

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Lentokonetekniikka

Tutkintotyö

Erik Korpijärvi

ULTRAKEVYEN LENTOKONEEN RAKENNUSPROJEKTIN VALINTA

Työn ohjaaja
Tampere 2009

Yliopettaja Heikki Aalto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Lentokonetekniikka

Erik Korpijärvi

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2009

Hakusanat

Ultrakevyen lentokoneen rakennusprojektin valinta

47 sivua

Yliopettaja Heikki Aalto

Tampereen ammattikorkeakoulu

ultrakevyt lentokone, rakennusprojekti, LSA

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulussa rakennettiin opiskelijaprojektina ultrakevyt lentokone Eurostar EV-97 vuosina 2005–2006. Uudesta vastaavasta projektista on keskusteltu ja sille olisi heikentyneessä taloustilanteessa tilausta.

Tässä tutkintotyössä käsitellään yleisesti ultrakevyen lentokoneen rakennusprojektin valintaa, konetyyppien ja rakennussarjojen vertailua ja niihin liittyviä asioita. Lisäksi käsitellään uutta LSA -luokkaa ja sen vaikutuksia kevytilmailulle.

Ultrakevyen lentokoneen rakentamiseen ja lentotoimintaan sillä liittyy tiettyjä erityispiirteitä ja rajoituksia, verrattuna muuhun lentotoimintaan. Osa niistä on eri viranomaisten asettamia ja osa tälle ilma-alusryhmälle ominaisia. Tällaista rakennusprojektia valitessa on monia asioita, joita täytyy ottaa huomioon. Parhaan mahdollisen vaihtoehdon löytämiseksi, eri konetyyppien ja rakennussarjojen laajasta kirjosta, tulee miettiä selkeät valintakriteerit. Valmiin koneen suunniteltu käyttötarkoitus, sekä rakentamismahdollisuudet asettavat valinnalle tiettyjä vaatimuksia. Tämän lisäksi on huomioitava, että vaaditus viranomaismääräykset täytetään kaikissa tilanteissa. Kun riittävän tarkka pohjatyö on tehty ja selkeät perusteet valinnalle määritetty, on helppo vertailla eri vaihtoehtoja ja valita niistä parhaiten soveltuva.

Aikaisemmin vain Yhdysvalloissa oleva LSA -luokka on rantautunut myös Eurooppaan. EASA on mahdollistanut lentotoiminnan näillä ilma-aluksilla tilapäisellä luvalla ilmailuun, kunnes sille määritetään lentokelpoisuusvaatimukset. Tällä uudella ilma-alusluokalla on varmasti tulevaisuudessa vaikutusta ultrakevytilmailuun, kuin myös kaikkeen muuhun yleis- ja harrasteilmailuun.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Aeronautical Engineering

Erik Korpijärvi

Choosing an ultralight aircraft construction project

Engineering Thesis

47 pages

Thesis Instructor

Supervisor Heikki Aalto

Thesis Orderer

Tampere University of Applied Sciences

April 2009

Keywords

ultralight airplane, construction project, LSA

ABSTRACT

An ultralight aircraft Eurostar EV-97 was built as a student project in Tampere University of Applied Sciences during 2005-2006. A possibility of a new similar project has been discussed due to the current recession.

This thesis deals with the choosing of an ultralight aircraft construction kit and comparison between different aircraft and kit types. The thesis also deals with the new LSA- class and the effects it will have to general and sport aviation in Europe. Constructing as well as flying with an ultralight aircraft has some special features compared to other aviation activities. There are various things that must be taken into account when choosing an ultralight aircraft construction project. In order to find the best alternative, certain choosing criteria's must be established. The intended use of the aircraft as well as the available building potential set certain demands for the chosen aircraft type and kit. Also the fulfillment of all orders of the authorities must be confirmed at all times. Once the adequate background research is done and clear criteria's are established, the comparison between potential candidates can be easily made.

The LSA –class has found its way to Europe from USA. LSA -airplanes can now be operated in the EU with the temporary permit to fly until EASA sets airworthiness standards for LSA -airplanes. This new aircraft class will undoubtedly have major influence in the future for the general and sport aviation in Europe.

ALKUSANAT

Tämän tutkintotyön alkuperäinen tarkoitus oli tehdä taustaselvitystä, jonka perusteella Ilmailukerholle voitaisiin valita uusi lentokoneen rakennusprojekti. Myöhemmin tutkintotyö muotoutui käsittelemään ultrakevyen lentokoneen valintaa rakennusprojektiksi yleisesti, sekä uuden LSA -luokan tämänhetkistä tilannetta. Toivon, että tekemäni työ voisi toimia apuna jokaiselle joka on kiinnostunut ultrakevyen lentokoneen rakentamisesta. Erityisesti toivon, että tekemäni taustatyö voisi hyödyttää TAMKIn tulevaa lentokoneenrakennusprojektia, kun sen aika koittaa.

Uusi LSA -luokka herättää varmasti paljon kiinnostusta ilmailun ammattilaisissa ja harrastajissa Euroopassa. Aiheen ympärillä liikkuu paljon erilaisia käsityksiä ja jopa epätietoisuutta. Toivon, että tämä työ antaa hyvän puolueettoman tilannekatsauksen tähän ajankohtaiseen aiheeseen.

Haluan kiittää työni ohjaajaa Heikki Aaltoa mahdollisuudesta tähän tutkintotyöhön, sekä rakentavista kommentteista. Kiitos myös Ilmailuhallinnon Harrasteilmailuyksikön päällikkö Markku Hiedanpäälle avusta Ilmailumääräysasioissa, sekä Siivet -lehden päätoimittaja Ville Tuokolle avusta ja luvasta käyttää tekemäänsä taulukkoa.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni opinnoissa tukemisesta.

Tampereella, keväällä 2009

Erik Korpijärvi

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO.....	7
2 ILMAILUVIRANOMAISET	8
2.1 Ilmailuhallinto	8
2.2 EASA.....	8
2.3 Joint Aviation Authorities	9
2.4 Federal Aviation Administration.....	9
3 ILMA-ALUKSET	10
3.1 Harrasterakenteiset lentokoneet.....	11
3.2 Ultrakevyet lentokoneet.....	15
3.3 LSA -luokan lentokoneet.....	17
4 LENTOLUPAKIRJAT	21
5 LENTOKONEEN VALINTAKRITEERIT.....	24
5.1 Koulukone	24
5.2 Vapaa-ajan kone	27
5.3 Rakennuskone.....	28
6 VERTAILUN SUORITTAMINEN	33
6.1 Konetyypin vertailu	33
6.2 Rakennussarjan vertailu.....	38
6.3 Vertailun ongelmia	39
7 YHTEENVETO	41
8 OMIA POHDINTOJA	42
LÄHDELUETTELO	44
KUVALUETTELO	47

Käytetyt lyhenteet ja käsitteet

CAS	Kalibroitu ilmanopeus (Calibrated Airspeed)
CPL	Ansiolentäjän lupakirja (Commercial Pilot Licence)
EAA	Experimental Aircraft Association
EASA	Euroopan lentoturvallisuusvirasto (European Aviation Safety Agency)
FAA	Yhdysvaltain ilmailuviranomainen (Federal Aviation Administration)
FAR	Yhdysvaltain ilmailumääräykset (Federal Aviation Regulations)
g	Kuormituskerroin (9,81 kg/ms ²)
IR	Mittarilentokelpuus (Instrument Rating)
JAA	Euroopan ilmailuviranomaisten yhteenliittymä (Joint Aviation Authorities)
JAR	JAA:n jäsenvaltioiden hyväksymät vaatimukset (Joint Aviation Requirements)
Kt	Solmu (Merimailia tunnissa mpk/h) 1,852 km/h
LPL	Leisure Pilot License
ME	Monimoottorikelpuus (Multi Engine Rating)
MTOW	Maksimi lentoonlähtömassa (Maximum Take-Off Weight)
NF	Yölentokelpuus (Night Qualification)
PPL	Yksityislentäjän lupakirja (Private Pilot License)
UL	Ultrakevyt lentokone (Ultralight Airplane)
UPL	Ultrakevytlupakirja (Ultralight Pilot License)
V _h	Maksimi lentonopeus täydellä teholla
V _{ne}	Rakenteellinen maksiminopeus (Velocity Never Exceed)
VFR	Näkölentosäännöt (Visual Flight Rules)
V _{so}	Sakkausnopeus laskuasussa

1 JOHDANTO

Keväällä 2004 Tampereen ammattikorkeakoulun ilmailukerholle päätettiin hankkia ultrakevyen lentokoneen rakennussarja ja toteuttaa sen rakennus opiskelijaprojektina. Koneeksi valittiin tuolloin Tsekkiläisen Evektor-Aerotechnikin Eurostar EV-97 ja sen rakentaminen toteutettiin onnistuneesti koulun tiloissa vuosina 2005–2006. Projektista monet opiskelijat saivat arvokasta kokemusta ja siitä tehtiin useita tutkintotöitä.

Uudesta vastaavasta opiskelijaprojektista on keskusteltu ja mahdollisuuksia sellaisen hankkimiselle on kartoitettu. Uudelle rakennusprojektille olisi tilausta erityisesti heikentyneen taloustilanteen vuoksi, jolloin oppilaitos voisi työllistää opiskelijoita projektilla tilanteessa, jossa ympäröivien yritysten ja organisaatioiden työllistämismahdollisuudet ovat merkittävästi heikentyneet.

Tämän tutkintotyön tavoite on tarkastella yleisesti harrasterakenteisen ultrakevyen lentokoneen rakennussarjan valintaa, eri konetyyppien ja rakennussarjojen vertailun suorittamista ja näissä huomioitavia asioita. Tarkemmin käsitellään harrasterakenteisen lentokoneen ja sillä suoritettavan lentotoiminnan erityispiirteitä ja rajoituksia, sekä niihin liittyviä viranomaismääräyksiä ja -vaatimuksia. Tämän lisäksi käsitellään tulevaa LSA -ilma-alusluokkaa (Light Sport Aircraft) ja sen mahdollisia vaikutuksia kevytilmailulle. Työn on myös tarkoitus toimia työvälineenä ja tietolähteenä ultrakevyen lentokoneen rakentamista suunnitellessa. Työ ei ota kantaa minkään tietyn konetyypin puolesta, vaan nimeltä mainittuja konetyyppejä käsitellään ainoastaan esimerkin tavoin.

2 ILMAILUVIRANOMAISET

Ilmailu on monilla mittareilla tarkimmin säänneltyä ja valvottua, kuin mitkään muut liikennemuodot. Kansalliset ilmailuviranomaiset säätelevät alueellaan tapahtuvaa ilmailutoimintaa omilla määräyksillään, jotka toisinaan poikkeavat eri maissa toisistaan. Ilmailu on aina ollut hyvin kansainvälistä toimintaa ja tämän helpottamiseksi eri maiden ilmailuviranomaiset ovat pyrkineet yhdenmukaistamaan tiettyjä käytäntöjä. Tämä näkyy erityisesti lentokoneteollisuudessa, jossa usein pyritään siihen, että valmistuvat ilma-alukset voidaan sellaisenaan hyväksyä mahdollisimman monessa maassa. Tärkeimmät näistä viranomaisista ovat Yhdysvaltain ilmailuviranomainen FAA, sekä Euroopan unionin lentoturvallisuusvirasto EASA.

2.1 Ilmailuhallinto

Suomessa ilmailun alalla viranomaisena toimii, Liikenne- ja viestintäministeriön alainen itsenäinen virasto, Ilmailuhallinto, joka aloitti toiminnan nykyisessä muodossaan vuoden 2006 alussa. Sen vastuualueeseen kuuluu Suomessa ja suomalaisella ilma-aluksella ulkomailla tapahtuva ilmailu, sekä muu suomalainen ilmailutoiminta. Sen tehtävänä on asettaa ilmailumääräyksiä ja normeja, myöntää ja valvoa lupia ja oikeuksia, ylläpitää rekisteriä, edistää lentoturvallisuutta ja valvoa lakien ja määräysten toteutumista. /29/

2.2 EASA

Euroopan unionin alueella lentoturvallisuudesta vastaa Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA(European Aviation Safety Agency), joka on Euroopan unionin erillisvirasto. Tämä virasto perustettiin Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella 2002. Sen tehtävänä on valvoa lentoturvallisuutta unionin alueella ja luoda yhteneviä käytäntöjä unionin sisällä. /17/

Unioniin liittymisen myötä unionin määräyksillä ja asetuksilla on ollut määräysvalta niiltä osin kuin ne ovat ristiriidassa kansallisten määräysten kanssa. Näin on myös ilmailualalla. Tämän myötä suomeen on voinut rekisteröidä ilma-aluksia, joita ei aikaisemmin kansallinen viranomainen ole hyväksynyt, sillä perusteella, että ne ovat rekisteröity, jossain toisessa jäsenmaassa.

2.3 Joint Aviation Authorities

Joint Aviation Authorities (JAA) on Euroopan talousalueen eri maiden ilmailuviranomaisten yhteenliittymä, jossa suomi on myös mukana. Se ei ole valtaa käyttävä elin, vaan sen tarkoitus on jäsenmaiden yhteistyöhön perustuen luoda yhteneviä käytäntöjä turvallisuuden parantamiseksi ja kansainvälisen ilmailutoiminnan helpottamiseksi. Tästä yhteistyöstä ovat syntyneet JAR-vaatimukset (Joint Aviation Regulations), joista tärkeä osa liittyy ilma-alusten lentokelpoisuuteen ja lupakirjakirjoihin. /30/

2.4 Federal Aviation Administration

Yhdysvaltain ilmailuviranomaisena toimii Federal Aviation Administration (FAA). Sen vastuulla on kaikki yhdysvaltain alueella tapahtuva siviili-ilmailu, lakien ja määräysten säätäminen ja toiminnan valvonta. Yhdysvallat on ollut ilmailun alkuhetkistä asti uranuurtaja tällä alueella ja onkin yksi tärkeimmistä lentokoneteollisuuden markkina-alueista. Tästä syystä FAA:n asettamat FAR -määräykset (Federal Aviation Regulations) vaikuttavat ilmailualaan kansainvälisestikin. Suurin vaikutus sillä on lentokone valmistajiin, jotka pyrkivät, että koneet täyttävät sekä FAA:n että EASAn lentokelpoisuusvaatimukset. /27/

3 ILMA-ALUKSET

Kaikki ilma-alukset jaotellaan ilma-alusryhmiin. Nämä ryhmät ovat lentokoneet, helikopterit, purjelentokoneet, moottoripurjelentokoneet, ilmapallot, ultrakevyet lentokoneet, autogiroit ja ilmaa kevyemmät ilma-alukset, kuten ilmalaivat ja kuumailmapallot/7/. Näillä kullakin ilma-alusryhmällä on omat ominaispiirteensä. Lentokoneilla ja helikoptereilla suoritettavasta ei-kaupallisesta lentotoiminnasta käytetään useimmiten nimitystä yleisilmailu. Muilla ilma-alustyypeillä suoritettavaa ei-kaupallista lentotoimintaa kutsutaan harrasteilmailuksi. Taulukossa 1 on esitetty suomessa rekisteröityjen ilma-alusten määrä vuosina 1998–2008. Siitä voidaan havaita, että suurimman osan muodostavat lentokoneet. Tämän jälkeen suurimpina ryhminä ovat purje- ja moottoripurjelentokoneet ja ultrakevyet lentokoneet. On merkittävää huomata, että ultrakevyiden lentokoneiden määrä on kasvanut taulukon 1 tarkasteluvälillä eniten muihin ilma-alustyypeihin verrattuna.

Taulukko 1 Suomessa rekisteröidyt ilma-alukset tyypeittäin 1998–2006 /29/

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Liikennelentokoneet	70	70	64	72	77	82	82	74	77	88	91
Lentokoneet	577	566	570	544	532	519	510	519	522	540	555
Helikopterit ja autogiroit	84	83	82	81	74	78	76	90	83	79	84
Purje- ja moottoripurjekoneet	373	366	372	374	374	378	381	386	390	402	404
Ilmaa kevyemmät ilma-alukset	53	59	58	60	63	61	60	61	59	62	64
Ultrakevyet lentokoneet	177	174	172	173	173	197	215	221	217	239	274
Yhteensä	1334	1318	1318	1304	1293	1315	1324	1351	1348	1410	1472

Tässä tutkintotyössä käsitellään ainoastaan lentokoneita ja ultrakevyitä lentokoneita niiden samankaltaisen toimintaperiaatteen vuoksi. Tarkemmin käsitellään harrasterakenteisia ns. experimental koneita, ultrakevyitä lentokoneita ja uuden LSA -luokan lentokoneita (Light Sport Aircraft).

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 216/2008 /21/ määrää yhteisistä siviili-ilmailun säännöistä. Sen mukaan ilma-aluksen, joka on rekisteröity jäsenvaltiossa, on täytettävä artiklassa 5 esitetyt vaatimukset. Näiden vaatimusten mukaan ilma-aluksella on oltava tyyppihyväksyntätodistus ja sille on annettava lentokelpoisuustodistus, joka todistaa ilma-aluksen olevan tyyppihyväksynnän mukainen. Näiden tyyppihyväksytyjen ilma-alusten huollot voi suorittaa ainoastaan hyväksyty huolto-organisaatio tai henkilö.

Tyyppihyväksytyjen ilma-alusten lisäksi on olemassa ilma-aluksia, jotka eivät täytä näitä vaatimuksia, eikä niille siten voida myöntää lentokelpoisuustodistusta. Tällöin voidaan myöntää asetuksen 5 artiklan 4 kohdan mukainen rajoitettu lentokelpoisuustodistus, tai lupa ilmailuun niihin vaadittavien ehtojen täytyessä.

3.1 Harrasterakenteiset lentokoneet

Ilmailun alkuvuosina lukuisat asialleen vihkiytyneet henkilöt, rakensivat ja kehittivät toinen toistaan erilaisempia liitimiä ja lentokoneita. Näitä lentokoneita voidaan pitää ensimmäisinä harrasterakenteisina lentokoneina. Teollisen lentokoneiden tuotannon lisäksi oli ja on edelleen monia harrasterakenteisia ja kokeellisia lentokoneita. Näitä tyyppihyväksyttäviä ilma-aluksia kutsutaan useimmiten nimellä experimental. Niitä eivät koske samat lentokelpoisuusvaatimukset kuin tyyppihyväksytyjä ilma-aluksia.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen N:o 216/2008 Liite 2 /21/ määrittelee tällaiset ilma-alukset seuraavalla tavalla:

”Edellä olevaa 4 artiklan 1, 2 ja 3 kohtaa ei sovelleta ilma-aluksiin, jotka kuuluvat yhteen tai useampaan seuraavista luokista:

a) historiallinen ilma-alus, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

- i) muu kuin vaativa ilma-alus, jonka
-alkuperäinen tyyppisuunnittelu on tapahtunut ennen 1 päivää
tammikuuta 1955 ja

-valmistaminen on lopetettu ennen 1 päivää tammikuuta 1975;

tai

ii) ilma-alus, jolla on selkeä historiallinen merkitys, joka liittyy

-osallistumiseen merkittävään historialliseen tapahtumaan, tai

-huomattavaan vaiheeseen ilmailun kehityksessä, tai

-merkittävään asemaan jäsenvaltion asevoimissa;

b) ilma-alus, joka on erityisesti suunniteltu tai muutettu tutkimus-, kokeilu- tai tieteellisiin tarkoituksiin ja jota

valmistetaan todennäköisesti hyvin rajoitettu määrä;

c) ilma-alus, josta vähintään 51 prosenttia on rakentanut harrasterakentaja tai voittoa tavoittelematon harrasteyhdistys

omiin tarkoituksiinsa ja ilman kaupallisia tavoitteita;

d) ilma-alus, joka on ollut asevoimien käytössä, lukuun ottamatta ilma-aluksia, joiden tyyppisuunnitteluvaatimukset

virasto on hyväksynyt;

e) enintään kaksipaikkaiset lentokoneet, helikopterit ja moottoroidut laskuvarjot, joiden suurin sallittu lentoonlähtömassa

on jäsenvaltioiden rekisterien mukaan enintään:

i) 300 kilogrammaa yksipaikkaisten maalentokoneiden/-helikoptereiden osalta; tai

ii) 450 kilogrammaa kaksipaikkaisten maalentokoneiden/-helikoptereiden osalta; tai

iii) 330 kilogrammaa yksipaikkaisen amfibiolentokoneen/-helikopterin tai vesilentokoneen/-helikopterin osalta; tai

iv) 495 kilogrammaa kaksipaikkaisen amfibiolentokoneen/-helikopterin tai vesilentokoneen/-helikopterin osalta

edellyttäen, että toimiessaan sekä vesi- että maalentokoneena/-

helikopterina se alittaa tarvittaessa molemmat

suurinta sallittua lentoonlähtömassaa koskevat rajoitukset;

- v) 472,5 kilogrammaa kaksipaikkaisten maalentokoneiden osalta, joihin on asennettu koko lentokoneen kantava pelastusvarjo;
- vi) 315 kilogrammaa yksipaikkaisten maalentokoneiden osalta, joihin on asennettu koko lentokoneen kantava pelastusvarjo;
- ja joiden sakkausnopeus tai pienin vakaa lentonopeus laskuasussa on lentokoneiden osalta enintään 35 solmua kalibroitua ilmanopeutta;
- f) yksi- ja kaksipaikkaiset autogiroit, joiden suurin sallittu lentoonlähtömassa on enintään 560 kilogrammaa;
- g) liitimet, joiden rakenteellinen massa yksipaikkaisina on enintään 80 kilogrammaa tai kaksipaikkaisina alle 100 kilogrammaa, mukaan luettuina jaloilta lähtevät liitimet;
L 79/32 FI Euroopan unionin virallinen lehti 19.3.2008
- h) jäljitelmät ilma-aluksista, jotka täyttävät a tai d kohdan perusteet ja joiden rakennesuunnittelu vastaa alkuperäistä ilma-alusta;
- i) miehittämättömät ilma-alukset, joiden toimintamassa on enintään 150 kilogrammaa;
- j) muut ilma-alukset, joiden rakenteellinen massa polttoaine mukaan luettuna on enintään 70 kilogrammaa.”

Harrasterakenteiset ilma-alukset kuuluvat kohdan c perusteella aina experimental - luokkaan. Samassa määritellään harrasterakenteiseksi sellainen ilma-alus, jonka valmistamisesta on tehnyt rakentaja vähintään 51 %. Puhekielessä tästä puhutaan usein 51 % sääntönä. Tähän ei lasketa valmiita osakokonaisuuksia, kuten moottori, potkuri tai laskuteline. Ilma-aluksen rakentamista varten on saatava Ilmailuhallinnolta rakennuslupa. Rakennustyössä tulee käyttää yleisesti hyväksytyjä työmenetelmiä ja sen on vastattava yleistä ilmailukäytäntöä./2/ Vuonna 2008 Ilmailuhallinto myönsi 52 harrasterakennuslupaa ilma-aluksen rakentamiseen tai muutoksen suorittamiseen/29/.

Ilmailumääräyksen AIR M5-3 /3/, joka kertoo koe- ja harrasteluokkaan kuuluvan ilma-aluksen lentokelpoisuudesta ja huollosta, mukaan lentokoneen huollot ja korjaukset voi suuria huoltotöitä lukuun ottamatta suorittaa ilma-aluksen rakentaja tai omistaja. Tällä voidaan helpottaa merkittävästi lentokoneen kunnossapitoa ja saavuttaa taloudellisia etuja tyyppihyväksytyyn lentokoneeseen nähden.

Kääntöpuolena on, että tällöin lentokoneen käyttö rajoittuu ainoastaan harrastetoimintaan, eikä sillä voi harjoittaa mitään kaupallista toimintaa. Tästä syystä myös niiden vuokraaminen korvausta vastaan on kielletty. Yksityisessä toiminnassa saa omistaja periä lentokoneen käytöstä kohtuullisen korvauksen omakustannusperiaatteen mukaan /6/. Myös lentokoulutuksen antaminen experimental -ilma-aluksella on kiellettyä, koska tähän vaaditaan tyyppihyväksytyy lentokone /10/.

Experimental -ilma-alus tulee aina merkitä sekä koneen ohjaamoon että ulkopuolelle, jottei sitä voi sekoittaa tyyppihyväksytyyn koneeseen.

Perinteisissä tyyppihyväksytyissä pienlentokoneissa on niin ikään tyyppihyväksytyt moottorit. Nämä perinteiset mäntämoottorit käyttävät useimmiten energianlähteenä AVGAS 100 LL lentobensiiniä, jolla on autobensiiniä tarkemmat laatuvaatimukset. Koska experimental ei vaadi tyyppihyväksyntää, ei sen moottoriakaan koske tämä vaatimus. Tällöin on mahdollista käyttää mitä tahansa tarkoitukseen sopivaa moottoria /1/ ja siihen soveltuvaa polttoainetta. Moniin experimental-lentokoneisiin onkin onnistuneesti asennettu mm. Volkswagen Kuplan bokserimoottori.

Monet tällaiset moottorit on mahdollista säätää valinnan mukaan, sekä lento- että autobensiinille. Autobensiinin käyttöä puoltaa sen halvempi hinta verrattuna lentobensiiniin. Kääntöpuolena on polttoaineen huono saatavuus, sillä pääosalla lentokentistä ja lentopaikoista on saatavilla vain lentobensiiniä.

3.2 Ultrakevyet lentokoneet

Ultrakevyet lentokoneet (UL) harrasteilmailun suosittu muoto ja niitä on rekisteröitynä suomessa kolmanneksi eniten lentokoneiden ja purje- ja moottoripurjekoneiden jälkeen (taulukko 1).

Ilmailumääräys AIR M5-10 /4/ määrittelee UL -lentokoneen seuraavasti:

”Enintään kaksipaikkainen kevyt lentokone, jonka sakkausnopeus laskuasussa on enintään 65 km/h (35 knots) CAS ja jonka suurin sallittu lentoonlähtömassa ei ylitä:

- 300 kg yksipaikkaisella maalentokoneella
- 450 kg kaksipaikkaisella maalentokoneella
- 330 kg yksipaikkaisella vesilentokoneella tai amfibiolla
- 495 kg kaksipaikkaisella vesilentokoneella tai amfibiolla.”

UL -lentokoneet täyttävät Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen N:o 216/2008 liitteen 2 /21/ kohdan e vaatimukset, jonka perusteella ne kuuluvat aina experimental -luokkaan, mutta sen lisäksi niillä on muita ominaispiirteitä ja vaatimuksia. Ne voivat olla sekä tehdas- että harrastevalmisteisia, mutta kaupallisesti valmistettuna niillä tulee olla Lentoturvallisuushallinnon myöntämä tyyppitodistus. Tyyppitodistus takaa, että kyseinen UL -lentokone täyttää sille asetetut lentokelpoisuusvaatimukset. Tyyppitodistus vaaditaan myös kaupallisesti valmistetuilta rakennussarjoilta, joiden rakennustyöstä on tehnyt valmistaja tai jälleenmyyjä 50 % tai enemmän.

Toisin kuin tavallisilla experimental -koneilla ultrakevyillä lentokoneilla voidaan antaa UL -luokan lentokoulutusta, mikäli käytettävä UL -lentokone on tyyppitodistuksen mukainen.



Kuva 1 TAMKIn opiskelijaprojektina rakennettu ultrakevyt EV-97

UL -lentokoneet jaetaan toimintaperiaatteensa perusteella A ja B luokkaan. A luokan koneita ohjataan massakeskiötä siirtämällä ja B-luokan koneita ohjataan lentokoneiden tavoin ohjainpintoja liikuttamalla. Jäljempänä UL -lentokoneesta puhuttaessa tarkoitetaan vain B -luokan ultrakevyttä lentokonetta.

Rajoitetun lentoonlähtöpainon lisäksi tärkeä vaatimus UL -lentokoneelle on, että sen kuormattavuuden tulee olla vähintään 175 kg kaksipaikkaisilla ja 95 kg yksipaikkaisilla. Kuormattavuuteen voidaan laskea polttoaineen ja henkilöiden lisäksi kaikki ylimääräinen varustus, jonka poistamisenkin jälkeen lentokone säilyttää lentokelpoisuutensa/5/.

Lujuusvaatimuksena on, että UL -koneiden on kestettävä kuormituskertoimien +3,8g/-1,5g mukaiset rajakuormat ilman pysyvää muodonmuutosta, sekä näiden lisäksi riittävät puuskakuormat.

Lentotoiminta rajoittuu UL -lentokoneella VFR lentämiseen päivällä, joten niillä ei voi toimia yö- eikä mittariolosuhteissa. UL- lentokone voidaan halutessa varustaa kiinteiden pyörälaskutelineiden sijaan suksilla tai kellukkeilla, mikä avartaa

lentotoimintamahdollisuuksia. Myös hinaustoiminta on mahdollista. Lähtökohtaisesti vähimmäisvaatimukset täyttävä UL -lentokone ei ole taitolentokelpoinen, mutta erillisillä selvityksillä voidaan osoittaa sen täyttävän rajoitetun taitolento- tai taitolentovaatimukset /31/.

Ultrakevyiden lentokoneiden painorajavaatimukset asettavat rajoitteita konetyypeille, jotka voidaan rekisteröidä ultrakevyiksi. Jotta kuormattavuusvaatimus täyttyy, saa koneen varusteltu tyhjämassa olla korkeintaan 275 kg. Tämä on vaatimus, jota kaikki konetyypit eivät luonnollisestikaan täytä. Monissa UL -lentokoneeksi rekisteröidyissä lentokoneissa kuormattavuuden kasvattaminen, niin ettei ylitetä ehdotonta 450 kg maksimi lentoonlähtöpainoa (MTOW), on haasteellista. Ratkaisuna tähän ongelmaan voidaan lentokoneen ylimääräisiä varusteita ja mittareita riisua, mutta kuitenkin säilytetään lain vaatima riittävä varustus. Tästä syystä UL -lentokoneissa harvemmin näkee toisiotutkavastainta eli transponderia, suuntahyrrää tai keinohorisonttia. Elektronisten mittareiden ja näyttölaitteiden kehitys on kuitenkin tuonut nämä laitteet osittain myös ultrakevytharrastajan ulottuville johtuen niiden kevyemmästä painosta analogisiin verrattuna.

Yhdysvaltain ilmailuviranomaisen FAA:n luokittelussa ultrakevyellä tarkoitetaan ainoastaan yhden ohjaajan kuljettavaa yksimoottorista ilma-alusta, jonka maksimi tyhjäpaino on 254 lb(115,21 kg) ja maksimi vaakalentonopeus 55 kt CAS (101,86 km/h). /26/ Saman nimen käyttäminen tästä ja eurooppalaisesta ultrakevyestä lentokoneesta voi aiheuttaa väärinkäsityksiä, eikä niitä tule sekoittaa toisiinsa.

3.3 LSA -luokan lentokoneet

FAA ilma-alus luokittelu poikkeaa EASA:n vastaavasta, joten FAR -määräyksistä ei löydy suoraa vastaavuutta Euroopassa määritellyille ultrakevyiden lentokoneiden luokalle. Lähimpänä tätä on FAA:n Light Sport Aircraft luokka(LSA).

Tällä tarkoitetaan FAA:n määritelmän /25/ mukaan lentokonetta, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

- maksimi lentoonlätöpainon on maakoneella 600kg ja kellukkeilla 650kg
- maksimi vaakalentonopeus täydellä teholla on 120 kt CAS (222,24 km/h)
- sakkausnopeus ilman nostovoimaa lisääviä laitteita on enintään 45 kt CAS (83,34 km/h)
- on varustettu yksimoottorisella mäntämoottorilla
- varustettu, joko kiinto- tai maassa säädettävällä potkurilla
- paineistamaton ohjaamo
- maakäytössä kiinteät laskutelineet, paitsi vesikäytössä

Tärkeimmät erot eurooppalaiseen UL -luokkaan ovat korkeampi maksimi lentoonlätöpaino, rajoitettu vaakalentonopeus ja suurempi sallittu sakkausnopeus.



Kuva 2 LSA -luokan lentokone Zenair CH 601 XL

Yhdysvaltalainen LSA -luokan lentokone ei ole tavalliseen tapaan tyyppihyväksytty, vaan hyväksyntä perustuu valmistajan antamaan vaatimuksenmukaisuusvakuutukseen. LSA -luokan lentokoneen

lentokelpoisuusvaatimukset määritetään kansainvälisestikin hyväksytyssä ASTM F2245 standardissa. Tällöin valmistaja vakuuttaa, että heidän tuottamansa lentokone on kyseisen standardin mukainen. FAA:n tehtäväksi jää valvoa tarkastuksilla vaatimusten toteutumista. Tällainen menettely on perinteisestä tyyppihyväksyntä proseduuria paljon kevyempi. /24/

Yhdysvallat on tärkeä markkina-alue myös eurooppalaisille pienlentokonevalmistajille ja suurin osa tämän kokoluokan koneista on ASTM standardin mukaisia, eli myös rekisteröitävissä LSA -luokkaan yhdysvalloissa. Aikaisemmin EASA ei ollut hyväksynyt näille lentokoneille LSA -luokan mukaista korkeampaa lentoonlähtöpainoa. Tästä on seurauksena, että saman lentokoneen MTOW on Euroopassa ultrakevyenä 450 kg ja Yhdysvalloissa LSA -koneena valmistajan ilmoittama, mutta kuitenkin alle 600 kg. Taulukossa 2 on esitetty eräitä ilma-aluksia ja näiden ASTM -standardin mukaisia maksimi lentoonlähtömassoja.

Taulukko 2 Eräiden UL -konetyyppien MTOW ASTM -standardin mukaan /12/

Konetyyppi	MTOW (kg)
Aeropro Eurofox	560
Aerospool Dynamic WT 9	550
ATEC Zephyr	544
Bilsam Aviation Sky Cruiser	600
Cirrus SRS/FK 14 Polaris	520
Construcoes Aeronauticas SeaMax M-22	600
Comco Ikarus C42E	518
Dova DV-1 Skylark	600
Evektor SportStar	575
FK 9 Mark IV	520
Flight Design CTLS, CTSW ja CTMC	600
Flyitalia MD3 Rider	576
Aeroprakt A-22 Foxbat	544
Jihlavan Aircraft KP-5 Kappa/Skyleader 500	580
Zlin Savage Cruiser ja Savage Classic	560

27. lokakuuta 2008 voimaan tulleessa asetuksessa (EY) N:o 1056/2008 /22/ EASA määrittelee LSA -ilma-alukseksi enintään kaksipaikkaisen, yhdellä ei

turbiinimoottorilla varustetun lentokoneen, jossa on paineistamaton ohjaamo. Sen suurin sallittu lentoonlähtömassa on 600 kg ja suurin sallittu sakkausnopeus laskuasussa 45 Kt CAS (83,34 km/h). Se ei FAA:n tapaan rajoita enimmäisnopeutta, eikä potkurityyppiä. Tämä määritelmä on paljon vapaampi kuin FAA:n vastaava, jolloin se sallii paljon tehokkaammat moottorit ja esimerkiksi vakiokierrospotkurin kiintopotkurin sijaan.

Vaikka EASA määrittelee LSA -luokan lentokoneen, ei sillä ole voimassa olevaa tyyppihyväksyntää Euroopassa. EASA:lla on meneillään suuri määräysmuutos prosessi, jossa ilma-alusluokituksia tullaan muuttamaan. Tämän yhteydessä LSA -luokan lentokoneille tullaan määrittelemään hyväksyntäperusteet. EASA:n lausunnon NPA 2008-07 /18/ mukaan LSA -lentokoneesta tulisi tyyppihyväksytty ilma-alus, jonka tyyppihyväksynnän perusteena käytettäisiin ASTM F2245 standardia. Takaraja päätöksenteolle on vuosi 2012, mutta osa päätöksistä saattaa nähdä päivänvalon jo aiemmin/16/.

Koska LSA -luokan lentokoneelle ei vielä ole Euroopassa voimassa olevaa tyyppihyväksyntää, EASA on antanut poikkeusjärjestelyllä mahdollisuuden LSA-lentokoneiden käyttöön. LSA -lentokoneelle voidaan myöntää tilapäinen lupa ilmailuun (permit to fly). Tämän luvan saamiseksi on valmistajan esitettävä, että heidän valmistamansa kone täyttää ASTM standardin vaatimukset.

Tämän seurauksena osaa Eurooppalaisista UL -lentokoneista on nyt mahdollista rekisteröidä UL -luokkaa korkeammille lentoonlähtöpainoille. Tämä kuitenkin vaatii sen, että koneen valmistaja on siitä kiinnostunut, eikä sitä voi tehdä yksityinen koneen omistaja. /15/

4 LENTOLUPAKIRJAT

Voidakseen toimia ilma-aluksen miehistönä, täytyy henkilöllä olla määräysten mukaan kyseiseen tehtävään oikeuttava lupakirja, lääketieteellinen kelpoisuustodistus(Medical Certificate), sekä tarvittavat kelpuutukset ja valtuutukset. Jokaista ilma-alusryhmää varten on olemassa oma lupakirjansa. /7/

Ei-kaupallinen ilmailu voidaan jaotella yleisilmailuun ja harrasteilmailuun. Yleisilmailuluksi voidaan lukea lentokoneilla ja helikoptereilla suoritettava ilmailutoiminta, jolloin lupakirjavaatimuksena on yksityislentäjän lupakirja PPL(A) tai PPL(H), jossa A =lentokoneet ja H =helikopterit. Lääketieteellisenä vaatimuksena on tällöin kelpoisuus luokka 2.

Harrasteilmailuksi voidaan lukea kaikilla muilla ilma-alusryhmillä suoritettava ilmailutoiminta, jolloin vaatimuksena kunkin ilma-alusryhmän oma lupakirja, sekä lääketieteellinen kelpoisuus luokka 4. Ultrakevyistä lentokoneista puhuttaessa vastaava lupakirja on UPL (Ultralight Pilot License).

Yksityislentäjän lupakirja on yhteiseurooppalaisten JAR- vaatimuksien mukainen, jolloin se ovat hyväksytyt sellaisenaan kaikissa JAA jäsenvaltioissa. Ennen JAR-vaatimusten voimaantuloa myönnetyt yksityislentäjän lupakirjat ovat kansallisia lupakirjoja, mutta uusia tällaisia ei enää myönnetä.

Harrastelentäjän lupakirjat ovat aina kansallisia lupakirjoja, jolloin ne ovat sellaisinaan voimassa suomen ja muiden pohjoismaiden alueella. Muualla Euroopan Unionin alueella ne ovat voimassa tietyin rajoittein. /7/

Lääketieteellisten kelpoisuustodistusten luokkien 2 ja 4 vaatimukset ovat samat, mutta luokan 4 todistus on pidempään voimassa kuin luokan 2. Tällä lääkärintarkastusvälin pidennyksellä on voitu helpottaa harrasteilmailua.

Lääketieteellinen kelpoisuus luokka 2 on yksityislentäjän lupakirjan tavoin JAR -vaatimusten mukainen ja luokka 4 kansallisten vaatimusten mukainen, jolloin ne ovat hyväksyttävä suomen ulkopuolella samalla tavalla kuin niihin liittyvät lupakirjat. /9/

Yksityislentäjän lupakirja ei itsessään aseta toiminta, tyyppi- tai luokka rajoituksia, vaan lupakirjaan liitettävät kelpuutukset ja valtuutukset ilmaisevat lupakirjan haltijalle sallitun toiminnan. Tällaisia kelpuutuksia ovat muun muassa yölentokelpuus (NF), mittarilentokelpuus (IR), monimoottorikelpuus (ME). Tällöin jos kelpuutukset ja valtuutukset sen sallivat, on ainoa rajoitus kaupallinen lentotoiminta. Yksityislentäjän lupakirjan pohjalle on mahdollista suorittaa ansiolentäjän lupakirja (CPL).

Ultrakevytlentäjän lupakirjan haltijan oikeudet rajoittuvat vain ultrakevyisiin lentokoneisiin ja niillä voidaan operoida vain näkölentosääntöjen (VFR) mukaan päiväsaikaan. /7/

Saadakseen lentolupakirjan on henkilön suoritettava lupakirjaan oikeuttava teoria- ja lentokoulutus lentokerhossa tai kaupallisessa lentokoulussa, suoritettava hyväksytysti lentokoulutusluvan haltijan pitämät teoriakokeet ja valtuutetulle tarkastuslentäjälle tarkastuslento. Yksityislentäjän lupakirjaa varten tulee lisäksi hyväksytysti suorittaa Ilmailuhallinnon järjestämät teoriakokeet. Kaikkien teoriakokeiden läpikäyminen on 75 %. Vaadittava vähimmäislentotuntimäärä on PPL:lle 45 h /11/ ja UPL:lle 25 h /8/. /10/

Yksityislentäjän lupakirjojen määrä on pysynyt viime vuosina melko samalla tasolla (taulukko 3), mutta UPL -lupakirjojen määrä on miltei kolminkertaistunut vuosien 2001 ja 2008 välillä. UPL -lupakirjan pieni lentotuntivaatimus PPL:ään verrattuna ja uudemman polven UL -koneiden esiinmarssi, ovat varmasti osaltaan vaikuttaneet tähän.

Taulukko 3 Lentolupakirjojen määrä suomessa 2001–2008 /29/

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Yksityislentäjät, lentokone	2042	2198	2352	2491	2182	2120	2127	2157
Yksityislentäjät, helikopteri	94	92	99	103	93	77	71	65
Ultrakevytlentäjät	428	532	697	866	974	1065	1134	1208

EASA on uudistamassa määräyksiä, koskien lentolupakirjoja ja lääketieteellisiä kelpoisuusvaatimuksia, jonka yksityiskohdat ovat EASAn muutosehdotuksessa NPA 2008-17b /19/. Näiden muutosten yhteydessä ollaan tuomassa uutta lupakirjaluokkaa. Uusi lupakirjaluokka tulee olemaan nimeltään LPL (Leisure Pilot License). Uusi lupakirjaluokka on vastaus harrastajien kysynnälle yksityislentäjän lupakirjaa kevyemmästä lupakirjasta ei-kaupalliseen toimintaan. Ehdotuksen mukaan lupakirjasta tulisi kaksitasoinen sisältäen Basic LPL:än ja LPL:än. LPL oikeuttaisi lentämään yksimoottorista mäntämoottori ilma-alusta, jonka MTOW olisi enintään 2000 kg.

Basic LPL oikeuttaisi kuljettamaan enintään yhden matkustajan ja lentotoiminta rajoittuisi korkeintaan yhdelle lentopaikalle ja sen ympärille enintään 50 km etäisyydellä. Lentokoulutusvaatimus luokan lentokoneella olisi 20 lentotuntia. Edellistä laajempi LPL taas oikeuttaisi ottamaan 3 matkustajaa, eikä matka tai lentokenttärajoituksia olisi. Lentokoulutusvaatimus olisi tuolloin 30 lentotuntia.

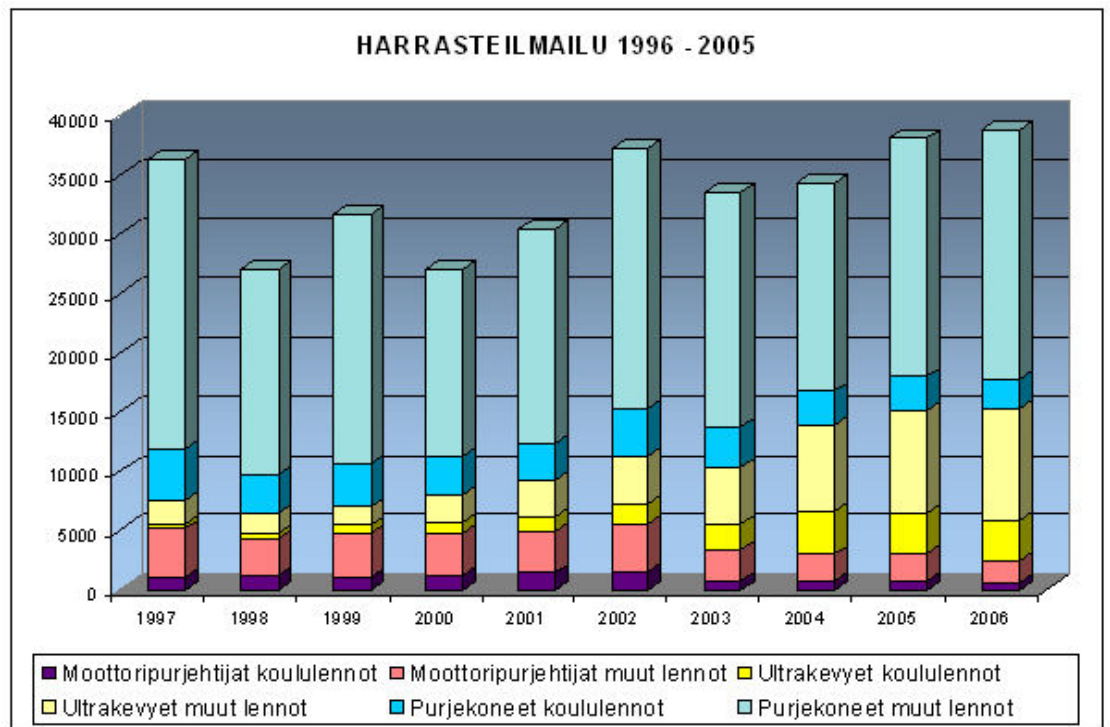
Uuden lupakirjan myötä on sen rinnalle syntymässä myös uusi lääketieteellinen kelpoisuus luokka LPL lupakirjaa varten(LPL Medical Certificate)/20/. Uusi lupakirjaluokka ja muut lakimuutokset selkiytyvät lopulliseen muotoonsa, kun lainsäädäntäprosessi on saatu päätökseen. Takaraja näiden päätösten loppuunsaamiseksi on tällä hetkellä vuosi 2012, mutta joitakin osia siitä voidaan odottaa jo aikaisemmin /16/.

5 LENTOKONEEN VALINTAKRITEERIT

Minkä tahansa lentokoneen rakennussarjan hankintaa mietittäessä tulee miettiä selvät valintaperusteet, joiden pohjalta voidaan konetyypin ja rakennussarjan valinta perustellusti suorittaa. Lentokoneen käyttötarkoituksesta riippuen eri ominaisuuksien ja kriteerien tärkeys vaihtelevat. Kun kyseessä ei ole kaupallinen toiminta, lentokoneen tärkeimmät käyttötarkoitukset ovat yleensä koulutuskäyttö ja vapaa-ajankäyttö. Jos lentokone rakennetaan opiskelijaprojektina oppimistarkoituksessa, asettaa se tiettyjä koulutuksellisia kriteerejä rakennussarjalle ja konetyypille. Tämän lisäksi rakentaminen asettaa tiettyjä materiaali-, työväline ja tilavaatimuksia, jotta rakentaminen voidaan asianmukaisesti suorittaa. Kaikissa tilanteissa käytettävissä olevat taloudelliset resurssit asettavat rajoitteita, eikä niitä voi jättää huomioimatta. Kaikkien toivottujen ominaisuuksien saaminen samassa paketissa on kuitenkin useimmiten mahdotonta, jotta pysytään painorajoitusten ja mahdollisen budjetin puitteissa. Kaikkien haluttavien ominaisuuksien väliltä kompromissin tekemiseksi täytyy muodostaa tärkeimmät valintaperusteet, joiden pohjalta valinta voidaan perustellusti tehdä.

5.1 Koulukone

Yleis- ja harrasteilmailun yksi tärkeimmistä muodoista on lentokoulutus. Rakennussarjasta rakennetulla experimental -lentokoneella yksityislentäjän lupakirjaan tähtäävä koulutus on poissuljettua, mutta ultrakevyeksi rekisteröidyillä lentokoneella on mahdollista antaa UPL: ään tähtäävää koulutusta. Viime vuosina (kuva 3) koulutuslentojen osuus kaikista UL -koneella tehdyistä lennoista on noin neljäsosa. Koululentojen määrän kasvu kasvattaa myös kokonaislentojen määrää, kun lupakirjan saaneet lentäjät jatkavat harrastustaan.



Kuva 3 Harrasteilmailun lentotunnit 1996–2005

Hyvän koulutuskoneen ominaisuuksista on varmasti paljon erilaisia mielipiteitä, joihin yksilölliset mieltymykset vaikuttavat. On kuitenkin olemassa tiettyjä yleisiä koulukoneelle tärkeitä ja toivottavia ominaisuuksia.

Tällaiseksi voidaan lukea

- alhainen sakkausnopeus
- alhainen hankintahinta
- alhaiset käyttökustannukset
- hyvä kuormattavuus
- vakaa käsiteltävyys kaikissa lentotiloissa
- yksinkertaisuus ominaisuuksiltaan.

Pääosa ultrakevyillä tehtävästä lentokoulutuksesta on alkeiskoulutusta, jolloin oppilaalla on yleensä vähän tai ei lainkaan lentokokemusta. Tällaisessa käytössä on koneen oltava riittävän yksinkertainen, jotta kokemattomankin lentäjän on mahdollista suorittaa kaikki tarvittavat toimenpiteet turvallisesti. Tämä korostuu

erityisesti lentoonlähdön ja laskeutumisen aikana, joita voidaan pitää vaativimpina lennon osina. Tällöin on perusteltua välttää sisään vedettäviä laskutelineitä tai kannuspyörälaskutelineitä, jotka ovat kiinteätä nokkapyörälaskutelinettä vaativimpia.

Koneen turvallisen käsittelyn vuoksi erittäin tärkeä ominaisuus on alhainen sakkausnopeus. Se alentaa nopeuksia lentoonlähdössä ja laskeutumisessa ja minimoi mahdollisen vaaratilanteen riskin. Alhainen sakkausnopeus tarjoaa myös toimintavaraa, jos koneen ilmanopeus puuskaisuuden vuoksi äkillisesti putoaa. Lentokoneen vakaa käsiteltävyys ja stabiili käyttäytyminen ovat erittäin tärkeitä, jotta lentäjällä on, kokemuksen määrästä huolimatta, riittävästi aikaa tehdä tarvittavat korjausliikkeet epätavallisen lentotilan välttämiseksi. Opetuskäytössä näiden ominaisuuksien saamisen vuoksi on perusteltua tinkiä esim. liikehtimiskyvystä tai käytettävissä olevan nopeusalueen suuruudesta.

Pääosa koulutuksesta lennetään lennonopettajan kanssa, jolloin kahden ohjaajan lisäksi on saatava tarpeeksi polttoainetta mukaan, jotta lennon jälkeen on jäljellä vielä vaadittava 45 minuutin reservipolttoaine. Tämä korostuu erityisesti matkalennolla, jolloin polttoaineen tarve on huomattavasti paikallislentoa suurempi. Tällöin tärkeäksi muodostuu hyvä kuormattavuus ja sitä mukaa myös alhainen tyhjäpaino, koska UL -koneen maksimimassa on rajallinen.

Jotta koulutuksen kustannukset voitaisiin saada mahdollisimman alas ja madaltaa kynnystä ilmailuharrastuksen aloittamiselle, alhaisella kustannustasolla on ensiarvoisen tärkeä rooli.

5.2 Vapaa-ajan kone

Vapaa-ajan ilmailun muodot ovat hyvin moninaiset ja lentokoneita käytetään hyvinkin erilaisiin aktiviteetteihin riippuen konetyypistä. Samasta syystä vapaa-ajan käytössä haluttavien ominaisuuksien kirjo on huomattavan laaja ja monipuolinen. Erilaisia UL -ilmailun toimintamuotoja ovat huvi- ja matkalentämisen lisäksi esim. vesilentäminen, hinaustoiminta ja joissain tapauksissa jopa taitolentäminen. Yleisesti koulutustoimintaan verrattuna on vaatimustaso korkeampi. Tämä tarkoittaa yleensä parempaa suorituskykyä ja varustelutasoa.

Huolimatta eri toimintojen vaatimuksista on tiettyjä keskeisiä kriteerejä. Tällaiseksi voidaan lukea

- alhainen hankintahinta
- alhaiset käyttökustannukset
- hyvä suorituskyky
 - laaja käytettävissä oleva nopeusalue
 - teho
 - pitkä toimintamatka ja -aika
 - hyvät lento- ja lähtö ominaisuudet
- hyvä kuormattavuus
- korkea varustelutaso
- tilava ohjaamo ja tavaratila.

Kuten aiemmin todettiin, kaikkien näiden ominaisuuksien saaminen samassa paketissa on mahdotonta. Erityisesti tämä korostuu taloudellisten kustannusten kanssa. Korkealla varustetasolla on suora yhteys korkeaan hankintahintaan. Sama yhteys on myös suorituskyvyllä ja käyttökustannuksilla. Tehokkaampi moottori tarkoittaa lähes poikkeuksetta korkeampaa polttoaineen kulutusta.

Lentomoottoreiden korkean polttoaineen kulutuksen vuoksi polttoainekulut muodostavat pääosan käyttökustannuksista. Tämän vaikutus korostuu tulevaisuudessa erityisesti, koska öljyjaloiteiden hintakehityksen voidaan arvioida jatkuvan nousujohteisena.

Käyttökustannusten pitämiseksi maltillisella tasolla on tarpeellista tarkkaan miettiä todellista tehon tarvetta. Useimpiin konetyyppeihin on tarjolla useita eri moottorivaihtoehtoja, jolloin voi olla kiusaus valita tehokkaampi moottori kuin todellinen tarve vaatisi. Tässä on myös olemassa turvallisuusnäkökohta. Jokaisella lentokonetyypillä on olemassa tietty rakenteellinen maksimi nopeus V_{ne} , jota ei saa milloinkaan ylittää. Jotta tämä voidaan riittävällä varmuudella kaikissa normaali lentotiloissa estää, tulee maksimi vaakalentonopeuden täydellä teholla V_h :n ja V_{ne} :n väli olla riittävän suuri. Myös tästä syystä tehon ja nopeuden tarve tulee miettiä tarkkaan.

Lentokone on suunniteltu ensisijaisesti kuljetus- ja matkustusvälineeksi. UL - lentämisen epäkaupallisuudesta huolimatta matkalentäminen on sen tärkeä muoto. Pitkällä toimintamatkalla ja -ajalla on tärkeä vaikutus lentokoneen käytettävyyteen matkalennolla. Nämä koostuvat pääosin kahdesta tekijästä, joita ovat polttoainekapasiteetti ja suhteellinen polttoaineenkulutus. Moniin UL - lentokoneisiin on tästä syystä mahdollista asentaa lisäpolttoainetankkeja vakiotankkien lisäksi. Tällä voidaan tiettyjen konetyyppien polttoainekapasiteettia kasvattaa, kunhan pysytään maksimimassojen rajoissa.

Tilava ohjaamo on omiaan lisäämään matkustusmukavuutta. Koska UL - lentokoneiden kokoluokka on verrattain pieni, pienilläkin kokoeroilla on vaikutusta. Tilan ja koon kääntöpuolena on luonnollisesti suurempi rakenteellinen massa, vaikka kehittyneillä komposiittimateriaaleilla on saatu aikaan painon säästöjä.

5.3 Rakennuskone

Kun lentokone tehdään harrasterakenteisesti, se toteutetaan yleensä harrastus tai oppimistarkoituksessa. Osa tällaisista koneista on täysin omaa suunnittelua, mutta suuri osa on erilaisia kaupallisesti valmistettuja rakennussarjoja. Monet lentokonevalmistajat tarjoavat konetyypeilleen useita erilaisia rakennussarjavaihtoehtoja, joista asiakas voi valita itselleen parhaiten soveltuvan.

Näistä eri vaihtoehtoista osa on puolivalmiita ja viimeisteltävissä vaikkapa omassa autotallissa, kun taas toiset saattavat jopa vaatia rakentamista tai kokoonpanoa tehtaan tiloissa. Kuten kaikille harrasterakenteisille lentokoneille, UL -koneen rakentamiselle on saatava rakennuslupa Ilmailuhallinnolta.

Rakentaminen on monivaiheinen prosessi ja sen onnistuneeseen suorittamiseen liittyy monien tekijöiden huomioimista. Seuraavassa on tekijöitä, joita tulisi ottaa huomioon rakentamisen kannalta konetyyppejä ja rakennussarjaa valitessa.

Huomioon tulisi ottaa seuraavat asiat:

- 51 % sääntö
- Tyyppitodistuksen olemassaolo
- Materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus
- Rakennussarjan valmiusaste
- Rakentamiseen tarvittavat tilat ja työvälineet
- Mittareiden ja moottorin saatavuus
- Rakenteen monipuolisuus
- Koulutuksellinen hyöty

Harrasterakenteisen lentokoneen rakentamiselle vaaditun rakennusluvan saamisen edellytyksenä on, että luvan haltijan on tehtävä pääosa rakennustyöstä /2/. Kuten aikaisemminkin todettiin, tämän ehdottoman vaatimuksen täyttämiseksi on 51 % rakentamisesta tehtävä rakennusluvan haltijan toimesta. Ultrakevyen lentokoneen rakentaminen harrasterakenteisesti on kuitenkin poikkeus, koska se kuuluu aina koe- ja harrastelentoluokkaan. Tästä syystä siihen on mahdollista saada vaadittu rakennuslupa, vaikka 51 % sääntö täyty. Tällöin se vaatii konetyypille myönnetyn tyyppitodistuksen. Useimmat kaupalliset UL -koneiden valmistajat ovat hankkineet konetyypeilleen jonkun EU:n jäsenvaltion myöntämän tyyppitodistuksen. Tällainen tyyppitodistus on laillisesti hyväksytty kaikissa muissakin jäsenvaltioissa.

Jos rakennettavalla konetyypillä ei ole tyyppitodistusta, on tarpeellista miettiä kuinka se täyttää 51 % vaatimuksen. Kun lentokone rakennetaan puolivalmiista rakennussarjasta, ei ole lainkaan selvää mikä täyttää tämän vaatimuksen ja mikä ei. Kuten Ilmailumääräyksessä AIR M5-2 todetaan, valmiita osakokonaisuuksia ei lueta rakentamiseksi /2/, mutta muutoin määräys ei anna tähän selvää ohjenuoraa. Ilmailuhallinto /13/ määrittelee rakentamisen tässä merkityksessä seuraavasti: ”Rakentaminen tarkoittaa ilma-aluksen tai sen osien valmistamista hitsaamalla, niittaamalla, liimaamalla, laminoimalla tai vastaavalla tavalla, joka vaatii jigejä tai muita erikoisvälineitä tai järjestelyitä. Valmiiden ilma-aluksen osien kokoaminen tai liittäminen pulteilla tai vastaavilla ei ole rakentamista, sillä se on asentamista tai kokoonpanoa. Jos osat ovat olleet lentävässä ilma-aluksessa ja siitä kootaan uudestaan lentävää ilma-alusta, niin näiden vanhojen osien asennus on huoltotyötä.”

Ilmailuhallinnon mukaan /13/ lähes poikkeuksetta tehdasvalmisteisten rakennussarjojen kohdalla 51 % säännön toteutumisen perusteena käytetään EAA:n suosituksia. EAA (Experimental Aircraft Association) on Yhdysvaltain experimental järjestö, joka on toiminut 1950- luvulta saakka. Sen tavoitteena on pitää yllä korkeaa laatua ja turvallisuutta experimental- lentokoneista ja tarvittaessa auttaa koneiden rakentamisessa yhdysvalloissa.

Tyyppitodistuksen olemassaolosta on hyötyä niissäkin tapauksissa, missä sitä ei vaadita. Jotta harrasterakenteinen UL -lentokone voidaan rekisteröidä, pitää sille ennen tätä suorittaa määrätty koelento-ohjelma. Tämän koelento-ohjelman aikana on osoitettava, että koneen suoritusarvot ja muut ominaisuudet täyttävät sille asetetut vaatimukset. Koelento-ohjelman laajuus on harrasterakenteiselle koneelle 45 lentotuntia. Tätä vaadittua koelento-ohjelmaa voidaan kuitenkin lyhentää, jos konetyypillä on olemassa tyyppitodistus. Tällöin vaaditun koelento-ohjelman laajuus on 10 lentotuntia. Tällainen koelento-ohjelma on huomattavasti kevyempi ja sen tuoma etu tulisi ottaa huomioon kokonaiskustannuksia laskettaessa. /4/

Kuten muutkin pienilmailukoneet, UL -lentokoneet ovat rakenteeltaan yleensä joko perinteistä kevytmetallirakennetta tai komposiittirakennetta. Tällä on huomattava vaikutus rakennustyössä tarvittaviin materiaaleihin, työmenetelmiin ja -välineisiin.

Kummankaan vaihtoehdon puolesta ei ole olemassa kiistattomia etuja, vaan ne ovat lähes aina tilannekohtaiset.

Perinteinen kevytmetallirakenne on hyvin perinteinen ja on ollut käytössä pitkään. Siinä osien ja materiaalien yhteenliittäminen tapahtuu pääosin niitti-, ruuvi- tai pulttiliitoksella, sekä hitsaamalla. Materiaalia on helppo työstää ja muokata. Osa työvaiheista vaatii erityisvälineitä. Esimerkiksi pintalevyjen niittaamisessa täytyy käyttää jigijä, joilla osat ja levyt voidaan kohdistaa oikein ja saadaan aikaan vaadittu pinnanmuoto. Tällaiset jigit täytyy valmistaa itse, jollei ole mahdollisuutta käyttää esimerkiksi tehtaan vastaavia. Metallirakenteen etuna on sen edullinen hinta ja hyvä työstettävyys.

Komposiittirakenne on yleensä joko lasi- tai hiilikuiturakenne. Rakentaminen ja yhteenliittäminen tapahtuu joko märkä- tai kuivalaminoinnilla. Yksinkertaisempi märkälaminointi vaatii muotit, joihin laminointi tehdään, sekä alipainesäkityksen.

Komposiittirakenteella voidaan saada aikaan kevyt, mutta luja rakenne.

Kääntöpuolena on rakenteen kalliimpi hinta ja mahdolliset hankaluudet laminoinnin onnistumisessa. Tällaisia ongelmia ovat mm. epoksin ja hartsin väärä suhde tai valmiin rakenteen huokoisuus.

Kun mietitään rakentamiseen tarvittavia työvälineitä ja materiaaleja, sekä arvioidaan kuinka paljon työpanosta koneen rakentaminen vaatii, on yksi tärkeimmistä mittareista rakennussarjan valmiusaste. Useimmiten rakennussarjan valmiusaste ilmoitetaan prosenteissa. Tällainen määrittely on käyttökelpoinen erityisesti mietittäessä täyttyykö 51 %. Valmiusasteella on kuitenkin paljon muitakin vaikutuksia. Omavalmisteosuuden kasvaessa, tarvittavat työväline ja laitevaatimukset saattavat kasvaa huomattavastikin. Lentokonetehtaat tarjoavat usein mahdollisuutta tehdä osan valmistuksesta heidän tiloissaan, mutta tämä aiheuttaa lähes poikkeuksetta suuria kustannuksia. Toisaalta lähes valmiin koneen, jonka valmiusaste on yli 70 %, rakentaminen koostuu pääosin valmiiden osien kokoonpanosta. Tällaisen rakennussarjan hinta saattaa olla kuitenkin huomattavan korkea, eikä omasta rakentamisesta ole vastaavaa taloudellista hyötyä.

Kokonaiskustannuksiltaan taloudellisin ratkaisu löytyy todennäköisesti näiden kahden välimaastosta. Valmiusasteeltaan pienemmän rakennussarjan hankintaa

puoltaa myös koulutuksellinen hyöty, jos rakentamisen yksi pääfunktio on opetustarkoitus.

Vaikka UL -lentokoneet pääsääntöisesti ovat rakenteeltaan yksinkertaisia, joidenkin rakenne voi olla huomattavastikin monimutkaisempi. Tästä hyvä esimerkki on eri laskutelinevaihtoehdot tai erilaiset laskusiivekekonstruktiot. Koulutuksellisesta näkökulmasta rakenteen monimutkaisuus ja erilaisten lisätoimintojen mahdollisuus antaa lisäulottuvuuksia rakennusprojektin toteuttamiselle. Tämän mahdollistamiseksi on alhainen tyhjäpaino tärkeä, koska siihen on mahdollista poimia paljon eri toimintoja. Yleistyneet digitaaliset järjestelmät ovat tuoneet UL- koneen ulottuville paljon lisäominaisuuksia, jotka eivät kuitenkaan lisää liiallisesti koneen massaa.

Useimmat UL -lentokoneet käyttävät samoja lentomootoreita. Yleisempinä valmistajina voidaan mainita mm. Rotax ja Jabiru. Rakennussarjat eivät kuitenkaan useinkaan sisällä moottoria eivätkä mittareita ja muita järjestelmien osia, jolloin rakentajan tehtäväksi jää niiden hankinta. Ennen konetyypin valintaa tulisi selvittää rakennussarjan ulkopuolelle jäävien osien saatavuus ja hinta. Ilman tätä kokonaiskustannusten arviointi on mahdotonta ja projektin edetessä voi tulla eteen huomattaviakin lisäkustannuksia. Myös rakentamisen aiottu aikataulu saattaa venyä ja muu rakentaminen jopa keskeytyä, jos rakennussarjan ulkopuolisten osien toimitusaikoja ei ole otettu huomioon.

6 VERTAILUN SUORITTAMINEN

Monien eri konetyyppien ja rakennussarjavaihtoehtojen kirjavasta joukosta haluttua tarkoitusta varten parhaiten sopivan vaihtoehdon valinta ei ole välttämättä helppoa. Erilaiset henkilökohtaiset mieltymykset ja tunteukset voivat helposti ohjata valintaa. Eri valmistajat painottavat tuotteissaan hyvin eri asioita ja ominaisuuksia, mutta esimerkiksi teknisten tietojen ja suoritusarvojen vertailu on verraten helppoa. Muiden ominaisuuksien vertailu, kuten esimerkiksi luotettavuuden, voi taas olla huomattavasti haastavampaa. Usein myös paikkansa pitävän tiedon saaminen voi olla vaikeaa ja sen todentaminen hankalaa. Jos perusteet valinnalle on määritetty huolella ja ollaan selvillä halutuista piirteistä ja ominaisuuksista, on edellytykset löytää sopivin vaihtoehto vertailun pohjalta. Seuraavassa käsitellään konetyyppien ja rakennussarjojen vertailua yleisellä tasolla. Nimeltä mainittuja konetyyppejä esitetään ainoastaan esimerkillisesti, eivätkä ne ole kannanotto tietyn konetyypin paremmuuden puolesta.

6.1 Konetyypin vertailu

Seuraavassa käydään läpi konetyypin vertailua ja esimerkkeinä käytetään Eurostar SL ja Ikarus C42 UL -lentokoneita. Eurostar SL on uudistettu versio edeltäjästään EV-97 mallista. Ikarus C42 on saksalaisen kevytilmailukoneita valmistavan Comco Ikaruksen tuote.

Konetyyppien tekniset tiedot ja mitat on useimmiten esitetty taulukkomuodossa. Tämän ansiosta näiden piirteiden vertailu toistensa kesken on melko vaivatonta. Vaikka asiat esitetään hieman eri tavalla, tärkeimmät tiedot ovat yleensä vertailukelpoisessa muodossa. Jotkut valmistajat antavat esim. internetsivuillaan vain suppeamman esityksen, jolloin tarkemmat tiedot on saatavilla vain ostajalla taa erikseen pyynnöstä.

UL -lentokoneiden vertailu on, erityisesti suorituskyvyn ja mittojen osalta, havainnollisinta suorittaa soveliaan vertailutaulukon avulla.

Taulukko 4 Vertailukoneiden mitat ja massat /14;23/

	Eurostar SL	Ikarus C42 B
Siipikärkiväli (m)	8,1	9,45
Pituus (m)	5,98	6,38
Korkeus (m)	2,48	2,24
Siipipinta-ala (m ²)	9,84	12,5
Tyhjäpaino alkaen (kg)	273	255
Sivusuhte	6,67	7,14
MTOW (kg)	450	450
Ohjaamon leveys (m)	1,18	
Polttoainekapasiteetti (ltr)	65	65
Matkatavarakapasiteetti (kg)	15	

Edellä taulukossa 4 on esitetty vertailtavien koneiden mitat ja massat. Tärkeimmät ulkomitat on aina esitetty ja niistä saa yleiskuvan koosta ja mittasuhteista. Niiden perusteella on kuitenkin mahdotonta tehdä tarkempia johtopäätöksiä. Kuten huomataan Ikaruksen osalta tiedot ohjaamon leveydestä ja matkatavarakapasiteetista puuttuvat. Konetyypin tyhjäpaino on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Taulukon 4 perusteella voidaan todeta, että molemmat konetyypit täyttävät vaatimuksen kuormattavuudesta ja maksimi lentoonlähtöpainosta. Pienelläkin painonlisäyksellä on merkittävä vaikutus kuormattavuuteen rajoitetun 450 kg maksimimassan vuoksi. Tästä syystä Ikarus esittäytyy edukseen 18 kg pienemmällä tyhjäpainolla, vaikka se on ulkomitoiltaan Eurostaria suurempi.



Kuva 4 Ikarus C42

Kun tarkastellaan konetyyppien suorituskykyä, siihen vaikuttaa useat eri tekijät. Näitä ovat esimerkiksi moottorin tyyppi ja teho ja potkurin tyyppi ja asetus. Näillä on huomattava vaikutus suurimpaan matkalentonopeuteen tai nousukykyyn, mutta ne eivät anna yksiselitteistä kuvaa koneen aerodynaamisesta suorituskyvystä. Lentokoneen aerodynaamista hyvyyttä kuvaa parhaiten maksimi liitoluku E_{\max} . Se merkitsee etäisyyttä, jonka kone liittää ilman tehoa suhteessa korkeuden menetykseen. Toinen tärkeä suure aerodynaamisen suorituskyvyn vertailussa, on sakkausnopeus laskuasussa V_{so} . Vaikka se ei anna kuvaa koneen käyttäytymisestä ja vakavuudesta alhaisilla nopeuksilla, on se tärkeä mittari määritettäessä turvallisia lähestymis- ja laskeutumisnopeuksia. Alhainen sakkausnopeus myös korreloi voimakkaasti lyhyisiin laskeutumismatkoihin.

Kun vertaillaan koneiden rakenteellista lujuutta, havainnolliset mittarit ovat V_{ne} nopeus, sekä rakenteelliset maksimi kuormituskertoimet.

Taulukko 5 Vertailukoneiden suoritusarvoja /14;23/

	Eurostar SL	Ikarus C42 B
Liitoluku E_{\max}	10	11
Sakkausnopeus V_{so} (km/h)	65	65
V_{ne} (km/h)	270	224
Max kuormituskerroin	+6/-3	+4/-2

Valmistajan ilmoittamat liitoluvut ovat Eurostarille 10 ja Ikarukselle 11. Ilmoitetun maksimiliitoluvun E_{\max} luotettavuutta voidaan tarkastella nollanostovastuskertoimen avulla, joka voidaan laskea kaavan 1 avulla.

$$E_{\max} = \frac{1}{2\sqrt{KC_{D_0}}} \quad (1)$$

Kaavassa 1 C_{D_0} on nollanostovastuskerroin ja K on kullekin konetyypille ominainen kerroin. K voidaan laskea kaavan 2 avulla,

$$K = \frac{1}{e\pi A} \quad (2)$$

jossa A on sivusuhte ja e on Oswaldin kerroin. Tässä tarkastelussa käytetään molemmille konetyypeille likimääräisenä Oswaldin kertoimen arvona 0,85. Tällöin K:lle saadaan seuraavat arvot:

Eurostar

$$K_1 = \frac{1}{0,85 \cdot \pi \cdot 6,67} = 0,056144260... \approx 0,05614$$

Ikarus

$$K_2 = \frac{1}{0,85 \cdot \pi \cdot 7,14} = 0,05244849... \approx 0,05245$$

Kaavasta 1 johdetulla kaavalla ja saaduilla K arvoilla voidaan laskea molemmille konetyypeille nollanostovastuskertoimien arvot.

Eurostar

$$C_{D_0,1} = \left(\frac{1}{2 \cdot E_{\max}} \right)^2 \cdot \frac{1}{K} = \left(\frac{1}{2 \cdot 10} \right)^2 \cdot 0,85 \cdot \pi \cdot 6,67 = 0,044528148... \approx 0,0445$$

Ikarus

$$C_{D_0,2} = \left(\frac{1}{2 \cdot E_{\max}} \right)^2 \cdot \frac{1}{K} = \left(\frac{1}{2 \cdot 11} \right)^2 \cdot 0,85 \cdot \pi \cdot 7,14 = 0,0393932351... \approx 0,0394$$

Tuloksia vertaillen havaitaan, että Ikaruksen laskennallinen nollanostovastuskerroin on noin 12 % pienempi kuin Eurostarin. Näihin tuloksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella. Eurostar on liukas metallipintainen alatasorakenne, kun taas Ikarus on kangaspäällysteinen ja sen ylätaso on tuettu vastusta lisäävillä tuilla. Tästä syystä on perusteltua epäillä, että Ikaruksen nollanostovastuskerroin on liitolukua määriteltäessä tulkittu huomattavan positiivisesti. Tämä ei olisi yllättävää, koska valmistajat usein haluavat kaunistella

koneensa suoritusarvoja omaksi edukseen. Tämä on selvää erityisesti kun on kyse suorituskyvylisesti niin tärkeästä arvosta kuin maksimi liitoluku.

Taulukosta 5 havaitaan, että konetyypit ovat sakkausnopeudeltaan samansuuruiset ja ne molemmat täyttävät UL -koneille asetetun sakkausnopeuden vaatimuksen. Koneiden rakenteellisessa lujuudessa on kuitenkin merkittävästi eroa. Eurostarin nopeusalue on huomattavasti laajempi ja kuormituskestävyys 50 % suurempi. Aikaisemmin havaittu Eurostarin suurempi tyhjätaino saattaa osittain selittyä kestävämmällä rakenteella.

Molemmat konetyypit ovat varustettu kiinteillä nokkapyörälaskutelineillä, mutta niiden rakenteet poikkeavat toisistaan. Eurostar on alatasokone, jonka rakenne on kokonaan perinteistä alumiinirakennetta. Ikarus on ylätasokone, jonka siipi on tuettu molemmilta puoliltaan runkoon. Rakenteeltaan se on Eurostarin tavoin pääosin perinteistä metallirakennetta, mutta siiven ohjainpintojen muotolevyt ovat

komposiittirakennetta ja kangasrakennetta. Ylä- ja alatasokonstruktion keskinäisestä paremmuudesta on monenlaisia mielipiteitä eri pienlentokoneiden käyttäjien keskuudessa. Alatasokonstruktiio tarvitsee harvemmin painoa ja vastusta kasvattavia lisätukia, jotka ylätasokone taas usein vaatii. Ylätasokone taas tarjoaa alatasoa esteettömämmän näkymän suoraan alaspäin, joka on toivottava ominaisuus erityisesti perinteisessä kartta- ja maastosuunnistuksessa.

Molemmat konetyypit ovat perusversioltaan varustettu samoilla minimi mittarivarustuksella, jota voi lisäkustannuksella täydentää. Pääsääntöisesti UL -koneiden minimivarustus on sama, mutta lisävarusteiden hinnoissa ja saatavuudessa voi merkittäviäkin eroja.

Minkä tahansa konetyypin vertailua suorittaessa tärkein yksittäinen tekijä on hinta suhteessa koneen ominaisuuksiin ja varusteisiin.

Vuonna 2009 Ikaruksen ja Eurostarin maahantuojat ilmoittivat seuraavat hinnat:

-Ikarus C42 alkaen 40 780 €

-Eurostar SL alkaen 58 000 €

Koneiden hinnoissa on merkittävä ero, joka puoltaa miltei 30 % halvemmän Ikaruksen valintaa. Eurostar taas vastaavasti tarjoaa, joskin suuremmalla hinnalla, parempaa suorituskykyä ja suurempaa lujuutta. Pelkän koneen hinnan lisäksi tulee ottaa huomioon välilliset kustannukset. Lopullinen valinta on tasapainoilua maksimoidun suorituskyvyn ja ominaisuuksien ja minimoitujen kokonaiskustannusten välillä.

6.2 Rakennussarjan vertailu

Erilaisten rakennussarjojen vertailu keskenään ei ole lainkaan niin suoraviivaista kuin valmiiden konetyyppien. Osa valmistajista tarjoaa samasta konetyypistä useita eri valmiusasteella olevia rakennussarjoja, kun toiset rajoittavat tarjontansa vain yhteen vaihtoehtoon. Osa valmistajista ei tarjoa kaupallisista syistä lainkaan rakennussarjoja. Näin on esimerkiksi edellä käsitellyn Ikarus C42 konetyypin laita.

Koska koneiden harrastevalmistuksessa on aina kyse experimental -koneista, ovat valmistajat pyrkineet täyttämään 51 % säännön vaatimukset. Eri valmistajien rakennussarjojen valmiusaste voi prosentuaalisesti olla suunnilleen sama, mutta ne ovat täysin eri tavalla rakennettu. Tämä tekee niiden vertailusta hankalaa. Entistä suurempia eroja muodostaa konetyypissä käytetty perusrakenne, joka voi olla perinteinen kevytmetallirakenne tai komposiittirakenne.

Rakennussarjat harvemmin sisältävät kaikki tarvittavat osat valmiin koneen rakentamiseen. Useimmiten moottori, osa mittareista ja lentokonejärjestelmistä, sekä osa muista osista ja tarvikkeista täytyy hankkia erikseen. Vaikka erikseen hankittavien määrä ja laatu vaihtelee eri rakennussarjojen välillä, on niistä muodostuvien kustannusten vertailu helppoa. Rakennussarjan perushankintahinnan ja näiden lisäkustannusten perusteella on mahdollista tehdä järkevä vertailu, vaikka rakennussarjat olisivat hyvinkin erilaisia.

Toinen hyvä mittari rakennussarjojen vertailussa on niihin vaadittava työmäärä ja vaiva. Prosentuaalinen valmiusaste ei välttämättä anna yksiselitteistä kuvaa mitä

vaaditaan rakentamisen toteuttamiseen. Työmäärä, tunteina tai esimerkiksi viikkoina, antaa vertailukelpoisemman kuvan rakennussarjan valmiusasteesta. Kun tiedetään rakentamisen toivottu aikataulu ja käytössä olevat resurssit, pystytään määrittämään mihinkä on ja mihinkä ei ole edellytyksiä. Luonnollisesti rakentamiseen vaadittu työmäärä on kääntäen verrannollinen kokonaiskustannuksiin. Tästä syystä tätä tulisi miettiä tarkoin, jotta optimaalisiin tasapaino näiden kahden välillä voitaisiin löytää.

Työmäärän lisäksi tulisi miettiä rakentamisen aiheuttavaa vaivaa. Jos rakentaminen pystytään suorittamaan kokonaisuudessaan samassa tilassa ja olemassa olevilla välineillä, vaati rakentaminen vähän erityisjärjestelyjä. Joissain tapauksissa vaaditaan erityistiloja ja välineitä, joiden järjestämisestä aiheutuu lisäkuluja ja vaivaa. Näin on erityisesti silloin, jos osa rakentamisesta joudutaan suorittamaan esimerkiksi valmistajan tiloissa.

6.3 Vertailun ongelmia

Konetyyppien ja rakennussarjojen vertailu ei läheskään aina ole yksinkertaista ja ongelmattonta. Seuraavassa käsitellään ongelmia ja haasteita, jotka tulisi vertailua suorittaessa ottaa huomioon.

Pienlentokonemarkkinat ovat täynnä monia eri valmistajia, joiden välinen kilpailu on kovaa. On luonnollista, että valmistajat pyrkivät esittämään tuotteensa mahdollisimman hyvässä valossa ja kilvan kehuvat omia tuotteitaan. Tästä syystä puolueettoman informaation löytäminen on vaikeaa. Perusmittojen ja teknisten tietojen osalta valmistajan antama tieto on pääosin luetettavaa. Ongelma korostuu kun kuvataan koneen toimintakykyä tai ilmoitetaan suoritusarvoja. Usein ilmoitetut arvot on saatu aikaan optimiolosuhteissa, pienimmällä mahdollisella massalla, parhaalla potkuriasetuksella ja erittäin kokeneen lentäjän avulla. Toisaalta taas valmistajat eivät välttämättä ilmoita ollenkaan konetyypille epäedullisia tietoja ja suoritusarvoja tai niiden saaminen on työlästä. Tässä on hyödyllistä käyttää apuna muita harrastajia, erilaisia vertaisverkkoja ja puolueettomien lehtien artikkeleita ja vertailuja. Suomalaisissa ja ulkomaisissa ilmailulehdissä on säännöllisesti

artikkeleita konevertailuista ja koelennoista. Tiedot ovat pääsääntöisesti luotettavia ja hyvin käyttökelpoisia, kun arvioidaan kuinka konetyyppi täyttää sille ilmoitetut ominaisuudet ja halutut vaatimukset. Kokeneiden harrastajien käyttö tietolähteenä on myös erittäin hyödyllistä. Heillä on usein laaja-alaista kokemusta ilmailusta ja eri konetyypeistä, sekä oppikirjoista löytymätöntä hiljaista tietoa. Kääntöpuolena on, että saadut tiedot ovat subjektiivisia näkemyksiä. Tällöin kuulijan vastuulle jää seuloa pois käyttökelvoton ”mutu” tieto.

Tietoja eri konetyypeistä on saatavilla usein monista eri lähteistä. Näistä eri lähteistä saadut tiedot eivät välttämättä ole yhdenmukaisia, jolloin ongelmaksi muodostuu oikean tiedon löytäminen. Pääsääntöisesti tulisi luottaa valmistajan antamiin tietoihin. Kuitenkin joskus jopa valmistajan antamissa tiedoissa on epä johdonmukaisuuksia, jolloin varmin tapa on ottaa yhteyttä valmistajaan ja varmistaa tietojen oikeellisuus.

Kuten aiemmin todettiin, eri valmistajien rakennussarjat poikkeavat toisistaan merkittävästi. Tämän lisäksi tarkkojen tietojen rakennussarjasta, kuten esim. tarkat osaluettelot, rakennus- ja asennusohjeet, ei ole saatavilla ennen kaupantekoa. Tämän edesauttamiseksi on tärkeä jo aikaisessa yhteydenottovaiheessa tuoda ilmi ketä edustaa ja ilmaista selkeästi mahdollinen aikomus kaupan tekoon. Kun vastapuoli on vakuuttunut, että kyseessä on potentiaalinen asiakas, ovat he yleensä halukkaampia luovuttamaan tarkempia tietoja ja materiaalia. Myös muu kanssakäynti on todennäköisesti paljon jouhevampaa. Tämä pätee yhtäläillä konetyypin kuin myös rakennussarjan kohdalla.

Henkilökohtaiset mieltymykset ohjaavat helposti valintaa jo aikaisessa vaiheessa. Tästä syystä on tärkeä säilyttää tietty ammatillinen ote ja objektiivisuus vertailua tehtäessä. Kun perusteet valinnalle on etukäteen valittu huolella, on vertailun suorittaminen johdonmukaisesti huomattavasti helpompaa.

7 YHTEENVETO

Ultrakevytilmailun suosio on kasvanut viime vuosina huomattavasti, mitattuna sekä rekisteröityinä ilma-aluksien (taulukko 1) että UPL -lupakirjojen määrässä (taulukko 3). Alhaiset kustannukset ja matalampi koulutusvaatimus ja ovat tehneet siitä houkuttelevan harrasteilmailun muodon.

Ultrakevyt lentokone kuuluu aina koe- ja harrastelentoluokkaan, jolloin sille ei myönnetä tyyppihyväksyntää. Tyyppihyväksyntää yksinkertaisemmat lentokelpoisuusvaatimukset yhdistettynä ultrakevyyden lentokoneen monikäyttöisyyteen, on vedonnut moniin ilmailuharrastajiin.

Yhdysvalloissa jo oleva LSA -ilma-alusluokka on tulossa myös Eurooppaan. Vaikka sillä ei vielä ole Euroopassa lentokelpoisuusvaatimuksia, on EASA määritellyt LSA -ilma-aluksen ja mahdollistanut niiden käytön poikkeusluvalla. EASA:lla on meneillään suuri määräysmuutos, jonka yhteydessä LSA -ilma-alusten lentokelpoisuusvaatimukset ja muut määräykset tullaan määrittelemään.

Näiden päätösten takarajaksi on asetettu vuosi 2012. Samaan aikaan on syntymässä uusi lupakirjaluokka LPL.

Kun nämä molemmat aikanaan astuvat voimaan, tulee niillä olemaan suuri vaikutus pienilmailuteollisuuteen Euroopassa ja ei kaupalliseen lentotoimintaan yleensä.

Useat lentokonevalmistajat tarjoavat valmiiden koneiden lisäksi erilaisia rakennussarjoja konetyypeistään. Lentokoneen harrasterakennus antaa tekijälleen aikaisempaa syvempää tietoa lentokoneen toiminnasta ja tietotaitoa sen ylläpitämiseen. Tästä syystä sellaisen rakentaminen myös opetustarkoituksessa on erittäin hyödyllistä. Tampereen ammattikorkeakoululla on tästä hyviä kokemuksia, kun sen opiskelijat rakensivat Eurostar EV-97 UL -lentokoneen opiskelijaprojektina.

Vastaavanlaisen rakennusprojektin valintaan ja käynnistämiseen liittyy monia asioita, jotka tulisi ottaa huomioon. Ilmailuviranomaisten asettamat määräykset ja

asetukset asettavat tiettyjä vaatimuksia ja rajoitteita, kun rakentaminen suoritetaan harrasterakenteisesti. Näiden moninaisten ja joskus laajojenkin määräysten tietäminen on välttämätöntä.

Kun konetyyppejä ja rakennussarjaa valitaan, on tärkeää miettiä etukäteen selkeät kriteerit joiden pohjalta valinta tehdään. Valmiin lentokoneen suunniteltu käyttötarkoitus antaa hyvän kuvan ominaisuuksista ja piirteistä mitä valittavalta konetyypiltä odotetaan. Luonnollisesti myös rakentaminen asettaa tiettyjä vaatimuksia ja rajoituksia konetyypille ja rakennussarjalle. Eri konetyypit vaativat erilaisia työvälineitä ja -menetelmiä, jotka tulee ottaa huomioon. Jos rakentamisen pääfunktio on koulutustarkoitus, tulee tarkkaan miettiä mitä ominaisuuksia ja asioita halutaan painottaa.

Kun valintakriteerit on määritetty huolella, on eri vaihtoehtojen vertailu huomattavasti helpompaa. Järjestelmällisen vertailun perusteella on hyvät edellytykset löytää paras mahdollinen konetyypin ja rakennussarjan yhdistelmä.

8 OMIA POHDINTOJA

Tutkintotyön tarkoitus oli tarkastella harrasterakenteisen ultrakevyen lentokoneen valintaa yleisellä tasolla, sekä käsitellä UL -ilmailun erityispiirteitä. Suuri osa työstä oli viranomaismääräyksiin ja asetuksiin perehtymistä. Oleellisen tiedon löytäminen laajoista viranomaisasiakirjoista oli varmasti yksi tutkintotyön tekemisen tärkeimmistä osa-alueista. Vaikka viranomaismääräysten tuntemisen tärkeys on ilmailussa itsestään selvyys, oli aiheeseen liittyvän oleellisen tiedon löytäminen eri lähteistä hetkittäin jopa yllättävän aikaa vievää. Laajojen asiakirjakokonaisuuksien läpikäyminen ja kanssakäynti Ilmailuhallinnon asiantuntijoiden kanssa on kuitenkin huomattavalla tavalla syventänyt ymmärrystäni ilmailun lainsäädännöstä ja sen merkityksestä tällä osa-alueella.

Vaikka eri konetyyppien ja rakennussarjojen vertailu suoritetaan aina tapauskohtaisesti, uskon että tiettyjä yleisiä piirteitä on löydettävissä. Koska vertailut ja tarkastelut tehtiin ainoastaan esimerkillisellä tasolla, oli tässä

tutkintotyössä hyvä mahdollisuus tarkastella aihealuetta yleisellä tasolla. Tästä syystä uskon, että se on käyttökelpoinen kun tarkastellaan mitä tahansa UL-konetyyppejä huolimatta käyttötarkoituksesta.

LSA -ilma-alusluokan tulolla Eurooppaan tulee varmasti olemaan merkittävä vaikutus kevytilmailuun niin Suomessa, kuin muuallakin Euroopassa. Kevytilmailuharrastajat ovat pitkään toivoneet vastaavaa luokkaa Eurooppaan. Näyttää siltä, että näin tulee tapahtumaan muutaman lähivuoden sisällä. Samoihin aikoihin tulee syntymään uusi LPL lupakirjaluokka. On mielenkiintoista nähdä minkälainen vaikutus sillä on muihin yleis- ja harrasteilmailumuotoihin. Jos LPL astuu voimaan nykyisen ehdotuksen mukaisesti, on se tällöin lentokoulutusvaatimukseltaan suunnilleen sama kuin UPL. Se kuitenkin mahdollistaisi ilmailun huomattavasti raskaammilla lentokoneilla maksimi lentoonlähätöpainoltaan aina 2000 kg asti. Tämä varmasti kiinnostaa osaa UL-harrastajista, jotka nyt painiskelevat UL- lentokoneen alhaisen 450 kg MTOW kanssa. Kaikkia tämän mukanaan tuomia vaikutuksia, niin ilmailuteollisuudelle kuin harrastajille, on vaikea arvioida. On kuitenkin selvää että muutoksia on tulossa. On mielenkiintoista seurata miten uusi ilma-alus- ja lupakirjaluokka otetaan vastaan.

Aikaisemmasta ultrakevyen rakennusprojektista on ollut kiistaton koulutuksellinen hyöty mukana olleille opiskelijoille. Toivon, että tekemästani taustatyöstä ja pohdinnasta on hyötyä tulevaisuudessa vastaavan laista projektia silmälläpitäen.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Ilmailumääräys AIR M5-1 25.11.1996 Harrasterakenteisen ilma-aluksen lentokelpoisuusvaatimukset
- 2 Ilmailumääräys AIR M5-2 25.11.1996 Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentaminen
- 3 Ilmailumääräys AIR M5-3 25.11.1996 Koe- ja harrasteluokkaan kuuluvan ilma-aluksen lentokelpoisuus ja huolto
- 4 Ilmailumääräys AIR M5-10 26.1.2004 Ultrakevyiden lentokoneiden lentokelpoisuus, valmistus, rekisteröinti ja valmistus
- 5 Ilmailumääräys AIR M5-10 Soveltamisohje N:o 9 m2 1.9.2004
- 6 Ilmailumääräys OPS M2-7 20.3.1986 Lentotoiminta koe- ja harrasteluokan ilma-aluksilla
- 7 Ilmailumääräys PEL M1-4 15.12.1999 Ilmailulupakirjoja koskevia yleisiä määräyksiä
- 8 Ilmailumääräys PEL M2-70 20.12.2007 Ultrakevytlentäjän lupakirja
- 9 Ilmailumääräys PEL M4-1 16.5.2007 Lääketieteellinen kelpoisuustodistus ja siihen liittyvät tarkastukset
- 10 Ilmailumääräys TRG M1-1 11.12.1999 Moottorilento- ja helikopterikoulutus
- 11 Yhteiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset JAR-FCL 1 Osa 1 Muutos 7 1.12.2006
- 12 Siivet -lehti 1/2009 s.54

Painamattomat lähteet

- 13 Markku Hiedanpää Ilmailuhallinnon Harrasteilmailu-yksikön päällikkö Puhelinkeskustelu 31.3.2009

Sähköiset lähteet

- 14 Comco-Ikarus Ikarus C42B [www-sivu]. [Viitattu 15.4.2009]
Saatavissa: http://www.comco-ikarus.de/index_english.html
- 15 EASA General Aviation FAQ- How does EASA deal with Light Sport
Airplanes? [www-sivu]. [Viitattu 21.4.2009] Saatavissa:
http://www.easa.europa.eu/ws_prod/c/c_general_aviation_faq.php#10
- 16 EASA 4-year Rulemaking Programme [www-sivu]. [Viitattu 21.4.2009]
Saatavissa:[http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Agency_Mesures/Agency_Decisions/2009/Annex%20to%20ED%20Decision%202009_002_R%20\(4-y%20RMP\).pdf](http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Agency_Mesures/Agency_Decisions/2009/Annex%20to%20ED%20Decision%202009_002_R%20(4-y%20RMP).pdf)
- 17 Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA [www-sivu]. [Viitattu 3.3.2009]
Saatavissa:
http://europa.eu/agencies/community_agencies/easa/index_fi.htm
- 18 Euroopan lentoturvallisuusviraston muutosehdotus NPA 2008-07
[www-sivu]. [Viitattu 25.3.2009] Saatavissa:
http://www.easa.europa.eu/ws_prod/r/doc/NPA/NPA%202008-07.pdf
- 19 Euroopan lentoturvallisuusviraston muutosehdotus NPA 2008-17b
Implementing Rules for Pilot Licencing [www-sivu]. [Viitattu 27.3.2009]
Saatavissa:
http://www.easa.europa.eu/ws_prod/r/doc/NPA/NPA%202008-17b.pdf
- 20 Euroopan lentoturvallisuusviraston muutosehdotus NPA 2008-17c
Implementing Rules for Pilot Licencing [www-sivu]. [Viitattu 1.4.2009]
Saatavissa:
http://www.easa.europa.eu/ws_prod/r/doc/NPA/NPA%202008-17c.pdf
- 21 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 216/2008
[www-sivu]. [Viitattu 17.3.2009] Saatavissa:
http://www.easa.eu.int/ws_prod/g/doc/Regulation/reg_216_2008/BR216_2008_FI.pdf
- 22 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1056/2008
[www-sivu]. [Viitattu 18.3.2009] Saatavissa:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:283:0005:0029:FI:PDF>

- 23 Evektor-Aerotechnik Eurostar SL [www-sivu]. [Viitattu 15.4.2009]
Saatavissa: <http://www.evektor.cz/eurostar/>
- 24 FAA Light Sport Aircraft Accepted Standards [www-sivu]. [Viitattu
1.4.2009] Saatavissa:
http://www.faa.gov/aircraft/gen_av/light_sport/media/Accepted_Standards_v2.pdf
- 25 FAR Part 1 Sec 1.1 Defenitions and abbrevations [www-sivu]. [Viitattu
18.3.2009] Saatavissa:
http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgfar.nsf/0/1F4B0141DF95D3DA862575440072FCE0
- 26 FAR Part 103 Sec 103.1 Ultralight Vehichles [www-sivu]. [Viitattu
18.3.2009] Saatavissa:
http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgfar.nsf/0/99EC30E2C7B34A9E86256A640055D2CB
- 27 Federal Aviation Administration [www-sivu]. [Viitattu 11.3.2009]
Saatavissa: <http://www.faa.gov/about/mission/activities/>
- 28 Ikarus C42B Airworthines Approval note [www-sivu]. [Viitattu
15.4.2009] Saatavissa: <http://www.aerosportuk.com/pages/documents/no-27832-addendum-1-type--2.pdf>
- 29 Ilmailuhallinto [www-sivu]. [Viitattu 3.3.2009]
Saatavissa: <http://www.ilmailuhallinto.fi>
- 30 Joint Aviation Authorities [www-sivu]. [Viitattu 3.3.2009]
Saatavissa: <http://www.jaa.nl/introduction/introduction.html>
- 31 Suomalaisten ultrakevyiden lentokoneiden tarkastuskäsikirja Muutos 1,
12.6.2003 [www-sivu]. [Viitattu 26.3.2009] Saatavissa:
[http://www.ilmailuhallinto.fi/files/lth/Julkaisusarja_L/tarkastuskasikirja_u
ltra_2003.pdf](http://www.ilmailuhallinto.fi/files/lth/Julkaisusarja_L/tarkastuskasikirja_ultra_2003.pdf)

KUVALUETTELO

Kuva 1 TAMKIn opiskelijaprojektina rakennettu ultrakevyt EV-97

Kuva on Tampereen ammattikorkeakoulun arkistosta ja julkaistu sen luvalla

Kuva 2 LSA -luokan lentokone Zenair CH 601 XL

Kuva on julkaistu tekijän luvalla

Kuva 3 Harrasteilmailun lentotunnit 1996–2005

Kuva on Ilmailuhallinnon tilastoista ja julkaistu sen luvalla

Kuva 4 Ikarus C42

Kuva julkaistu Arpingstonen luvalla