frac{4755}{60000} + \frac{2350}{22500} \right) \right] \times 60000$$

$$Tr_i = 48978 \text{ laskeutumista}$$

Uudessa asennuskohteessa on 48978 laskeutumista jäljellä.

### 3.2 Viranomaismääräykset

Ilmailuviranomaisten tärkeimmät tehtävät ovat siviili-ilmailun turvallisuuden ylläpitäminen, ympäristönsuojelu sekä säännösten ja vaatimusten yhdenmukaistaminen. Lentokoneiden-huolto ja korjaustoimenpiteitä valvoo useat viranomaiset. Viranomaiset pyrkivät tekemään yhteistyötä helpottaakseen kaupankäyntiä ilmailutuotteilla maailmanlaajuisesti, mutta eroavaisuuksia on kuitenkin eri viranomaisten määräysten välillä.

Safe life-osien osalta viranomaisasiat ovat huomattavan eriäviä esimerkiksi amerikkalaisten ja eurooppalaisten viranomaisten kesken. Laskutelineosien kohdalla voi olla jopa lähes puolet eroa käyttöajoissa. Vaikka osien väsytykokeiden tulokset ovat yhtenäiset, ja lähtökohta molemmilla sama, viranomaiset painottavat eri asioita laskelmissaan, minkä vuoksi rasituskertarajat määräytyvät erilaisiksi. Eri viranomaisten suurehkoihin käyntiaikaeroihin voi mahdollisesti olla syynä myös kaupallisten etujen hakeminen. Väsytykokeiden tuloksista lasketaan tietyillä varmuuskertoimilla käyttömäärärajat ja peruskorjausten väliset käyntijaksot niin, että oikeanlaisessa käytössä rakenteiden pettämisen vaaraa ei ole. Varmuuskertoimet määräytyvät rakenteen kriittisyyden perusteella, ja näkemyseroja löytyy varmuuskertoimien suhteen eri viranomaisten kesken. Laitteiden ja osien käyttömäärärajat ovat siis eri suuruiset riippuen siitä, minkä ilmailuviranomaisen alaisuudessa toimintaa harjoittaa.

## 4 LIFE LIMIT-OSIEN JÄLJITETTÄVYYS

Käyttömäärältään rajoitettujen laitteiden jäljitettävyyden aina käyttöönotosta nykyhetkeen on pysyttävä aina ajan tasalla, ja laitteen asennus- sekä huoltohistoria dokumentit on löydyttävä, jotta voidaan todistaa esimerkiksi laitteen myynti tilanteessa käyttömäärä ja asennushistoria oikeaksi. Ilman historia dokumenttia oleva laite on käytännössä käyttökelvoton. Lentokone-laitteiden ja -osien virheellistä tai puutteellista historiadokumenttia on mahdollista joissakin tapauksissa korjata lentokoneenvalmistajan antamien ohjeiden mukaisesti, näissä tapauksissa kuitenkin aina häviää, koska puuttuvat tai virheelliset käyttöajat korvataan vastaavien eniten lennettyjen lentokoneiden käyttömäärien mukaan. Lentokoneessa on suuri määrä life limit osia, minkä takia varsinkin vanhoissa koneissa on paljon ongelmia jäljitettävyyden osalta. Lentoyhtiöissä käytetään nykyään ATK- pohjaisia laitteiden ja komponenttien seurantajärjestelmiä, jotka ovat erittäin varmatoimisia ja vähentävät arkistoitavien papereiden määrää huomattavasti. Kuitenkin kaikki alkuperätodistukset osista on löydyttävä.

### 4.1 Osien käyttöhistoria

Life limit-osien käyttöhistoria on tarkasti dokumentoitava lentokoneissa. Dokumentteja laitteiden historiasta tarvitaan osien huollossa ja etenkin myytäessä tai vaihdettaessa osia. Laitehistoriasta selviää laitteen käyttö tunteina ja/tai rasiuskertoina (cycle) sen mukaan, onko osan käyttömäärä rajoitettu tuntien ja/tai mahdollisesti syklien mukaan aina osan käyttöönotosta nykyhetkeen mukaan lukienn käyttömäärät peruskorjausten välillä. Laitehistoriasta selviää myös, missä lentokoneyksilöissä osa on ollut asennettuna, sekä missä peruskorjaukset on tehty. Aikaisemmat omistajan vaihdokset merkitään myös laitehistoriaan päivämäärineen ja käyttöaikoineen.

### 4.2 Kaupankäynti life limit-osilla

Käytäessä kauppaa life limit-lentokoneenosilla on otettava huomioon paljon erilaisia seikkoja, kuten esimerkiksi keneltä kannattaa osia ostaa, löytyykö osista täydellinen ja aukoton käyttöhistoria, ja ovatko mahdolliset asiakirjat totuudenmukaisia. Lentokone osien hinnat ovat erittäin korkealla laadun ja monivaiheisten tarkastuksien takia; tästä syystä myös ilmailukäyttöön pyritään myymään il-

mailuun kuulumattomia tarvikkeita ja osia. Jopa aikavalvottujen osien ja laitteiden käyntimääriä asiakirjoissa on luvattomasti vähennetty.

Ostettaessa lentokonekäyttöön tarkoitettuja osia kannattaa kauppaa tehdä seuraavien tahojen kanssa:

- lentokoneen valmistaja
- alkuperäinen laitteen valmistaja
- sertifioitu lentokone korjaamo
- tunnettu operaattori

Kaikkien life limit-osien mukana pitää olla viralliset dokumentit laitteen historiasta, joista selviää mistä lentokoneesta tai laskutelinekokonaisuudesta osa on irroitettu. Dokumenteista tulee selvittää osanumero, sarjanumero jos sellainen on olemassa, käyttötuntien määrä, laskeutumisten määrä ja laskutelineiden malli tai lentokoneen runkonumero ja maksimi lentoonlättopaino. Nämä edellä mainitut dokumentit pitää olla allekirjoittanut valtuutettu henkilö tarkastus- tai laatuosastolta.

Tapauksissa joissa osa on ollut asennettuna jo useammassa lentokoneessa tulee edellisten tietojen lisäksi löytyä merkinnät kaikista lentokoneista, joissa osa on ollut asennettuna. Huolloista tai korjauksista tehtävien luovutusasiakirjojen tulee myös löytyä kaikista osista ja laitteista. Kaikista life limit-osista, uusista ja käytetyistä, pitää myös alkuperäisdokumentit liittää mukaan myyntitilanteessa.

### **4.3 Puutteelliset historiatiedot/7/**

Lentokoneiden life limit-osien käyttöhistoria tiedoissa voi olla virheitä ja puutteita, tällaisissa tapauksissa osa ei ole välttämättä käyttökelvoton ja romutettava. Lentokonevalmistajat ylläpitävät listaa lentokoneista ja laitteista joiden avulla voidaan laitteelle tai osalle tehdä uusi käyttöhistoria kokonaan tai lyhyemmälle aikavälille. Uudesta käyttöhistoriasta tulee aina laitteenomistajan kannalta huomppi kuin osa oikea käyttöhistoria olisi, koska siihen valitaan kaikista suurimmat käyttömäärät, mitä kyseisellä osalla voi olla.

Puutteellisen käyttöhistorian tilalle tuleva uusi käyttöhistoria voi määräytyä erilaisten laskelmien avulla riippuen, siitä mitä tietoja osasta on saatavilla. Osilla joilla ei ole sarjanumeroa sekä käyttöhistoria puuttuu alusta asti, aletaan osalle laskea käyttömäärää ensimmäisen samalla osanumerolla valmistuneen osan valmistumispäivästä lähtien. Lentokonevalmistajat ylläpitävät listoja mistä voidaan tarkastaa eri osanumeroiden ensimmäisiä valmistumispäiviä. Puutteellisen aikavälin lentotunnit ja laskeutumiset valitaan lentokoneenvalmistajan ylläpitämän listan mukaan, listassa on merkittynä kaikkien eri lentokonemallien eniten lennettyjen yksilöiden lentotunnit ja laskeutumismäärät vuosittain. Lentokone-malli valitaan listasta siten, että jokaisen vuoden eniten lennetty lentokone valitaan vertailukohdaksi, johon kyseinen osa sopii. Laskelmissa vuoden lentomäärät voidaan jakaa kahteentoista osaan eli kuukauden mittaisiksi jaksoiksi. Puutteellisten historiatietojen osuessa keskelle vuotta voidaan eniten lennetyn lentokoneen käyttömäärästä laskea vain oikea osuus vuoden käyttömäärästä kuukauden tarkkuudella.

Lentokone-osissa joissa on osanumero sekä sarjanumero voidaan joissakin tapauksissa saada osan valmistajalta valmistuspäivä selville. Käyttöhistorian ollessa kateissa osan valmistumisesta alkaen voidaan käyttöhistoriaa alkaa luoda valmistuspäivästä alkaen. Vastuu uudelleen luodun käyttöhistorian oikeellisuudesta on operaattorilla, lentokoneenvalmistaja ei vastaa laskennallistentuntimäärien mahdollisista virheistä.

Antti Koskela

Aircraft types/series application categories							
Years/ LDG	A318-100	A319-100	A320-100	A320-200		A321-100	A321-200
				TWIN	BOGIE		
1987			343*				
1988			1569	24*			
1989			2567	2215	865*		
1990			2470	2333	744		
1991			2306	2420	1564		
1992			2172	2432	1723		
1993			2228	3263	1549	460*	
1994			2168	3628	1799	1449	
1995		221*	2243	3547	1615	2228	
1996		1441	2045	3376	1796	3698	
1997		2177	2105	2892	1842	3304	1323*
1998		2267	2347	2474	1954	3117	2076
1999		2391	2911	2831	1950	3287	2660
2000		3410	2615	2956	2060	2880	2493
2001		3728	2241	3164	1962	2696	2323
2002		3361	2165	3259	2075	2851	2134

Taulukko 4.1 Kapearunkoisten Airbus-lentokoneiden suurimmat laskeutumismäärät vuosittain.

(\*) Käyttöönotto päivämäärä

A320-100 27.4.1987

A320-200 TWIN 27.6.1988

A320-200 BOGIE 30.3.1989

A321-100 11.3.1993

A319-100 25.8.1995

A321-200 1.1.1997

Antti Koskela

NON-SERIALISED PARTS		Aircraft types/series applicability								
(MLG)		A318-100	x							
		A319-100		x						
		A320-100			x					
		A320-200 Twin				x				
		A320-200 Bogie						x		
		A321-100							x	
		A321-200								x
Nomenclature	P/N	D.O.M first part								Remarks
<b>MAIN LANDING GEAR</b>										
Rear pintle pin (1)	D32140212200xx	P/N no longer in service								
	D32153030000xx	27-Jun-1988			x	x	x			
	D32153030002xx	21-Mar-1990	x	x	x	x	x			
	D32153030004xx	03-Mar-2000		x	x	x	x			(2)
	D32153030200xx	27-Jun-1988			x	x	x			
	D32153030202xx	21-Mar-1990	x	x	x	x	x			
	D32156005000xx	11-Mar-1993							x	x
	D32156005002xx	03-Mar-2000							x	x
(1) Rear pintlepin: "xx" at the end of the P/Ns stand for any number between 00 and 99.										
(2) When "xx" equals 01, the part was serialised at the assembly P/N level. This S/N applies to the detail P/N. See SB A320-32-1236										
	SLN40636M75	27-Apr-1987	x	x	x	x	x			
Rear pintle pin nut	SLN40851	11-Mar-1993							x	x
D.O.M (date of manufacture)										

Taulukko 4.2 Sarjanumeroimattoman osan ensimmäiset valmistuspäivät ja sopivuus eri konemalleihin.

### Esimerkki

Esimerkkinä luodaan D3215303020200 osalle laskeutumismäärä aikavälille 13-jun-1995 – 5-feb-1999 yllä olevien taulukoiden avulla.

D3215303020200 osanumerolla varustettu osa käy taulukon 4.2 mukaan viiteen eri Airbus-malliin. Mahdollisista lentokonemalleista valitaan jokaista vuotta kohden se lentokonemalli, millä on kyseisenä vuonna tehty laskeutumisia eniten. Esimerkkitapauksessa mahdollisia lentokonemalleja taulukon 4.2 mukaan ovat:

- A318-100
- A319-100
- A320-100
- A320-200 Twin
- A320-200 Bogie

Kyseisinä vuosina eniten laskeutumisia on tehty taulukon 4.1 mukaan seuraavasti:

- 1995 konetyypillä A320-200 Twin 3547 laskua.
- 1996 konetyypillä A320-200 Twin 3376 laskua.
- 1997 konetyypillä A320-200 Twin 2892 laskua.
- 1998 konetyypillä A320-200 Twin 2474 laskua.
- 1999 konetyypillä A320-100 2911 laskua.

Laskutoimituksessa lasketaan laskeutumismäärä kuukauden tarkkuudella, eli vuoden laskeutumismäärän voi jakaa kahteentoista samansuuruiseen osaan. Laskeuttavan aikakauden alku- ja loppukuukausi lasketaan mukaan.

Laskeutumismäärä aikavälille 13-jun-1995 – 5-feb-1999 on:

$$\left( 7 \times \frac{3547}{12} \right) + 3376 + 2892 + 2474 + \left( 2 \times \frac{2911}{12} \right) =$$

11297 Laskeutumista



## 5 LIFE LIMIT-OSIEN JÄLJITETTÄVYYSSTANDARDI

Life limit-osien jäljitettävyyssandardin tarkoitus on nopeuttaa ja selkeyttää lentokoneosilla tehtävää kauppaa, mukaan lukien lentokoneosien ostotilanteen tai vaihtokaupat sekä huoltoon tai korjaukseen tulevat osat tai laitteet. Life limit-osien jäljitettävyyssandardista selviävät osan tai laitteen myyjälle tai huolto/korjaus tilausta tekeväälle operaattorille tai muulle yritykselle kaikki jäljitettävyyssvaatimukset ja hänen edustamansa yrityksen sopivuus lentokoneosien toimittajaksi. Tässä työssä liitteenä oleva jäljitettävyyssstandardi on tarkoitettu vain Finnairin laskutelinekorjaamon käyttöön.

Life limit-osien jäljitettävyyssstandardi sisältää vaatimukset lentokonetarvikkeiden toimittajalle; esimerkiksi minkä tyyppisten yhtiöiden kanssa Finnair tekee kauppaa lentokonetarvikkeilla. Mahdollisia lentokonetarvikkeiden toimittajia ovat laitteiden ja osien valmistajat, laitteiden ja osien valmistajien alihankkijat, viralliset lentokonekorjaamot, muut operaattorit, maahantuojat ja tukuliikkeet. Erikuntoisten ja erityyppisten tavarantoimittajien toimittamien lentokone tarvikkeiden jäljitettävyyssvaatimukset selviävät myös jäljitettävyyssstandardista. Laitteiden ja osien kuntoluokkia ovat tehdas uusi, uusi, käytetty, huollettavissa oleva ja korjattavissa oleva. Kaikki lentokonetarvikkeeksi sopivat osat on valmistettu ilmailuviranomaisen valvonnan alla. Jäljitettävyyssstandardin vaatimukset ovat yleisesti tunnettujen operaattoreiden vaatimusten kanssa hyvin pitkälle yhteneviä, mikä helpottaa lentokone tarvikkeiden jälleenmyyntiä tarvittaessa. Jäljitettävyyssvaatimukset on koottu kaikkia mahdollisia tarpeita silmälläpitäen mikäli osista ja laitteista on olemassa jäljitettävyyssstandardin mukaiset tiedot ei ongelmia siltä osin synny. Jäljitettävyyssstandardissa lähteinä on käytetty:

- EASA 145 Appendix I
- JAR 145 Appendix 3
- ISO 9000
- FAA 8130.21

## 5.1 Tavarantoimittajat

Tavarantoimittajat jaetaan kahteen ryhmään, säännöllisiin ja epäsäännöllisiin tavarantoimittajiin. Säännöllisiin tavarantoimittajiin kuuluu laitteiden- ja osien valmistajat mitkä ovat hyväksytyjä tuotannon haltijoita, tunnetut operaattorit, sertifioidut lentokonekorjaamot ja valmistajan huoltopalvelusta. Kaikki muut tavarantoimittajat ovat epäsäännöllisiä. Epäsäännöllisen tavarantoimittajan on pystyttävä käytännössä jäljittämään lentokonelaite tai –osa aina säännölliseen tavarantoimittajaan asti. Epäsäännölliset tavarantoimittajat eivät ole Finnairin ensisijaisia tavarantoimittajia, varmuus osan- tai laitteenkäyttöhistorian todentamiseksi katoaa jos osalla tai laitteella on lukuisia tuntemattomia omistajia historiassa.

### 5.1.1 Säännöllinen tavarantoimittaja

Jäljitettävyyssstandardin mukaisen säännöllisen tavarantoimittajan on toimitettava lentokonelaitteen tai –osan mukana alkuperäinen valmistajantodistus tarvikkeen alkuperästä, joka voi olla esim. EASA Form1/5/, JAA Form 1/9/, FAA Form 8130-3/6/, kuljetustodistus, siirtolippu tai kuitti laskusta erittelyineen. Jos osa tai laite on käytetty ja kyseessä on aikavalvottulaite, tulee mukaan liittää täydellinen käyttöhistoria käyttömäärineen. Jäljitettävyyssstandardissa on eriteltyä erityyppisille tavarantoimittajille vaatimukset kaikkien mahdollisten tarvikkeen kuntoluokkien mukaan.

### 5.1.2 Epäsäännöllinen tavarantoimittaja

Tapauksissa joissa täysin tuntematon taho myy lentokonetarvikkeita ja varsinkin käytettyjä aikavalvottuja laitteita tai osia herää epäily laitteiden tai osien alkuperää ja käyttöhistoriadokumenttien oikeellisuutta kohtaan. Ongelmatilanteessa esimerkiksi edellä mainitun mukainen epäilyttävä osa tai laite aiheuttaa onnettomuuden tai vaaratilanteen ja tutkinnassa käy ilmi, että kyseinen osa tai laite on kelvoton lentokonekäyttöön, vastuu kelvottoman osan tai laitteen käytöstä jää usein operaattorille. Tästä syystä tuntemattomia ja epäilyttäviä tavarantoimittajia tulee välttää varsinkin käytettyjen tarvikkeiden osalta. Epäsäännölliseltä tavarantoimittajalta tulee välttää varsinkin käytettyjen tarvikkeiden osalta. Epäsäännölliseltä tavarantoimittajalta tulee välttää varsinkin käytettyjen tarvikkeiden osalta.

toimittajalta yleisesti vaaditaan säännöllisentavarantoimittajan vaatimusten lisäksi selvitys, miltä säännölliseltä tavarantoimittajalta tarvike on ostettu.

## 5.2 Laitteiden ja osien kuntoluokat

Lentokonelaitteita ja -osia myydään ja ostetaan kaikenkuntoisina uusina ja käytettyinä. Uudet tarvikkeet voidaan jakaa kahteen ryhmään, tehdas uusiin ja uusiin. Tehdas uusia ovat ainoastaan valmistajan itsensä myymiä, valmistajan valtuuttaman vähittäismyyjän myymiä tai valmistajan valtuuttaman maahantuojan myymiä uusia tarvikkeita. Uusia tarvikkeita voivat varastoistaan myydä operaattorit, lentokonekorjaamot tai vähittäismyyjät. Käytettyjä osia ja laitteita myyvät pääasiassa operaattorit ja lentokonekorjaamot. Käytetyt osat ja laitteet voivat olla asennusvalmiita kesken käyntijakson irrotettuja, peruskorjattuja, korjattuja, modifioituja tai tarkastettuja. Käytetyt osat voivat olla myös käyttökelvottomia ennen peruskorjausta tai vikakorjausta, jotka myydään esim. käyntijakson tullessa täysi tai osan tai laitteen vikaannuttua.

## 5.3 Lentokoneesta puretut osat

Lentokoneesta osia ja laitteita saa purkaa ainoastaan ilmailuviranomaisen hyväksymä lentokonekorjaamo. Kaikista lentokoneesta puretuista aikavalvotuista osista ja laitteista tulee täyttää irrotuskaavake. Irrotuskaavakkeen tulee sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- lentokonekorjaamon nimi ja viranomaisnumero
- osa- tai laitenumero
- sarjanumero jos olemassa
- osan- tai laitteennimi
- lentokoneen runkonumero
- positio, josta irrotettu
- irrotuksen syy
- edellisen käyttäjän nimi

Lentokoneosan tai -laitteen historiadokumentista tulee löytyä vähintään irrotus-  
kaavake osan tai laitteen viimeisestä irrotuksesta.

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Tämän tutkintotyön tuloksena saatiin safe life filosofiasta koottu tietopaketti, joka sisältää tietoa sen käyttötarkoituksista, käyttökohteista ja sen erityispiirteistä. Lisäksi luotiin Finnairin laskutelinekorjaamon käyttöön lentokoneosien ja –laitteiden jäljitettävyyssstandardi, minkä mukaiset tiedot on lentokoneosien tai –laitteiden myyjän, korjaustilauksen tekevän operaattorin tai vaihtokauppaa suunnittelevan tahon esitettävä laitteistaan. Jäljitettävyyssstandardi on tehty englanninkielellä koska asiakkaat ovat pääasiassa ulkomaalaisia.

Vaikka tulevaisuudessa safe life-periaatteen käyttö on vähenemään päin siirryttäessä kustannuksien kannalta tehokkaampiin suunnitteluperiaatteisiin, säilyy safe life periaatteen käyttö osassa lentokoneen primäärirakenteita vielä pitkälle tulevaisuuteen. Lentokonetekniikan parissa työskentelevälle perustieto safe life periaatteesta auttaa ymmärtämään huoltojen, tarkastusten ja peruskorjausten tarkoitusta.

Nykyisin lentokonealalla vaikuttaa valtava määrä erilaisia yrityksiä, siitä johtuen on hyvä olla tarkkana laadun ja käyttöhistorian suhteen varsinkin ostettaessa osia tai laitteita käytettyinä. Lentokonealan kohdatessa lamakausia saattaa ilmailukäyttöön ilmestyä sinne sopimattomia osia ja laitteita, tällaisten tarvikkeiden ostaminen ja käyttöönotto voi olla erittäin vaarallista. Jäljitettävyyssstandardin mukaisia vaatimuksia noudatettaessa riski käyttökelvottomien osien ostoon pienenee.

**LÄHTEET**

- 1 Finnair Oyj. [www sivu]. [viitattu 10.3.2005]. Saatavissa: <http://www.finnair.fi>
- 2 Niu, Michael, C, Y, Airframe structural desing. Practical desing information and data on aircraft structures. Conmilit Press, Hong Kong 1990. 612s
- 3 Davies, Mark, The standard handbook for aeronautical and astronautical engineers.: McGraw-Hill, New York 2003.
- 4 Aalto, Heikki, NDT-perusteet ja visuaalinentarkastus. koulutusmoniste. 2005
- 5 EASA European Aviation Safety Agency. [www sivu]. [viitattu 17.3.2005] Saatavissa: <http://www.easa.eu.int/home/index.html>
- 6 FAA Federal Aviation Administration. [www sivu]. [viitattu 17.3.2005]. Saatavissa: <http://www.faa.gov/> (Luettu 17.3.2005)
- 7 Airbus. Service information letter. Life limited parts with unknown history. 2003
- 8 ISO 9000. Quality management systems. International organization for standardization 2000.
- 9 JAR 145 Approved Maintenance Organisations Appedix 3. JAA Joint Aviation Authories. 2003.
- 10 Engrasp Inc. [www sivu]. [viitattu 1.6.2005]. Saatavissa: [http://www.engr asp.com/doc/etb/mod/fm1/miner/miner\\_help.html](http://www.engr asp.com/doc/etb/mod/fm1/miner/miner_help.html)

## **LIITTEET**

Supplier requirements and traceability standard.



LANDING GEAR MAINTENANCE

# **Suppliers Requirements and Traceability Standard**



## **1 Introduction**

Finnair provide a very valuable and important service to the aviation community at large. Finnair have a role in supporting the continued operation of air carriers, including its own air carrier department.

We at Finnair share the concern of airworthiness authorities with regard to unapproved parts. Finnairs policy is to purchase only approved parts traceable to regulated sources.

We expect our suppliers to conform to the same high standards. This booklet sets out Finnair Traceability requirements for parts purchased from manufacturers, suppliers, distributors, operators and repair facilities. Examples of these requirements can be found in any airworthiness regulations.

## **2 Approved part**

An approved part is any part manufactured and approved under the provisions of EASA, JAA or FAA regulations.

## **3 Suppliers**

Suppliers are divided into two categories, regulated and non-regulated suppliers. Regulated suppliers are Original Equipment Manufacturer (OEM) who are Production Approval Holder (PAH), Scheduled Air Carriers and Operators, Certified Repair Stations (EASA, FAA), Manufacturers Maintenance Facilities (MMF). All other suppliers which are not defined above are non-regulated suppliers.

## 4 Certification and Traceability Requirements

### 4.1 Regulated supplier

The following are the minimum certification requirements necessary when supplying parts purchased from regulated suppliers.

**Factory new** requires original certification from the manufacturer ( EASA Form 1, JAA Form 1, FAA Form8130-3, shipping ticket, Transfer ticket or Invoice)

**New Surplus** Requires a certification from the regulated source signed by a authorized signatory Stating that the part is new. Appropriate documentation may include (EASA Form 1, JAA Form 1, FAA Form 8130-3, Material Certificate)

**Overhauled** requires the following certification:

- 1) An original material certificate, duly signed by an authorized signatory, stating the part is in overhauled condition.
- 2) An original EASA Form 1, JAA Form 1, FAA Form 8130-3.
- 3) Details of work performed during overhaul and reference to the approved technical data used including revision date.
- 4) Non-incident/non-military statement, issued by the last operator or overhaul agency, and for each change of ownership.

**Serviceable** certification requirements are the same as those required for overhauled parts, although documents will state repaired, modified, functional tested, inspected, or a combination of these.

**Repairable** certification required, a material certificate, duly signed by an authorized signatory, stating part condition and including a non-incident statement, issued by the last operator.

## 4.2 Non-regulated supplier

The following are the minimum certification and traceability requirements for parts purchased from a non-regulated supplier. All parts purchased from non-regulated suppliers must be traceable to a regulated supplier. All parts must be certified to comply with their condition.

**New Surplus** Requires the following certification:

- 1) Material certificate from the supplier, duly signed by an authorized signatory, stating the material is new and naming the regulated supplier the part was purchased from.
- 2) The original or a certified true copy of the certificate received from the regulated suppliers.

**Overhauled** requires the following certification:

- 1) An original material certificate from the supplier, duly signed by an authorized signatory, stating the part is in overhauled condition and naming the regulated source the part was purchased from.
- 2) The original or certified true copy of the material certificate received from the regulated supplier is required.
- 3) An original EASA Form 1, JAA Form 1, FAA Form 8130-3
- 4) Details of work performed during overhaul and reference to the approved technical data used including revision date.
- 5) Non-incident/non-military statement, issued by the last operator or last regulated source.
- 6) If the material was purchased through tear down, is the removal tag required

**Serviceable** certification requirements are the same as those required for overhauled parts, although documents will state repaired, modified, functional tested, inspected or a combination of these.

**Repairable** requires the following certification:

If the material was purchased through tear down, is the removal tag required

- 1) A materia certificate from the supplier, duly signed by an authorized signatory, stating the parts condition.
- 2) The original, or true certified copy, of the material certificate received from the regulated source.

<b>FINNAIR PART CERTIFICATION AND TRACEABILITY REQUIREMENTS</b>		
Condition of part	Supplier	Certification requirement
Factory New	Original equipment manufacturer (O.E.M) Production Approved Holder (PAH)	An original Release Certificate or, Shipping Ticket or other document, which demonstrate that part is new and manufactured by PAH. JAA Form 1 or EASA Form 1
Factory New	Vendor Proprietary Components	An original Release Certificate, Shipping Ticket or other document, which demonstrate that the part is new and manufactured under Technical Standard Order. JAA Form 1 or EASA Form 1
Factory New	O.E.M Vendor	An original Release Certificate, Shipping Ticket, Invoice or other document traceable to manufacturer.
Factory New	O.E.M (PAH) Vendor Authorized Distributor	An original Certificate of Conformance
New/Used	Distributor	An original Certificate of Conformance and copy of document Referenced in above, as applicable
New/Used	FAA 145 Repair Station	An original Material Certificate or Shipping Ticket or invoice, which provides evidence that the part, is new and records of traceability are provided.
New/Used	Airline Operators	An original Material Certificate or Shipping Ticket or Invoice, which provides evidence that part, is new and records of traceability are on file.
New/Used	Surplus Supplier	An original Material Certificate and copy of document traceable to a scheduled air carrier, operator, O.E.M or Repair Station.

<b>FINNAIR PART CERTIFICATION AND TRACEABILITY REQUIREMENTS</b>		
Condition of part	Supplier	Certification requirement
Serviceable Overhauled, Repaired, Modified, Inspected	O.E.M, Vendor Proprietary Components, EASA Repair Station, FAA Repair Station, Airline Operator	An original Material Certificate, non -incident or non -military statement, an original EASA Form 1, an original JAA Form 1, an original FAA 8130-3 with dual release including Statement of work performed/Teardown report. Life Limitation Statement and AD Statement as applicable.
Serviceable Overhauled, Repaired, Modified, Inspected	Surplus Supplier	An original Material Certificate, non -incident or non -military statement, EASA, JAA, FAA Maintenance release tag, Statement of work performed/Teardown report. Life Limitation Statement and AD Statement as applicable. Plus Material Certification and documentary traceability back to regulated source.
Repairable	Surplus Supplier	Repairable tag or Unserviceable tag: A/C Reg. or landing gear S/N from which part was removed, position and reason for removal. Hour/cycle information as applicable. Plus an original Material Certification and document traceability back to scheduled aircarrier or operator or O.E.M from whom part was purchased.
Standard parts	O.E.M	An original Certificate of Conformance to relevant specification

## **5 Teardown parts**

The following are the minimum traceability and certification requirements for parts removed from airplane or landing gear.

For airplane/landing gears disassembled by EASA, JAA or FAA certified repair facilities require a removal tag for every part containing the following information:

- repair facility name and approval number
- part number
- serial number
- part description
- airplane tail number or landing gear serial number
- position removed from
- reason for removal
- name of last user

For airplane or landing gear disassembled by non-regulated source require the same certification requirements contained in sections 4.1 and 4.2 of this document. In a non-regulated cases the certification and traceability requirements should be discussed with Finnair quality management on an item by item before shipment. As a minimum, parts must have documented traceability to specific airplanes or landing gears.

## **6 Life-limited parts**

All life limited parts must comply the requirements specified in sections 4.1 and 4.2, in addition the following documents and traceability is required:

Each and every life limited part must be accompanied by a appropriate document produced at the time the part was removed from airplane or landing gear. In addition, a document is required certifying part number, serial number, total time, total cycles and model number of the landing gear or manufacturer serial number of the airplane that the part was removed from. The document must be signed by an authorized signatory. In the case the part was installed on more than one airplane or landing gear, the requirements of the above must comply, in addition log book entries and maintenance release tags with part number and serial number of part, serial numbers of all landing gears and airplanes that the parts were installed on. For all life limit parts, new or used, a birth document is required.