

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Lentokonetekniikka

Tutkintotyö

Jari Vuorenmaa

EV-97 LENTOKONEEN RAKENTAMISEN KOORDINOINTI

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006

Yliopettaja Heikki Aalto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Lentokonetekniikka

Vuorenmaa, Jari EV-97-projektin koordinointi

Tutkintotyö 38 sivua + 7 liitesivua

Työn ohjaaja Yliopettaja Heikki Aalto

Työn tilaaja Tampereen ammattikorkeakoulu

Toukokuu 2006

Hakusanat EV-97, Eurostar, projekti, lentokoneen rakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulun ilmailukerho hankki talvella 2005 ultrakevyen EV-97-lentokoneen rakennussarjan. Rahoituksesta vastasi ilmailukerho lukuisten yhteistyökumppaneiden avustuksella.

Tässä työssä käydään läpi pääpiirteittäin, kuinka Tampereen ammattikorkeakoulussa rakennettiin ultrakevyt lentokone. Tämä lentokoneen rakennusprojekti on tietävästi ensimmäinen laatuaan Suomessa ammattikorkeakoulutasolla ja myös ensimmäinen Eurostar EV-97, joka on rakennussarjasta valmistettu, joten aikaisempaa kokemusta tämän kaltaisesta projektista ei ollut saatavilla Suomesta.

Kone rakennettiin puolivalmiista rakennussarjasta, josta runko ja korkeuseräsin toimitettiin ammattikorkeakoululle lähes valmiina. Työn alkuosa esittelee lentokoneen teknisiä tietoja ja tarkastustoimintaa sekä siipien ja sivuperäsimen valmistamista. Alkuosan jälkeen kerrotaan projektin koordinoinnista sekä käydään läpi erilaisten työryhmien työtehtävät ja esitellään lentokonetta valokuvilla, joita on otettu matkan varrella. Ultrakevyt EV-97 valmistui toukokuussa 2006.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Aeronautical Engineering

Vuorenmaa, Jari

EV-97-project coordination

Engineering Thesis

38 pages, 7 appendices

Thesis Instructor

Supervisor Heikki Aalto

Thesis Ordered

Tampere Polytechnic

May 2006

Keywords

EV-97, Eurostar, project, aeroplane assemble

ABSTRACT

Winter 2005 Tampere polytechnic flying club was buying ultra light EV-97 airplane assembly kit. Tampere polytechnic flying club and many different cooperation partners given was money for this project.

This job shows you how we doing first EV-97 airplane assembly kit in Finland. This aircraft assembly is first polytechnic level and also first eurostar was building to the Basic Kit –assembly in Finland, so we don't have any airplane owners who know best this version of a program.

Airplanes build halfway assemblies were was fuselage and horizontal almost ready. First part this degree I tell first aero planes technical information and inspection work also I tell how we doing wings and rudder. Second part this degree I was tells project coordination and also tells different workgroups doing. End of part this degree I show few pictures what we take the airplane when we doing this project. Ultra light EV-97 flying firs time in may 2006.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö käsittelee Tampereen ammattikorkeakoulussa valmistettua ultrakevyttä lentokonetta ja sen eri rakennusvaiheita. Projektin alkuvaiheessa olisi ollut minullakin mahdollisuus käydä Evektorin tehtaalla tutustumiskäynnillä, mutta koska minulla on jo lähes 11 vuoden kokemus lentokoneiden valmistamisesta, katsoin, että olisi mukavampaa, jos siellä kävisi sellaisia, jotka eivät ole ulkomaisia lentokonetehtaita nähneet. EV-97 Ultrakevyt, Eurostar-projekti on ollut ehdottomasti yksi mielenkiintoisimmista ja antoisimmista projekteista, jossa olen ollut vaikuttamassa mitä monipuolisimmissa tehtävissä.

Kiitän kuluneista vuosista sekä hienosta yhteistyöstä tasapuolisesti kaikkia rakentajia niin opettajia kuin opiskelijoitakin.

4.10.2006

Jari Vuorenmaa

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
1 JOHDANTO	3
2 EUROSTAR EV-97	4
3 EUROSTAR-PROJEKTI 2005	5
3.1 RAKENNUSLUPA	5
3.2 RAKENTAMISEN ALOITUS	6
3.2.1 <i>Opastus</i>	7
3.2.2 <i>Tarkastus</i>	7
4 PROJEKTIN KOORDINOINTI	15
4.1 TYÖRYHMÄT	17
4.1.1 <i>Asennusryhmä</i>	17
4.1.2 <i>Sähköryhmä</i>	18
4.1.3 <i>Moottoriryhmä</i>	19
4.1.4 <i>Tarkastusryhmä</i>	20
4.1.5 <i>Työkalu- ja hankintaryhmä</i>	21
4.1.6 <i>Koelentoryhmä</i>	22
4.2 ESITTELY	28
4.3 ENSILENTO	32
5 YHTEEVETO	33
LÄHDELUETTELO	35
LIITTEET	36
KUVALUETTELO	36

TUTKINTOTYÖSSÄ KÄYTETYT YKSIKÖT JA KÄSITTEET

m	metri
m^2	neliömetri
cm^3	kuutiosenttimetri
kg	kilogramma
g	maan vetovoimakiihtyvyyys ($9,81 \frac{m}{s^2}$)
l	litraa
kW	kilowatti
rpm	radial per minute — kierrosta minuutissa
$\frac{l}{h}$	litraa tunnissa
$\frac{m}{s}$	metriä sekunnissa
$\frac{km}{h}$	kilometriä tunnissa
AIR	Airworthiness Directive - lentokelpoisuusmääräys./1/
Liitosuhde 1:10	Liittää esim. kilometrin korkeudesta 10 kilometriä
Experimental	Experimental on ilma-alus, josta vähintään 51 % on rakentanut harrasterakentaja tai voittoa tavoittelematon amatööriyhdistys omiin tarkoituksiinsa ja ilman kaupallisia tavoitteita. Ylläpito on halvempaa, koska ne eivät vaadi lentokonemekaanikon lupakirjan omaavaa ihmistä konetta huoltamaan vaan omistaja huoltaa koneensa itse. Vastaavasti koneen käyttö on rajoitettu, esim. kaupallinen lentotoiminta kyseisillä koneilla ei ole sallittua. /12/
Ultrakevyt	Lentokone saa olla korkeintaan kaksipaikkainen ja kaksipaikkaisena se saa painaa tankattuna ja miehistöineen pyörävarustuksella korkeintaan 450 kg ja kellukeversiona 495 kg. Tästä alhaisesta painosta on suomen kieleen luotu ultralight -lentämisestä termi kevytilmailu. Toinen rajoitus on, että näillä koneilla saa lentää vain päivällä. /12/

1 JOHDANTO

Tässä työssä käydään läpi pääpiirteittäin, kuinka Tampereen ammattikorkeakoulussa rakennettiin ultrakevyt Experimentallentokone. Tämä lentokoneen rakennusprojekti on tietävästi ensimmäinen laatuaan Suomessa ammattikorkeakoulutasolla ja myös ensimmäinen Eurostar EV-97, joka on rakennussarjasta valmistettu, joten aikaisempaa kokemusta tämän kaltaisesta projektista ei ollut saatavilla Suomesta.

Evektor-Aerotechnik on siviililentokoneita valmistava tehdas Tšekin tasavallassa. Sieltä voi ostaa koneen joko valmiina tai rakennussarjana. Meidän rakentama kone on hankittu rakennussarjana. Rakennussarjan nimi on Basic Kitt, mutta tässä tutkintotyössä pyrin käyttämään ainoastaan suomen kieltä.

Lentokoneen tilasi Tampereen ammattikorkeakoulun Ilmailukerho Ry. Kone rakennettiin ammattikorkeakoululla tähän projektiin valituissa tiloissa projektiopintoina. Käytännössä tämä tarkoitti rakentamista normaalin opiskelun ohella.

2 EUROSTAR EV-97

Eurostar on rakenteeltaan alumiinirakenteinen alatasokone ja laskuteline-malliltaan nokkapyörällinen. Ohjaamossa on vierekkäiset istuinpaikat. Muita rakennemateriaaleja ovat hiilikuitu, lasikuitu sekä kevlar. Koneeseen niitattiin ainoastaan lentokonekäyttöön tarkoitettuja vetoniittejä. Muunlaisiakin vetoniittejä olisi ollut saatavilla, mutta ne eivät olisi täyttäneet lentokoneen rakentamisessa vaadittuja laatukriteerejä.

Eurostarin lento-ominaisuudet ovat erittäin hyvät. Liitosuhdekin on peräti 1:10 ja sakkausnopeus laskussa on vain 65 km/h. Konetyyppi soveltuu erinomaisesti sekä matkalentoon että koulutuskäyttöön.

Rakenteelliset mitat (Liite 7)

Pituus	5,98 m
Korkeus	2,34 m
Siipien kärkiväli	8,10 m
Siipipinta-ala	9,48 m ²

Ominaisuudet

Tyhjäpaino	275 kg
Maksimi lentoonlähtöpaino	450 kg
Moottori	Rotax 912 ULS (100 hv / 73,5kW)
Moottorin tilavuus	1352 cm ³
Matkanopeus	160 — 200 km/h
Kohoamisnopeus	min. 5 m/s (maksimi painoin)
Sakkausnopeus	65 km/h
Toimintamatka	600 — 700 km
Polttoaineet	95E, 98E ja 100LL
Kuormitusmoninkerrat	+ 4,0g / -2,0g

3 EUROSTAR-PROJEKTI 2005

Kristian Ansaharju otti vastaan loppuvuodesta 2004 projektipäällikön tehtävät sekä muodosti alkuvuodesta 2005 organisaation, joka toimi aina toukokuun 2005 alkuun saakka. Jotta työt voitiin aloittaa järkevästi, tehtiin Kristian Ansaharjun johdolla osa-aluekartoitus, jonka avulla työt organisoitiin sopivan kokoiisiin kokonaisuuksiin ja sopivan kokoisille ryhmille.

Organisaatio

Kristian Ansaharju teki projektin organisoinnista tutkintotyön, joten en kommentoi alkuvuoden organisaation tapahtumisista./2/

3.1 Rakennuslupa

Jotta lentokonetta voitiin alkaa rakentaa, tarvittiin rakennuslupa. Rakennuslupaa anottiin Ilmailuhallinnolta (liite 1).

Ultrakevyyden lentokoneen rakentamista aloitettaessa on myös otettava huomioon Ilmailuhallinnon seuraavat ilmailumääräykset **AIR M5 – 10**, **AIR M5 – 2** ja rekisteröintimenettelyssä **AIR M1 – 2**. /6/

3.2 Rakentamisen aloitus

Projekti alkoi 4. helmikuuta 2005, konetta kuljettaneen rekan saapumisella pihaan. Osat purettiin ensin autolaboratorioon josta ne siirrettiin välivarastoon (kuva 2) ja projektille varattuun projektitilaan. Kuvasta 1 huomaa että osia käsiteltiin jo alusta lähtien erityistä huolellisuutta noudattaen. Kaikille saapuneille osille suoritettiin vastaanottotarkastus.



Kuva 1. Kuvassa rekan kyydissä ollutta runkoa otetaan alas. Henkilöt vasemmalta oikealle Jukka Vanne, Jarno Törmänen, Kristian Ansaharju ja Jari Vuorenmaa.



Kuva 2. Osat ovat hyvässä järjestyksessä odottamassa esille ottoa.

3.2.1 Opastus

Projektiin osallistuville henkilöille järjestettiin sekä Patrialla että ammattikorkeakoululla niittausharjoituksia. Itse en osallistunut niittaus-harjoitukseen, koska minulla on aikaisempaa työkokemusta lentokoneiden rakenteiden asentamisesta ja niittaamisesta. Ammattikorkeakoululla järjestetyssä niittaus-harjoituksessa olin mukana lähinnä opastamisessa sekä katsomassa, ketkä ovat hyviä niittaajia. Kysymyksessä ei ollut kuitenkaan mikään karsinta hyvien ja huonojen välillä, vaan näin pystyin kohdentamaan lisäopetustarpeen oikeaan paikkaan.

3.2.2 Tarkastus

Alkuvuodesta 2005 tarkastajiksi määriteltiin kolme henkilöä: Jari Vuorenmaa, Kari Pehkonen, Tero Långström ja he vastasivat suoraan raportoinnista projektin valvojalle yliopettaja Heikki Aallolle. Kokoonpano muuttui kesäkuussa 2005 siten että tarkastajiksi jäivät Pehkonen ja Långström.

Tarkastajat tekivät erilliset tarkastuksen ohjeet (liite 2) ja virheraporttikavaakkeen (liite 3). Heidän tehtävänä oli katsoa, että osien asennus suoritettiin piirustusten ja kokoonpano-ohjeiden mukaisesti. Jos asennuksessa tuli virhe asentajalle, täytettiin yhteistyössä virheraportti, johon merkittiin virheen sijainti, vikaantuneiden osien nimet ja numerot sekä tehtiin virheestä kuvaus (käsini piirustus tai valokuvaus). Lisäksi suunniteltiin mahdolliset korjaavat toimenpiteet. Tämän jälkeen asiapaperi taltioitiin virheraporttikansioon ja esiteltiin projektin valvojalle, joka joko hyväksyi korjausehdotuksen sellaisenaan tai antoi oman lausunnon korjaavista toimenpiteistä. Korjaus voitiin suorittaa vasta, kun virhetarkastelu oli loppuun suoritettu.

Jokaisella ryhmällä oli myös osa-aluevastaavat, joiden tehtäviin kuului ryhmän rakentamisen valvominen ja sovittiin, että heillä olisi myös alennettu tarkastusoikeus.

3.2.2.1 Siivet

Rakenteiden kokoonpanotyöt alkoivat piirustuksiin ja koneen asiakirjoihin tutustumisella. Tämän jälkeen aloitettiin siipisalkojen kokoonpanotyö ja kummallakin siivellä oli omat tekijänsä määriteltynä. Siipien runkojen valmistus kesti helmikuusta huhtikuuhun. (Kuva 3). Koneeseen tulevat lasku- ja ohjaus-siivekkeet koottiin myös kevään aikana.



Kuva 3. Etummaisella pöydällä vasen siipi, taaempaan oikean puolen siipi ja takana runko.

Rakenteiden liittämässä yhteen käytettiin lentokonerakennukseen hyväksytyjä AVEX-vetoniittejä, joista suurin osa toimitettiin rakennussarjan mukana.

Seitsemän koneenrakennuksesta innostunutta opiskelijaa jatkoi koko kesän 2005 koneen valmistamista. Töiden alkajaisiksi siipien rungot siirrettiin isompaan tilaan, jotta voitiin aloittaa siipien pintalevyjen asennustyöt.

Ennen kuin siipien pintalevyjen asennustyö aloitettiin, pyydettiin Patrialta asiantuntija-apua, koska siivet haluttiin tehdä mahdollisimman tarkasti ja virheettömästi. Tämä toimenpide tehtiin siitä syystä, että jo alkuvaiheessa kustannussyistä ei haluttu clecoja (jousikiristeisiä väliaikaisia kiinnittimiä). Myös siipipöydät tehtiin niin, että ne mahdollistivat edullisen rakennustavan.

Patrian asiantuntijoiden avulla päädyttiin ratkaisuun, joka tyydytti molempia osapuolia. Kristian Ansaharju suunnitteli sovitekappaleet, joiden avulla kiinnitettiin siivet pöytätasoon kiinni. Siipikaarien kiinnittämiseksi mahdollisimman tiukasti paikoilleen asennettiin lisätukea antamaan kierretangot (kuva 4). Kiinnittämisen tarkoituksen oli pitää siipi niin kauan kiinni, että saatiin siiven alapuolen pintalevyt mitoitettua, porattua ja niitattua kiinni (kuva 5).



Kuva 4. Kuvassa vasemmalla Jonne Uusitupa asentaa kierretankoa ja Kristian Ansaharju tarkastaa kiinnitykset pitävyyttä.



Kuva 5. Maria Ikonen on niittaamassa ensimmäistä pintalevyä kiinni.

Näiden toimenpiteiden jälkeen siipi oli jo niin jäykkä, että voitiin aloittaa yläpuolen pintalevyjen asennustyöt.



Kuva 6. Oikean puolen siipi on edessä ja vasen takana.

Yläpuolen pintalevyjen (kuva 6) asennustöiden jälkeen alettiin suunnitella etureunojen asentamista paikoilleen. Etureunojen saamiseksi paikoilleen jouduttiin suunnittelemaan kokonaan uuden tyyppisen rakennuksessa käytettävän apuvälineen (kuva 7).

Kuva 7. Aputyöväline koostui suorista puusta ja levyistä.

Oikean puolen siipi asennettu paikoilleen takareuna alaspäin ja etureunan kaaret tuettu kierretangoilla sekä pääty johdinkiskolla. Siiven etureunalevy on asennettu paikoilleen ja kiristetty joustavilla remmeillä.



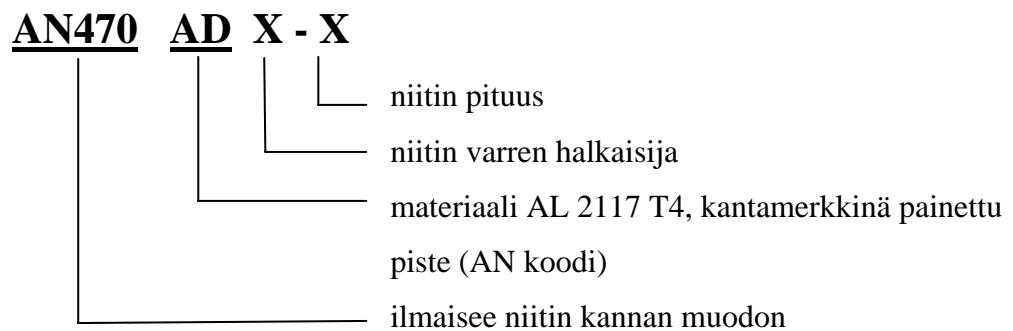
Siipien pintalevyjen ja etureunojen asennus kesti toukokuusta elokuun loppuun saakka. Siipien pintalevyjen asennuksen jälkeen asennettiin siipiin ohjaus- ja laskusiivekkeet (kuva 8) sekä siipien kärkiosat.



Kuva 8. Oikean siiven laskusiiveke (1.) ja ohjaussiiveke (2.) ovat asennettuna paikoilleen.

3.2.2.2 Peräsin

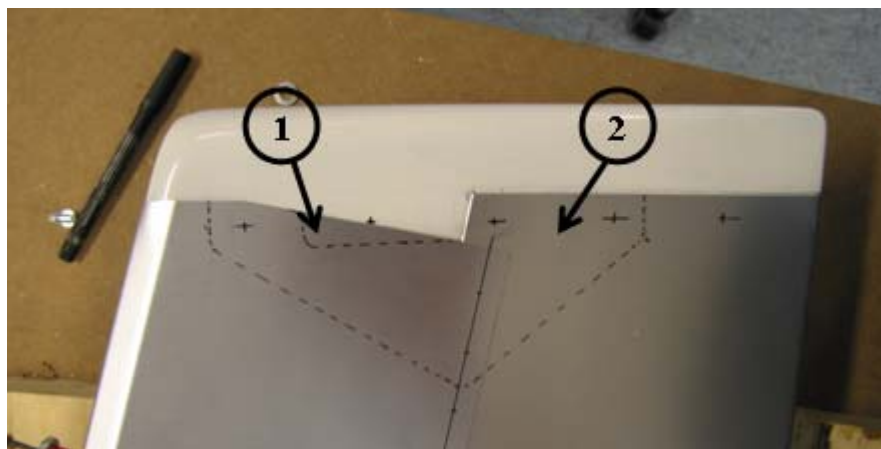
Työ aloitettiin alasaranan niittauksella umpiniiteillä, jotka oli ohjeen mukaan luultavasti valmistettu Venäjällä, tästä syystä niitit korvattiin Patrialta saaduilla (AN470 AD 4-4) lentokoneniiteillä.



Koska muilla tähän projektiin osallistuvilla ei ollut riittävää kokemusta umpiniittien niittaamisesta, otin asiakseeni suorittaa kysymyksessä olevat niittaukset.

Alasaranan niittauksen jälkeen suoritettiin etureunalevyn alapuolen trimmaus ja tässä käytettiin työohjeen mukaista 60° kulmaa. Kulma tehtiin ensin erilliseen työohjeen näyttämään puupalikkaan, joka toimi asennuksessa myös työkaluna.

Yläsarana asennettiin työohjeen mukaista terästyökälyä hyväksikäyttäen paikoilleen, alasarana tietenkin oli samanaikaisesti paikoillaan. Tässä vaiheessa trimmattiin etureunan yläreuna virheellisesti (kuva 9). Siihen suoritettiin virhetarkastelu, jossa havaittiin virheen johtuneen väärästä mittauksesta. Tämän jälkeen päästiin sovitteluun jättöreunaa ja senkin kanssa oli pieniä vaikeuksia. Muiden osien kohdalla ei havaittu asentamisessa ongelmia.(Kuva 10).



Kuva 9. Trimmingvirheen korjaus, (1) trimmattiin materiaalia pois ja (2) tehtiin tukilevyn päälle.



Kuva 10. Lähes valmis peräsin vain tukilevy ja trimmilaippa näyttämättä.

3.2.2.3 Runko

Rungon poikkileikkaus on suorakulmainen alaosasta ja ellipsin muotoinen yläosastaan (kuva 11). Sivuvakaaja on rungon jatke. Rungon keskiosassa on kahden hengen ohjaamo, johon päästään avaamalla yksiosainen akryylikuomu.



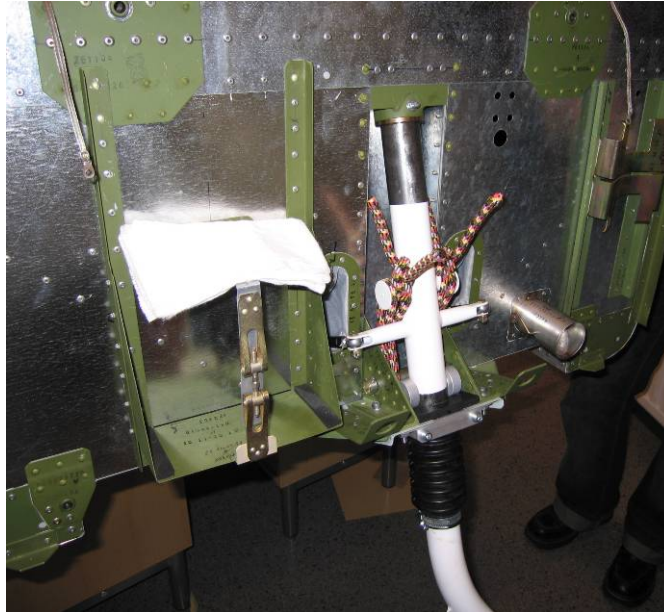
Kuva 11. Vasta projektihuoneeseen kannettu runko on kuljetusmuoveissa.

Keväällä 2005 lentokoneen runkoon asennettiin ohjauksen edellyttämät sauvat ja niistä lähtevät tangot. Myös polttoainetankin (kuva 12) vaatimat esiasennustyöt suoritettiin etukäteen, vaikkakin itse tankki asennettiin lopullisesti paikalleen vasta, kun kone oli lähes valmis.

Kuva 12. Polttoainetankki lähes paikoillaan, tämän jälkeen tankki irrotettiin vielä monta kertaa.



Tämän lisäksi sekä polkimet ja nokkalaskuteline (kuva 13) asennettiin kevään aikana. Päälaskutelineet esiasennettiin kesällä, mutta ne voitiin asentaa lopullisesti vasta, kun runko oli siirretty autolaboratorioon, jossa suoritettiin koneen loppurakentaminen. Autolaboratorioon siirron jälkeen myös mittaritaulu mittareineen (kuva 14) asennettiin koneeseen.



Kuva 13. Nokkapyörän teline on paikoillaan.



Kuva 14. Mittaritaulu asennettuna ja lattialla näkyy myös polkimet.

4 PROJEKTIN KOORDINOINTI

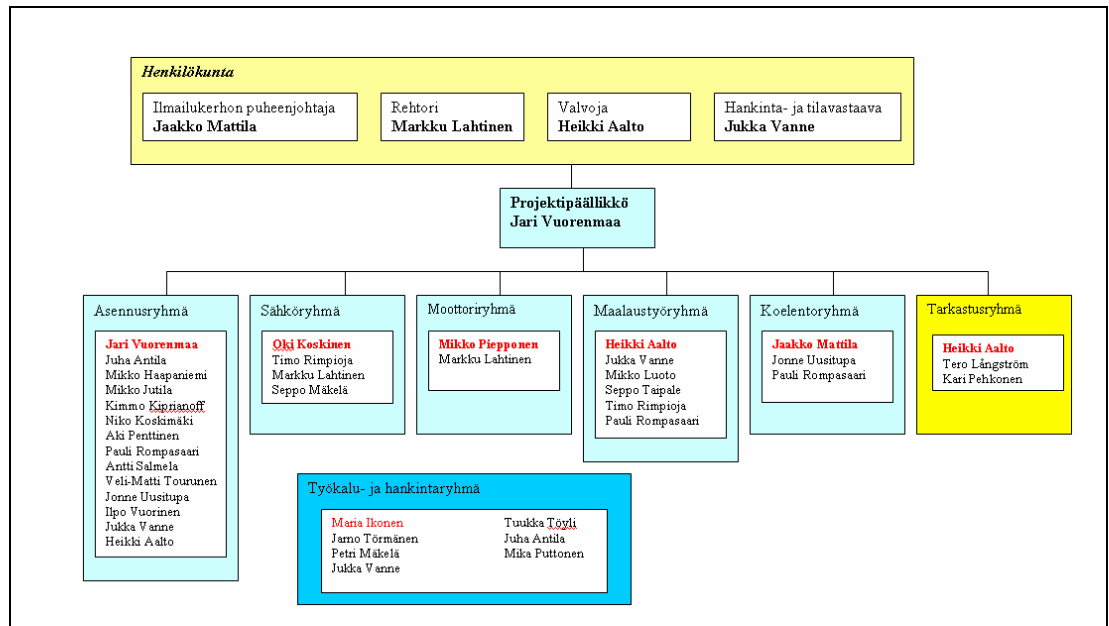
Projektin koordinointi alkoi osaltani virallisesti 8.9.2005 pidetyssä palaverissa. Palaveria varten tein esimerkkiraportin (kuva 15) tekemättä olevista töistä ja tämän kaltaisilla raporteilla myös jatkossa hoidin projektin seuranta. Kun raportissa mainitut kohdat oli saatu osapuilleen tehtyä, avautui uusia lisätöitä, joista tein uuden raportin ja näin pystyin koordinoimaan tarvittavat työt tekijöille.

Tekemättä olevat työt

1. Penkkien alaosien niittäus
2. Selkälevyjen asennus
3. Jarrulevyjen lukitukset
4. Ohjausjärjestelmän lukitukset
5. Polttoainesäiliön banjoruuvien momentti
6. Turvavöiden asennus
7. Sisäilman puhallusjärjestelmän rakennus
8. Varmistuslankojen asennus moottoriin
9. Varmistuslankojen asennus päälaskutelineisiin
10. Sivuperäsimen säätö + korjaukset
11. Liimaukset
12. Kirjalliset työt

Kuva 15. Raporttiin kirjoitettiin heti huomatu kohdat ja keskustelujen jälkeen saatettiin muita asioita vielä lisätä

Palaverissa määriteltiin myös uusi organisaatio jonka avulla saatiin jäljellä olevat työt lohkottua eri tekijäryhmiin. (Liite 4). Tämän toimenpiteen tarkoituksena oli saada projekti etenemään joustavasti, se mahdollisti myös usean uuden opiskelijan osallistumisen lentokoneen valmiiksi saattamiseen. Kuva 16 on tehty selkeyden vuoksi samalla pohjalla, minkä Kristian Ansaharju teki jo alkuvuodesta 2005.



Kuva 16. Organisaatiokaaviossa esitetyt ryhmätehtävät eivät olleet lopullisia, vaan suuntaa antavia. Olikin suotavaa, että kaikki osallistuivat mahdollisuuksiansa mukaan myös muihin tehtäviin. Koelentäjinä ovat Jaakko Mattila sekä kaaviosta poiketen Markku Lahtinen.

Tehtäviini kuului myös lisätarvikkeiden hankinta yhdessä työkaluryhmän kanssa. Yleensäkin pyrin kaikissa eri työvaiheissa olemaan mukana tai ainakin tavoitettavissa.

4.1 Työryhmät

Työryhmät projektin tässä vaiheessa olivat jo jakaantuneet lähestulkoon kuin itsestään sopivin kokoisiksi ja toimiviksi ryhmiksi.

4.1.1 Asennusryhmä

Asennusryhmän tehtävänä oli jatkaa lentokoneen rakentamisen loppuunsaattaminen ja viimeisteleminen, johon kuului muun muassa rungosta jo tehtaalta tulleiden virheellisten niittausten korjaaminen.

Virheellisesti niitatus niitin löydyttyä keskusteltiin mahdollisesta poispo-raamisesta tarkastajien kanssa sekä käytiin läpi niitin vaihtamiseen liittyvät riskitekijät. Vasta edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen voitiin aloittaa niittien vaihdot.

Tämän lisäksi oli perustettu asennusryhmään niin sanottu liimaustyöryhmä, jonka tarkoituksena oli liimata kaikki koneen vetoniittien karojen reiät umpeen. Itsekin kokeilin liimaustyötä ja totesin sen olevan pidemmän päälle raskasta ja vakaata kättä vaativaa tarkkuustyötä. Tämä johtui siitä, että työskentelyasento oli hieman etukumarassa (kuva 17), koska liimauskohteen täytyi näkyä liimattaessa.

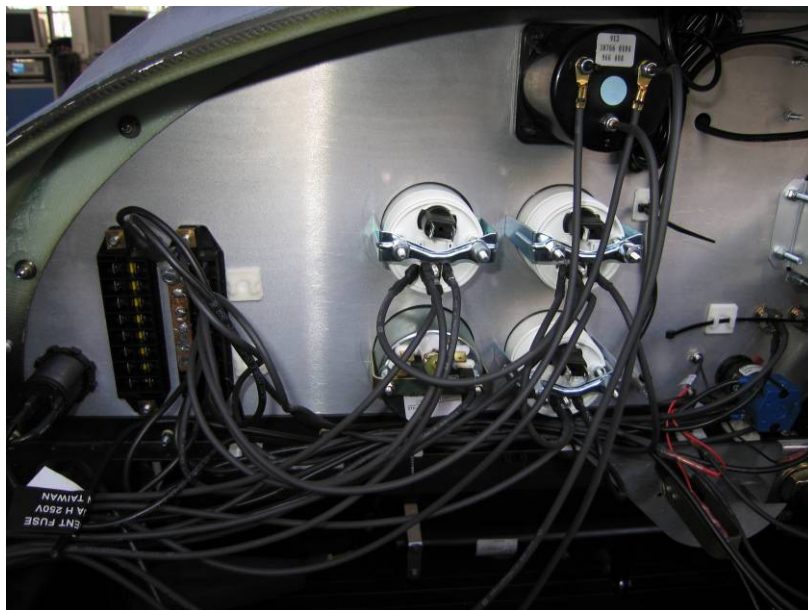


Kuva 17. Jarno Törmänen liimaa ja Ilpo Vuorinen pyyhkii ylimääräisen liiman niitin päältä pois.

4.1.2 Sähköryhmä

Timo Rimpioja ja Oki Koskinen tekivät lentokoneen tarvitsemat sähkötyöt (kuva 18) rehtori Markku Lahtisen suunnitteleman sähkökaavion pohjalta. Laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä ja laboratoriomestari Jukka Vanne avustivat tarvittavien sähkötarvikkeiden ja välineiden hankinnassa. Aluksi sähkötyöiden tekeminen näytti ulkopuolisen henkilön katselukulmasta varsin sekavalta, mutta aikaa myöten siitä tuli erittäin järkevä ja looginen kokonaisuus.

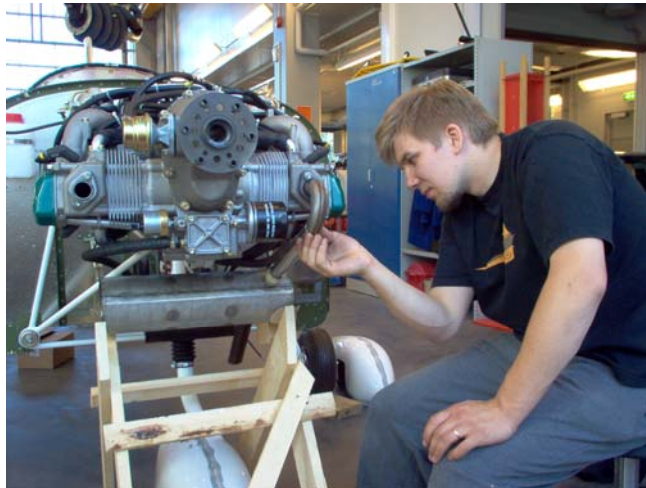
Rimpiojalla ja Koskisella olikin tietävästi aikaisempaa kokemusta lentokoneiden sähköasennuksista, joten tähän lentokoneprojektiin saatiin kaksi lähes ammattimaista lentokonesähköasentajaa. /3/



Kuva 18. Mittariston sähkötyöt näyttivät alkuvaiheessa tältä.

4.1.3 Moottoriryhmä

Mikko Piepposen ensisijaisena tehtävänä oli suunnitella ja toteuttaa moottoriin tuleva parempi pakoputkijärjestelmä (kuva 19). Alkuperäisessä pakoputkijärjestelmässä olevat joustavat verkkoputket korvattiin suorilla jousikiristeisillä helmiliitoksilla. (Kuva 20).



Kuva 19. Mikko Piepponen on sovittamassa pakoputkea paikoilleen moottoriin (Rotax 912 ULS).

Rotax 912 on nelitahtinen, kuivasumppuvoitelulla ja 8 sytytystulpalla (kaksi per sylinteri) varustettu 4-sylinterinen bokserimoottori, jossa on keskikampiakselistä työntötangoilla ohjatut yläpuoliset venttiilit.

Sylinterinkannet ovat vesi- ja sylinterit ilmajäähdytteiset. Sytytys on kaksinkertainen kärjetön. Moottorissa on sähköstartti, vaihtovirtalaturi ja mekaaninen sekä sähköinen polttoainepumppu. Moottori on liukukytkimellä ja alennusvaihteella varustettu.

Moottorin tilavuus on $1,352 \text{ cm}^3$./13/

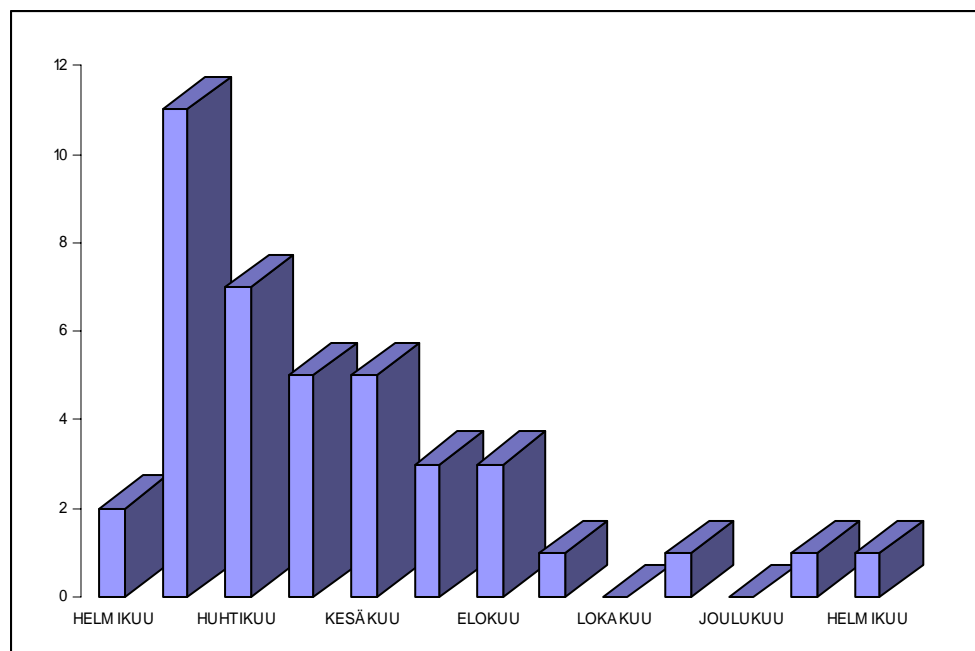


Kuva 20. Jousikiristeinen helmiliitos on ympyröitynä.

4.1.4 Tarkastusryhmä

Tarkastuksia jatkoivat Kari Pehkonen, Tero Långström ja projektin valvoja yliopettaja Heikki Aalto. Ennen kun lentokone katsastettiin, tehtiin yhteenveto kaikista virheraporteista (liite 5), joita lentokoneen valmistuksen yhteydessä oli tullut.

Vaikkakin virheraportteja tehtiin kaiken kaikkiaan 40 kpl, niin täytyy ottaa huomioon, että kaikissa tekemisissä pyrittiin olemaan mahdollisimman tarkkoja ja huolellisia. Tästä syystä kaikista löytyneistä virheistä tehtiin raportti. Jotkin löytyneistä virheistä johtuivat aivan selkeästi Evektorin suunnittelusta tai tuotantotavoista johtuvia. Joka tapauksessa myös edellä mainitut virheet raportoititiin ja niihinkin tehtiin tarvittavat korjaavat toimenpiteet. (Kuva 21).

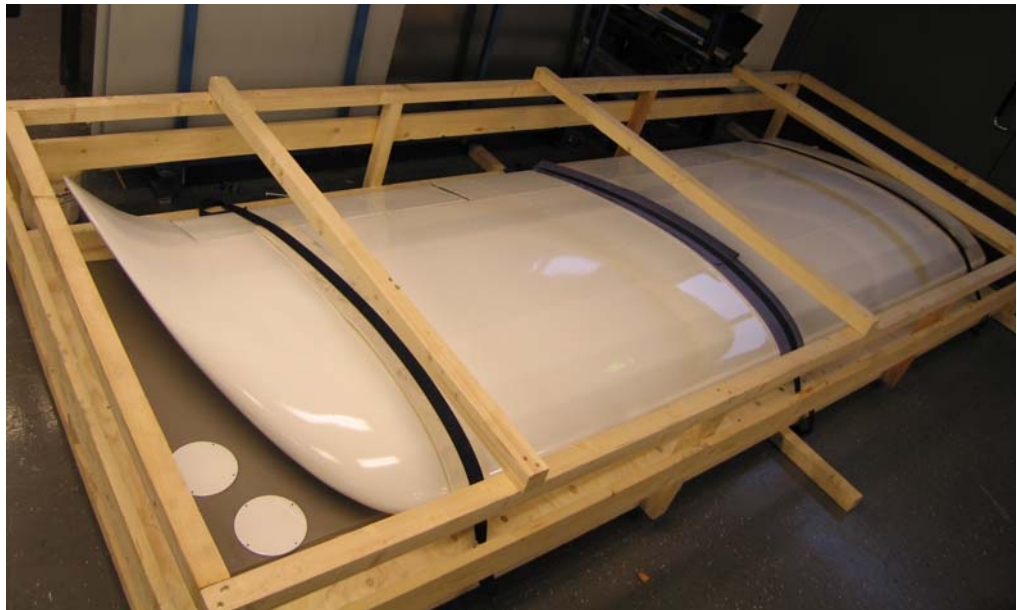


Kuva 21. Kaaviossa esitetty koko rakennusajalta tulleiden virheraporttien jakauma aikavälillä 2005–2006.

4.1.5 Työkalu- ja hankintaryhmä

Työkaluryhmän tehtävänä oli suunnitella ja rakentaa kuljetusalustat siiville ja koneen rungolle. Näitä kuljetusalustoja tarvittiin sekä maalaukseen kuljetukseen että lentokoneen viemiseksi Pirkkalan lentokentälle. Kuljetusalustojen materiaalina käytettiin puuta. (Kuva 22).

Laboratoriomestari Jukka Vanne toimi hankintaryhmän päävastaavana ja hänen tehtäviinsä kuului tarvittavien tilausten tekeminen työkaluryhmän antamien ehdotusten perusteella sekä kuljetuskaluston tilaaminen. Tämän jälkeen työkaluryhmän tehtäväksi jäi materiaalien hakeminen kaupoista.



Kuva 22. Oikean puoleinen siipi kuljetuslaatikossa.

4.1.6 Koelentoryhmä

Koelentoryhmän tehtäviin kuului punnituksen järjestäminen ja katsastuksen tilaaminen jotta saisimme väliaikaisen luvan ilmailuun. Yhteydenpidon Suomen Ilmailuliittoon hoiti rehtori Markku Lahtinen. Hän myös valmisteli ja keräsi kaikki katsastuksessa tarvittavat asiakirjat. Katsastuksen suoritti Jouko Lehikoinen.

Katsastus ei sinällään ollut niinkään vaativa toimenpide. Ajallisesti se kesti noin 2 tuntia. Siihen valmistautuminen eli punnituksen ja siihen kuuluvien toimenpiteiden tekeminen ennen katsastusta oli suuritöinen.

Kone punnittiin kuvan 23 mukaisesti kolmesta pisteestä. Käytössämme oli lentokoneiden punnitukseen hyväksyty digitaalivaaka.



Kuva 23. Lentokoneen punnitus

Vasen päälaskuteline	103,0 kg
Oikea Päälaskuteline	101,0 kg
<u>Nokkapyörän</u>	<u>69,5 kg</u>
Yhteensä	273,5 kg

Katsastaja suoritti lentokoneen tarkistuspunnituksen sekä tarkasti kaikkien liikkuvien osien toimivuuden ja kirjoitti raportin katsastustapahtumasta.

(Kuvat 24, 25).



Kuva 24. Vasemmalla Jari Vuorenmaa, keskellä on katsastuksen suorittanut Jouko Lehikoinen ja oikealla Pauli Rompasaari. Kuvassa olevat asiapaperit käytiin Lehikoisen kanssa läpi aika tarkkaan.



Kuva 25. Katsastaja tarkastaa moottoria ja Rompasaari seuraa toimenpidettä.

Katsastuksen jälkeen voitiin anoa väliaikainen lupa ilmailuun Ilmailuhallinnolta. Asiapaperien kuntoon järjestämisestä vastasi rehtori Markku Lahtinen ja siihen liitettiin seuraavat asiakirjat.

1. Katsastuspöytäkirja.
2. Kopio rakennuspöytäkirjasta.
3. Koelentosuunnitelma. (hakemus 10 tunnin koelento-ohjelmalle).
4. Huolto-ohje.
5. Vakuutustodistus.
6. Yhteenveto virheraporteista. (Liite 5).
7. Kopio rakennusluvasta.(Liite 1).
8. Väliaikainen rekisteröimistodistus.
9. Radiolupa.
10. Punnituspöytäkirja.

Koelentäjinä toimivat rehtori Markku Lahtinen sekä yliopettaja Jaakko Mattila. Koelennoilla mukana olivat opiskelijat Jonne Uusitupa sekä Pauli Rompasaari, jotka tekivät päättötyönsä lentokoneen koelennoista. /4/

Myös itse osallistuin koelentojen suorittamiseen ja seuraavilla kahdella sivulla esimerkki koelentoraportista (kuvat 26–27), joka on tehty kaikista koelennoista. Lento suoritettiin hyvän lentosään vallitessa ja kysymyksessä oli matkalento Tampereelta Poriin ja takaisin.

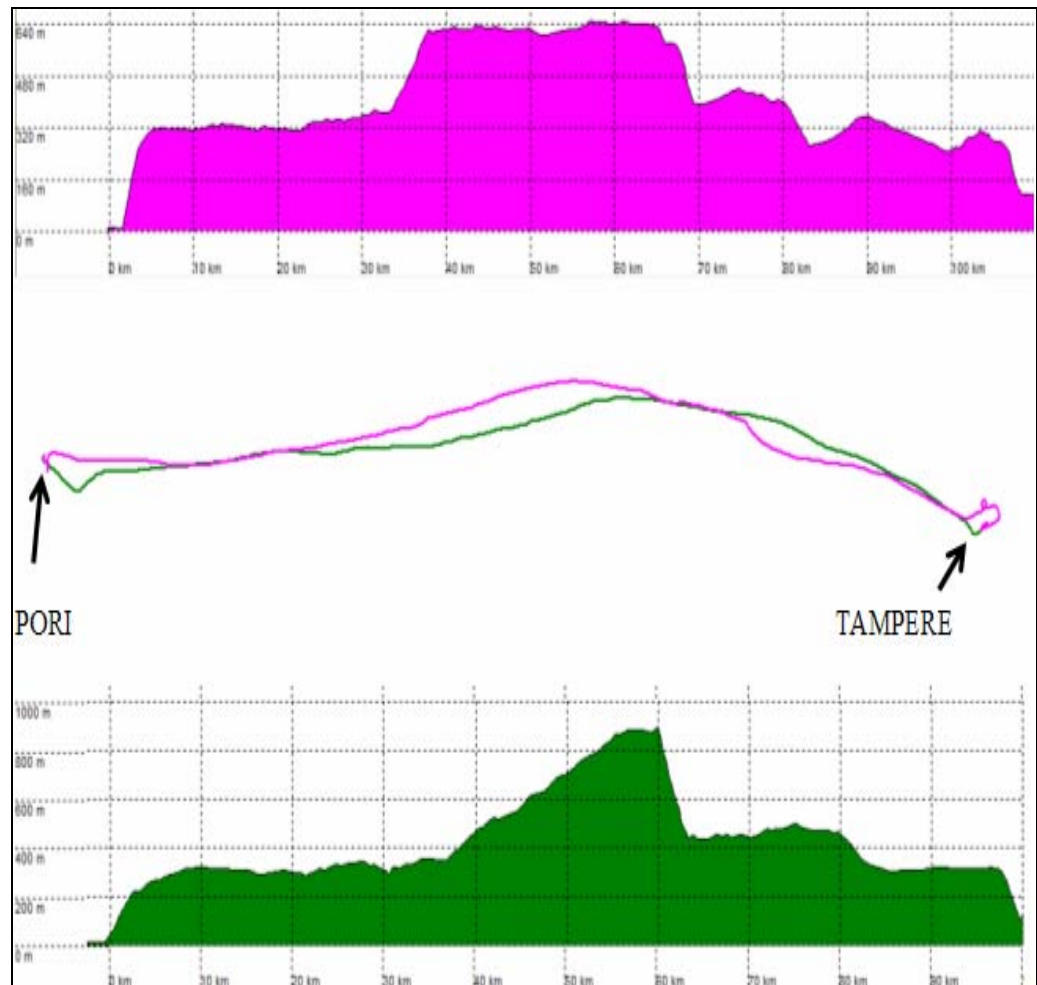
OH-U494		Koekäyttö								
Nro: <u>15-16</u>	Aihe: <u>Polttoaineen kulutus matkalennolla</u>			pvm: <u>4.5.2006</u>						
Lentopaikka: <u>EFTP</u>	kiitorata: <u>24</u>	lähtö: <u>18.50</u>		paluu: <u>19.35</u>						
Lentäjä 1: <u>Markku Lahtinen</u>		Lentäjä 2: <u>Jari Vuorenmaa</u>								
Määräykset:										
tyhjä kone	275	kg	0,27	M	73,43 kgm					
Lentäjä 1	80	kg	0,50	M	40,00 kgm					
Lentäjä 2	65	kg	0,50	M	27,50 kgm					
Polttoaine	22	kg	1,04	M	22,46 kgm					
Muut	0	kg	1,18	M	00,00 kgm					
Yhteensä	442	kg	0,38	M	163,39 kgm					
Painopiste asema: <u>380</u> (250 ... 420 mm)										
Tuuli: <u>250° / 6</u> kts Lämpötila: <u>18 °C</u> QNH: <u>1036 hPa</u>										
Selostus lennosta										
Polttoaineenkulutuksen mittausta varten tankki tyhjennettiin vesibensa liittimen kautta. Ennen lentoa tankattiin 34,5 litraa 98 oktaanista bensiiniä.										
Polttoainemittarin oranssi varoitusvalo syttyy, kun mittari näyttää 'nollaa', ja tankissa on tässä vaiheessa jäljellä polttoainetta noin 8,5 litraa.										
Moottori käynnistettiin 18.45 ja sammutettiin 19.36 (käyntiaika 56 minuuttia)										
Nousu kiitoradalta 24 yksillä laipoilla 18.52										
Matkalento poriin VFR lentona korkeuksilla 1000 ft, 1500 ft, nousu 3000 ft, 1100 ft ja porin CTA:lla 1000 ft.										
Moottorin kierrosluku lähes koko lennon ajan oli 4600 rpm.										
Nousu 1500 → 3000 jalkaan tehtiin parhaan nousun nopeudella 120 km/h, jolloin nousunopeus oli parhaimmillaan noin 7 m/s.										
Lasku EFPO 19.34.										
Kokonaislentoaika 42 minuuttia.										
Porista lähdettäessä QNH 1037 lämpötila 17 astetta lähes tyyntä.										
Käynnistys 20.10										
Nousu kiitotieltä 35 EFPO klo. 20.18										
Nopeusmittarin näyttämät matkalennolla eri kierroksilla 2000 ft korkeudessa:										
Rpm:	4000	4200	4400	4500	4600	4800	5000	5200	5400	5600 - 5800
Km/h	137	140	150	162	165	172	185	190	200	210
Öljypaine noin	3,5-4 bar									
Öljyn lämpötila	110 astetta									

Kuva 26. Raportti 1/1.



OH-U494	Koelento kortti
CHT lämpötila 95 astetta	
Lasku EFTP kiitotie 24 klo. 20.59	
Moottori sammutettiin klo. 21.05	
Kokonaislentoaika: 41 minuuttia	
Moottorin käyntiaika: 55 minuuttia	
Lennon jälkeen polttoainetankki tyhjennettiin samassa paikassa (koneen asento) kuin ennen lentoja.	
Polttoaineenkulutus näillä kahdella	
Polttoainetta kului yhteensä	18,1 litraa
Kokonaiskäyntiaika oli yhteensä	111 minuuttia
Lentoaika oli yhteensä	83 minuuttia
Kulutus laskettuna moottorin käyntiajalle (rullaukset ja lämmityskäyttö huomioiden)	10 litraa tunnissa
Kulutus laskettuna lentoajalle	13 litraa tunnissa
<hr/>	
lentäjien kuittaukset:	
lentäjä 1: _____ lentäjä 2: _____	

Kuva 27. Raportti 1/2. Tällainen raportti kirjoitettiin matkalennosta Tampereelta Poriin ja takaisin.

Mainitussa raportissa minut on laitettu toiseksi lentäjäksi, mutta todellisuudessa olin mukana vain matkustajana koska koelennon aikana tehtäviä koelentoliikkeitä on suhteellisen vaikea kirjata ylös. Tosin nämä tiedot saatiin myös GPS-navigaattorista talteen (kuva 28 s.27) mutta sen luotettavuudesta ei ole takeita.



Kuva 28. Kaavio GPS-navigaattorista saatiin tämän näköiset lentotiedot.

Väri	Lentosuunta
	Pori — Tampere
	Tampere — Pori

Ehkä jonakin päivänä navigaattorit toimivat pienkoneiden niin sanottuina ”mustina laatikkoina”, koska nämä laitteet taltioivat kaiken muun paitsi puheen lentokoneen ohjaamosta.

4.2 Esittely

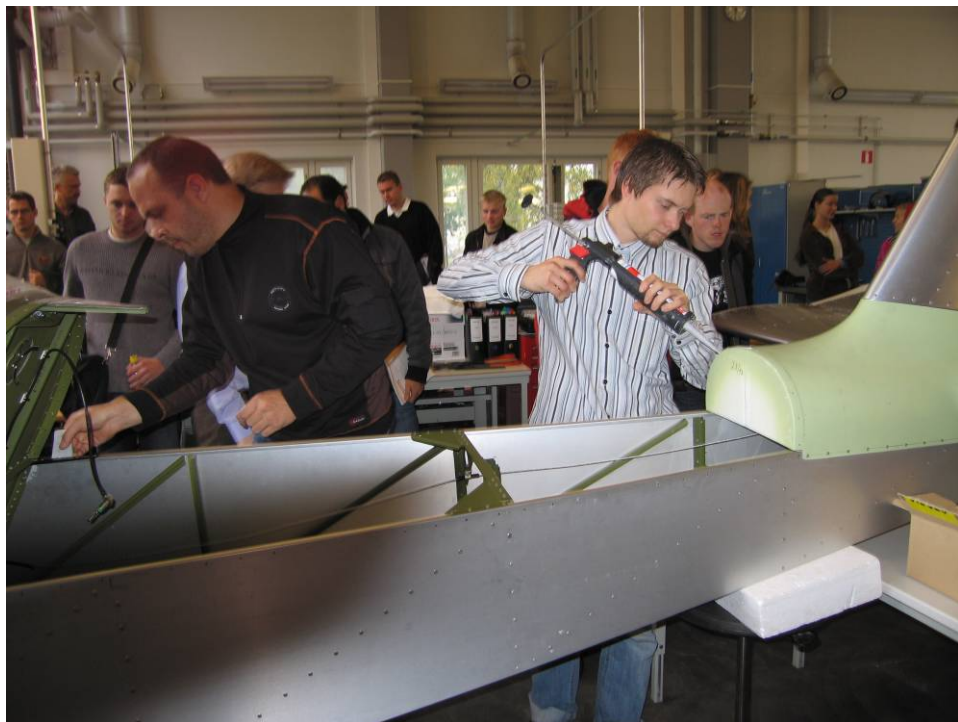
Lentokonetta on eri rakennusvaiheissa esitelty erilaisissa tilaisuuksissa ja nämä tilaisuudet ovat kuin huomaamatta luoneet lentokoneelle aikataulutuksen, jonka avulla vietiin rakennusprojektia eteenpäin. Alla on lueteltu muutamia esittelytapahtumia matkan varrelta.

Esittelytilaisuus uusille opiskelijoille (Kuva 29 s.29)	25.8.2005
Alumdri -tapahtuma (Kuva 30 s.29)	30.9.2005
Moottorin koekäyttö (Kuvat 31–32 s.30)	4.11. ja 16.11.2005
Valmiin lentokoneen esittely sponsoreille	18.1.2006
Valmiin lentokoneen esittely opiskelijoille (Kuva 33 s.30)	19.1.2006
AVO in Future -messut Tampereella pirkkahallissa (Kuva 34 s.31)	25.1. – 27.1.2006
Neitsytlento Pirkkalan lentokentällä (Kuvat 35–36 s.32)	23.4.2006

Esittelytilaisuuksien kuvat



Kuva 29. Esittelytilaisuus uusille opiskelijoille 25.8.2005.



Kuva 30. Alumdri -tapahtuma.

Esittelytilaisuuksien kuvat



Kuvat 31–32. Moottorin koekäyttö 4.11.2005.



Kuva 33. Valmiin lentokoneen esittely opiskelijoille.



Kuva 34. Avo in Future -messut pirkkahallissa olivat suorastaan menestys, kyselijöitä ja katselijoita lentokoneen ympärillä riitti.

Julkiisuus

Myös julkinen sana on kiitettävällä mielenkiinnolla kirjoittanut lentokoneprojektin etenemisestä. Alla luettelo lehdistä ja koska projektia käsittelevät artikkelit ovat ilmestyneet.

AAMULEHTI	10.2.2005	26.1.2006	23.4.2006
SIIVET	3/2005	>>	3/2006 jatkuu..
EUROPÖRSSIN METALLI	8/2005		
impulssi	a1/06		
INSU	2/2006		

Julkinen ensilento näkyi myös televisiosta.

TV 4	27.4.2006 (Nelosen uutiset)
------	-----------------------------

4.3 Ensilento

Ensilennot suoritettiin kahdessa osassa Pirkkalan lentokentällä. Ensimmäinen suoritettiin ilman suurempia etukäteistietoja eli siitä ei kerrottu muille kuin ilmailukerhon johtokunnalle ja koelentoryhmälle. Ensimmäisen koelennon suorittivat Markku Lahtinen ja Jaakko Mattila. (Kuvat 35–36).

Toinen ensilento eli niin sanottu ”neitsylento” suoritettiin siten, että paikalla oli lehdistön (Aamulehti, Siivet) edustajat sekä TV-nelosen uutiskuvaajat. Lentopaikalle oli myös kutsuttu Tampereen ammattikorkeakoulun ilmailukerhon johtokunta kokonaisuudessaan sekä muutama rakentamiseen osallistunut oppilas.

Tämä erikoinen järjestely suoritettiin siitä syystä, että koelentäjillä ei olisi turhia paineita koelennon suorittamisessa. Yleinen sääntö koelento-ohjelmissa on, että itse koelento on jo riski ja toista riskiä ei saisi ottaa.



Kuvat 35–36. Neitsylento Pirkkalan lentokentällä 23.4.2006

5 YHTEEVETO

Tähän projektiin osallistui opiskelijoita kolmelta eri vuosikurssilta, joista ensimmäiset valmistuivat jo v. 2005 insinööreiksi. Muun muassa tästä syystä projektissa mukana olevien rakentajien lukumäärä pieneni koneen valmistumisen myötä. Myös koneeseen tehtävien töiden määrän väheneminen aiheutti tekijöiden lukumäärän pienenemisen. Tämä johtui siitä tosiasiasta että tehtävät viimeistelytyöt vaativat lähes järjestäen jo aikaisempaa kokemusta tähän projektiin osallistumisesta.

Uusia töitä joissa työtehtävä opeteltiin uudestaan tuli vain muutama ja näihin töihin pääsi muutama meitä seuraavan vuosikurssin opiskelija mukaan.

Aikataulu

Ensimmäisen alustavan aikataulun mukaan koneen toivottiin lentävän jo kesällä 2005. Nyt saavutettua tulosta, jossa kone noin 5000 työtunnin jälkeen lensi ensilentonsa keväällä 2006 voidaan kuitenkin pitää hienona saavutuksena.

Tämänkin projektin onnistuneelle läpiviennille oli ratkaisevaa viiden opiskelijan kesän 2005 täysipäiväinen rakentaminen.

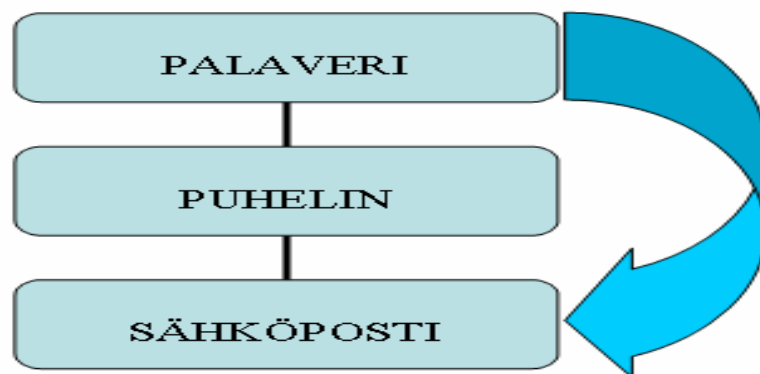
Tulevaisuuden lentokoneen rakennusprojekteja silmällä pitäen olisikin syytä pitää jalat tukevasti maan pinnalla, sillä lentokoneen rakentamisesta niin sanottu raakarakentaminen on vain osa kokonaisuutta eikä edes välttämättä se suurin osa.

Organisaatio

Kaiken kaikkiaan organisaatio toimi näissä olosuhteissa — opiskelun ohella — erinomaisesti. Kaikki projektiin osallistuneet kykenivät tarvittaessa antamaan oman panoksensa ja venyttämään päiväänsä.

Parhaiten projektiin osallistuneet henkilöt sai kiinni tarvittaessa puhelimella mutta paras tapa erilaisten asioiden ja tapahtumien informoimisessa oli kertoa asioista kasvotusten. Kasvotusten siitä syystä että myös palaute oli välitöntä ja asiat tulivat kaikille selväksi. Puhelimitse yhteyttä käytettiin vain sellaisissa tapauksissa joissa ei kannattanut ajallisista tai taloudellisista syistä keskustella henkilöiden kanssa kasvotusten.

Lopuksi palavereista tehtiin joissakin tapauksissa sähköpostitiedote. (Kuva 31).



Kuva 37. Työtapa tarvittavien asioiden informoimisessa tekijöille.

Lentokonetta rakennettiin useiden eri opiskelijoiden kanssa ja tästä syystä pidettiin projektipalavereita joissa määriteltiin yhdessä pohtien, miten jokin työvaihe tehdään, missä järjestyksessä olisi helpoin tapa tehdä ja minkälainen aikataulu kullekin opiskelijalle parhaiten sopisi.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

1. Bengtström Torbjörn, Ultrakevytlennon-moottoripurjelennon oppikirja, 1.painos. Suomen ilmailuliitto ry. Experimental- ja ultrakevyttoimikunta 2005.

Painamattomat lähteet

2. Kristian Ansaharju, Eurostar basic kitin rakentamisen organisointi ja johtaminen. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Koneosasto. Tampere 2005. 51 s. + 20 liites.
3. Lahtinen, Markku – Rompasaari, Pauli – Uusitupa, Jonne, Ohjaajan lento- ja käyttöohjekirja OH-U494. Tampereen ammattikorkeakoulu 1.3.2006.
4. Rompasaari, Pauli – Uusitupa, Jonne, Koelentosuunnitelma Eurostar EV-97. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Koneosasto. Tampere 2006.
5. Eurostar EV-97 projektikokoukset.
6. Tampereen ammattikorkeakoulun ilmailukerhon kokoukset.
7. Vierinen, Jari, Patrian edustaja. Asiantuntija-avun antaminen 27.4.2005. Tampereen ammattikorkeakoulu.
8. Ilvonen, Raimo, Ilmailuharrastaja. Rakentamisen opastaminen 2005–2006. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Sähköiset lähteet

9. Ilmailuhallinnon kotisivut:
www.ilmailuhallinto.fi/muutostyoluvat
www.ilmailuhallinto.fi/files/lth/palvelut_pdf/harrasterak_rak_muutos.pdf
www.ilmailuhallinto.fi/tietopalvelu/FI/hyv_ilma-alustyyppit/hyv_ilma-alustyyppit_ultrakevyet.html
10. Evektor-Aerotechnikin kotisivut:
www.evektor.cz/at/en/products.htm
11. Sähköpostikysely kaikille projektiin osallistuneille. (Liite 6.).

12. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Experimental-lentokone>
13. <http://www.kodiakbs.com/engines/912ULS.htm>

LIITTEET

- 1 Rakennuslupa
- 2 Tarkastuksen ohjeet
- 3 Virheraportointi-kaavake
- 4 Projektin organisaatiokaavio 2006
- 5 Virheraporttiluettelo
- 6 Sähköpostikysely
- 7 Rakenteelliset mitat

Kuvaluettelo

Kuva 28. Kuvaaja Anne Autio, Avo in future-messut, kuvaaja on antanut luvan liittää kuvat mukaan tutkintotyöhön.

Kuvat 30 ja 31. Kuvaaja Ville Tuokko, Siivet-lehti, kuvaaja on antanut luvan liittää kuvat mukaan tutkintotyöhön.

Muut kuvat ovat projektikansiosta ja liitetty tutkintotyöhön Tampereen ammattikorkeakoulun luvalla.

Kuva 1. Kuvassa rekan kyydissä ollutta runkoa otetaan alas.

Kuva 2. Osat ovat hyvässä järjestyksessä odottamassa esille ottoa.

Kuva 3. Etummaisella pöydällä vasen siipi, taaempänä on oikean puolen siipi ja takana runko.

Kuva 4. Kuvassa vasemmalla Jonne Uusitupa asentaa kierretankoa ja Kristian Ansaharju tarkastaa kiinnitykset pitävyyttä.

Kuva 5. Maria Ikonen on niittaamassa ensimmäistä pintalevyä kiinni.

Kuva 6. Oikean puolen siipi on edessä ja vasen takana.

Kuva 7. Aputyöväline koostui suorista puista ja levyistä.

- Kuva 8. Oikean siiven laskusiiveke (1.) ja ohjaussiiveke (2.) ovat asennettuna paikoilleen.
- Kuva 9. Trimmingvirheen korjaus, (1) trimmattiin materiaalia pois ja (2) tehtiin tukilevyn päälle.
- Kuva 10. Lähes valmis peräsin vain tukilevy ja trimmilaippa niittaamatta.
- Kuva 11. Vasta projektihuoneeseen kannettu runko on kuljetusmuoveissa.
- Kuva 12. Polttoainetankki lähes paikoillaan, tämän jälkeen tankki irrotettiin vielä monta kertaa.
- Kuva 13. Nokkapyörän teline on paikoillaan.
- Kuva 14. Mittaritaulu asennettuna ja lattialla näkyy myös polkimet.
- Kuva 15. Raporttiin kirjoitettiin heti huomatu kohdat ja keskustelujen jälkeen saatettiin muita asioita vielä lisätä.
- Kuva 16. Organisaatiokaaviossa esitetyt ryhmätehtävät eivät olleet lopullisia vaan suuntaa antavia ja olikin suotavaa, että kaikki osallistuivat mahdollisuuksiensa mukaan myös muihin tehtäviin. Koelentäjinä ovat Jaakko Mattila sekä kaaviosta poiketen Markku Lahtinen.
- Kuva 17. Jarno Törmänen liimaa ja Ilpo Vuorinen pyyhkii ylimääräisen liiman niitin päältä pois.
- Kuva 18. Mittariston sähkötyöt näyttivät alkuvaiheessa tältä.
- Kuva 19. Mikko Piepponen on sovittamassa pakoputkea paikoilleen moottoriin (Rotax 912 ULS).
- Kuva 20. Jousikiristeinen helmiliitos on ympyröitynä.
- Kuva 21. Kaaviossa esitetty koko rakennusajalta tulleiden virheraporttien jakauma aikavälillä 2005–2006.
- Kuva 22. Oikean puoleinen siipi kuljetuslaatikossa.
- Kuva 23. Lentokoneen punnitus.
- Kuva 24. Vasemmalla Jari Vuorenmaa, keskellä on katsastuksen suorittanut Jouko Lehikoinen ja oikealla Pauli Rompasaari. Kuvassa olevat asiapaperit käytiin Lehikoisen kanssa läpi aika tarkkaan.
- Kuva 25. Katsastaja tarkastaa moottoria ja Rompasaari seuraa toimenpidettä.

Kuva 26. Raportti 1/1.

Kuva 27. Raportti 1/2. Tällainen raportti kirjoitettiin matkalennosta Tampereelta Poriin ja takaisin.

Kuva 28. Kaavio GPS-navigaattorista saatiin tämän näköiset lentotiedot.

Kuva 29. Esittelytilaisuus uusille opiskelijoille 25.8.2005.19.

Kuva 30. Alumdri – tapahtuma.

Kuvat 31–32. Moottorin koekäyttö 4.11.2005.

Kuva 33. Valmiin lentokoneen esittely opiskelijoille.

Kuva 34. Avo in Future messut pirkkahallissa olivat suorastaan menestys, kyselijöitä ja katselijoita lentokoneen ympärillä riitti.

Kuvat 35–36. Neitsytlento Pirkkalan lentokentällä 23.4.2006.

Kuva 37. Työtapa tarvittavien asioiden informoimisessa tekijöille.



Päivämäärä
02. 02. 2005

Dnro
4/62/05

TMAK Ilmailukerho ry/ pj. Jaakko Mattila
Teiskontie 33
33520 Tampere

14 2 2005
1573 5139 2005

Viite hakemuksenne 8.12.2004

ILMA-ALUKSEN RAKENNUSLUPA

Hakemukseenne viitaten myönnetään Teille lupa rakentaa ultrakevyt lentokone EV-97 Eurostar, Model 2000, Version R.

Rakennuslupa on voimassa edellyttäen, että rakennustyö tehdään niiden piirustusten ja rakennusohjeiden mukaisesti, jotka on laatinut Evektor Aerotechnic, a.s.

Rakennustyön valvojana toimii Heikki Aalto

Muutoin on noudatettava liitteenä olevien ilmailumääräysten vaatimuksia.

Lupa on voimassa ^{28.} 2.2.2010 saakka.

Erityisvaatimukset:

Jaostopäällikkö


Ari Vahtera

Tarkastaja


Hannu Martikainen

LIITTEET: AIR M1-5, AIR M5-2, AIR M5-10 ja OPS M2-8
TIEDOKSI: SIL ry, Helsinki-Malmin lentoasema, 00700 HELSINKI
Heikki Aalto, Teiskontie 33, 33520 Tampere

Postiosoite
PL 50
01531 Vantaa

Puhelin
(09) 82 771
+358 9 82 771

Telekopio
(09) 8277 2499
+358 9 8277 2499

Sähköposti
lentoturvallisuushallinto@fcaa.



ILMAILULAITOS
LENTOTURVALISUUSHALINTO

**HARRASTERAKENTEISEN ILMA-ALUKSEN RAKENNUS- /
MUUTOSTYÖLUPAHAKEMUS**

Ilmailumääräyksiin AIR M5-1 ja AIR M5-2 viitaten haen ilma-aluksen rakennus-/muutostyölupaa alla olevien tietojen mukaisesti.

1. RAKENNETTAVA / MUUTETTAVA ILMA-ALUS (Hakija täyttää)

Tyyppi / Malli EV-97, Model 2000, Versio R		
<input type="checkbox"/> Lentokone	<input type="checkbox"/> Purjelentokone	<input type="checkbox"/> Helikopteri
<input checked="" type="checkbox"/> Ultrakevyt lentokone	<input type="checkbox"/> Moottoripurjekone	<input type="checkbox"/> Autogiro
<input type="checkbox"/> Itse suunniteltu	<input type="checkbox"/> Suuri muutostyö (ilma-alus Exp. luokkaan)	Muu..
<input type="checkbox"/> Rakennetaan piirustuksista	<input type="checkbox"/> Muutostyö Exp. Ilma-alukseen	
<input checked="" type="checkbox"/> Rakennetaan rakennussarjasta	<input type="checkbox"/> Rakennusluvan muutos	
<input type="checkbox"/> Vanhan ilma-aluksen uudelleenrakennus	<input type="checkbox"/> Muu ...	
<input checked="" type="checkbox"/> Kolmitahokuva päämääräinen liitteenä (toimitettava kaikissa hakemuksissa)		

Ilma-alus rakennetaan rakennussarjasta

Rakennussarjan valmistaja / toimittaja Evektor Aerotechnic, a.s.	Rakennussarjan No. 2005 2402
---	---------------------------------

Ilma-alus rakennetaan valmiiden piirustusten mukaan

Suunnittelija / piirustusten toimittaja	Piirustussarjan No.
Piirustussarjan viimeisin muutospäivämäärä	(Revisioaste)

Ilma-alus tai muutostyö on itse suunniteltu tai on ensimmäinen laatuaan Suomessa

Lisätietoja
Liitteet: <input type="checkbox"/> Paino- ja painopistearvio <input type="checkbox"/> Lujuustarkastelu <input type="checkbox"/> Suorituskykyarvio <input type="checkbox"/> Valmistuspiirustukset <input type="checkbox"/> Selvitys vakavuudesta <input type="checkbox"/> Muu...

Päätiedot ilma-aluksesta

Paikkaluku (ohjaaja mukaanlukien)	[kpl]	2	Rakenne: <input type="checkbox"/> Puu <input type="checkbox"/> Lujitemuovi <input type="checkbox"/> Sekarakenne (putki / kangas) <input checked="" type="checkbox"/> Metall <input type="checkbox"/> Muu...
Moottorin tyyppi / malli	Rotax ULS 912		
Moottorin teho / pyörimisnopeus	[kW/n]	72/5500	
Potkurin halkaisija / nousu	[cm/cm]	170 / 15 ^o	
Tyhjämassa	[kg]	275	
Suurin lentoonlähtömassa	[kg]	450	
Max. Polttoainemäärä	[l]	65	
Suurin sallittu nopeus (VNE)	[km/h]	225	
Liikehtimisnopeus (VA)	[km/h]	160	
Sakkausnopeus laskuasussa (VS0)	[km/h]	65	
Kuormituskertoimet		+ 4 - 2	

Lisätietoja

Rakennettava ilma-alus tehdään Tampereen ammattikorkeakoulun Ilmailukerho ry:n toimesta. Projekti tehdään merkittävältä osalta kerholaisten opiskelijatyönä osana heidän lentokonetekniikan opintojaan.

Tämä hakemus on toimitettava lausuntoa varten: Suomen Ilmailuliitto r.y. Experimental keskuustoimikunta, Helsinki-Malmin Lentoasema, 00700 Helsinki, joka toimittaa sen edelleen lausunnollaan varustettuna Ilmailulaitokselle.

2. RAKENTAJA (Hakija täyttää)

Nimi TAMK Ilmailukerho ry / pj. Jaakko Mattila	Postinumero 33520	Ammatti Yliopettaja
Jakeluosoite Teiskontie 33		Postitoimipaikka Tampere
Puhelin (koti) 0400 257428	03 2647313	Telefax 03 2647211

Koulutus, ilmailu- ja lentokoneenrakennuskokemus

Insinööri koneenrakennus, DI tuotantotalous, Lentokoneapumekaanikko res., Lentokonemekaanikkokurssi 7 res,
Lentokokemus: PPL(A) 432h, Mittariaika 10h, GPL 5h, MPGL 65h
Kelpuutukset: NF(A), SE piston (land), SE piston (sea), TOW, CVFR suoritettu, Punnitsijakelpuutus GPL, MGPL Teoriaopett. MGPL
Experimental rakennuskokemusta Lerche projekti OH-496X, osin mukana VP-1 projektissa

3. RAKENNUSPAIKKA (Hakija täyttää)

Rakennustilat Tampereen ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratiotilat		
Jakeluosoite Teiskontie 33	Postinumero 33520	Postitoimipaikka Tampere

4. VALVOJA (Valvoja täyttää)

Nimi Heikki Aalto	Postinumero 33520	Ammatti Yliopettaja / koneosaston johtaja
Jakeluosoite Teiskontie 33		Postitoimipaikka Tampere
Puhelin (koti) 050 5553110	Puhelin (toimi) 03 2647300	Telefax 03 2647211

Koulutus, ilmailu- ja lentokoneenrakennuskokemus

DI Lentokonetekniikka 1971
Valmet Oy Ilmailuteollisuuden kehitysosasto 1971
TAMK Konetekniikan koulutusohjelman ja lentokonetekniikan linjanjohtaja
Pirmec Rakenne Oy Lentokonerakenteiden suunnittelua ja modifointia

Pvm 8.12.2004	Paikka TAMPERE	Valvojan allekirjoitus <i>Heikki Aalto</i>
------------------	-------------------	---

5. LUVAN HAKIJAN ALLEKIRJOITUS (Hakija täyttää)

Pvm 8.12.2004	Paikka TAMPERE	Hakijan allekirjoitus <i>Jaakko Mattila</i>
------------------	-------------------	--

6. EKT:N LAUSUNTO (EKT täyttää)

<input type="checkbox"/> Puoltava <input type="checkbox"/> Ehdollinen <input type="checkbox"/> Ei puolla	Lisäselvitykset
Pvm	Paikka
EKT:n psta	

7. ILMAILULAITOKSEN PÄÄTÖS (ILL täyttää)

Lupa <input type="checkbox"/> Myönnetty <input type="checkbox"/> Evätty	Pvm	No.
---	-----	-----

Entyischdot

Tarkastajat:
 1. Jari Vuorenmaa
 2. Kari Pehkonen
 3. Tero Långström

Puh.
 XXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXX
 XXXXXXXXXX

2.5.2006

Tarkastuksen ohjeet

Osa-alueiden vastaavat:

Ennen työvaiheiden alkua pidetään osa-alueen vastaavan kanssa palaveri jossa käydään työvaihe noin suurin piirtein läpi ja päätetään seuraavista asioista:

- Osa-alueen vastaavan tarkastusalueet esim.
 - alakokoonpanot
 - alakokoonpanojen liittäminen isompaan kokoonpanoon
- Tarkastajien tarkastusalueet.

Huom. Loppujen lopuksi tarkastaja kuitenkin tarkastaa kaikki vaiheet.

Valmistus:

1. Tarkasta että löytyy oikeat kuvat ja kuvien mukaiset osat
2. Suunnittele miten työtehtävä olisi parhaiten suoritettavissa
 - esim. aikataulu, kuka tekee mitä tekee
3. Katso että tarvittavat työkalut löytyvät
4. Keskustelkaa ja päättäkää etukäteen mitä teette
5. Reikien teossa otettava huomioon:

Niitin koko:	Satiaisen väri	Poranterän koko:
3/32" (2,4 mm)	Sininen/ruskea	#40
1/8" (3,2 mm)	Punainen	#30
5/32" (4,0 mm)	Keltainen	#21
3/16" (4,8 mm)	Vihreä	#11

	Niitin merkintä	Varren halkaisija	Suosittelava porareian halkaisija [mm]
AVEX - sokkomiitti	1604-0412	3,2	3,3-3,4
	1691-5307	3,0	3,1-3,3
	1691-0410	3,2	3,3-3,5
	1691-0414	3,2	3,3-3,5
	1691-0512	4,0	4,1-4,3
	1691-0516	4,0	4,1-4,3
	1691-0521	4,0	4,1-4,3
Standardi niitti	~	2,6	2,7-2,8
	~	3,0	3,1-3,3
	~	3,5	3,6-3,7
	~	4,0	4,1-4,3



Tarkastajan nimi:	Opiskelijanumero:	Päivä:
-------------------	-------------------	--------

Tekijän nimi:	Opiskelijanumero:	Päivä:
---------------	-------------------	--------

Havaittu vika ja sen sijainti:

Vioittuneiden osien nimet ja numerot:

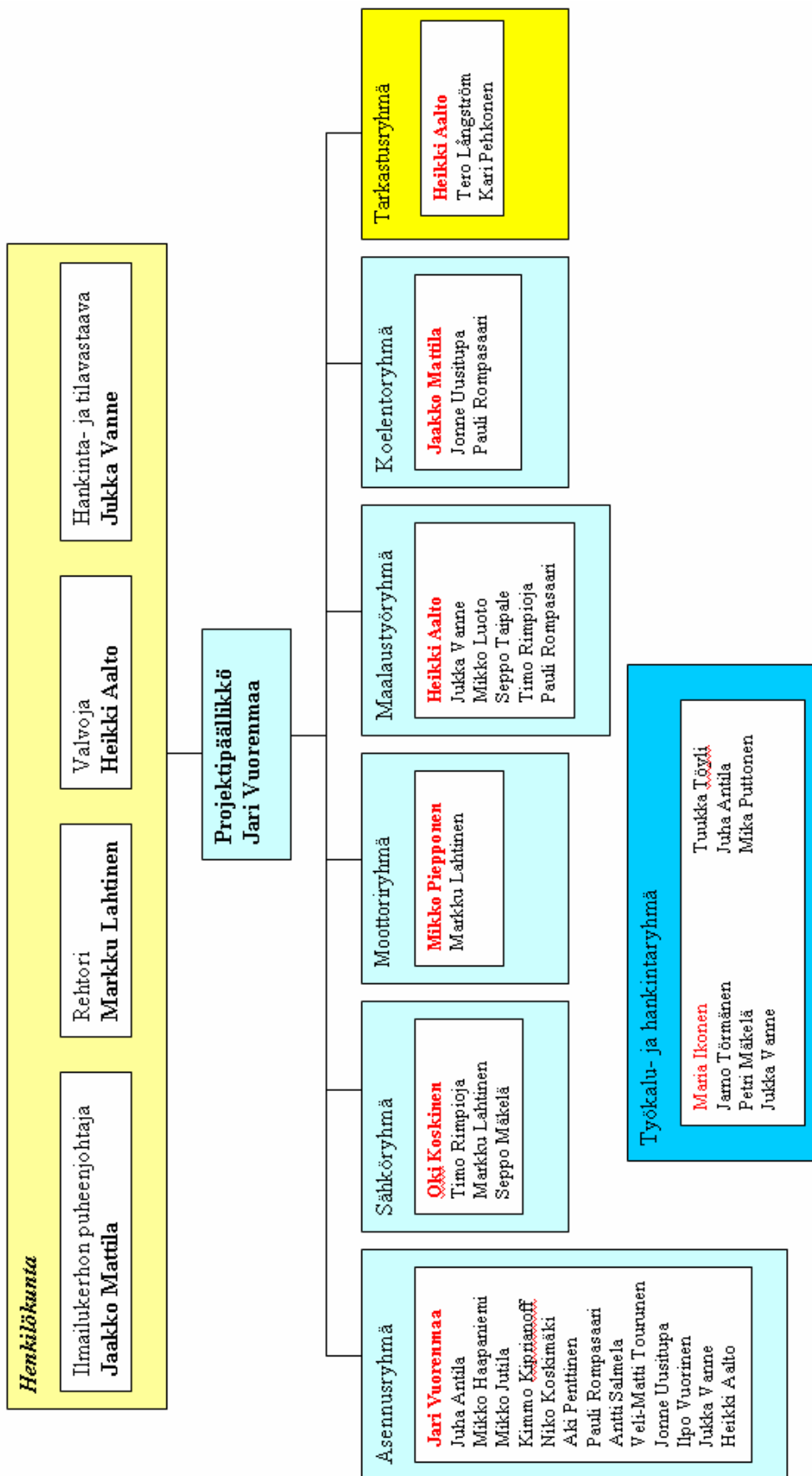
Vian muoto. Piirrä ja/ tai ota valokuva ja liitä mukaan.
--

Korjausehdotus: _____

Korjausohje: _____

Hyväksynyt/ tarkastanut:	Paikka ja aika:
--------------------------	-----------------

Projektin organisaatiokaavio 9/2005 — 4/2006



Vikaraportin nro:	pvm.	Otsikko	versio	1
1	04.02.2005	Kuljetusvaurio sivuvakain		
2	04.02.2005	Kuljetusvaurio rungontaka osa		
3	02.03.2005	Rungon jäykisteiden niittaus		
4	02.03.2005	Siivenkaareen niittauksen reunaetäisyys		
5	08.03.2005	Siipikaarien niittaus		
6	08.03.2005	RH siiven etukaaren niittauksen reunaetäisyys		
7	08.03.2005	LH siiven etukaaren niittauksen reunaetäisyys		
8	14.03.2005	LH siiven 1. kaaren niitin reikä soikea		
9	15.03.2005	Ohjaussauvan liikkeet		
10	15.03.2005	Ohjaustangon kiinnitys kaareen		
11	15.03.2005	Ohjaustangon tuen niittauksen reunaetäisyys		
12	24.03.2005	LH Ohjaus siivekkeen etureunassa soikeita reikiä		
13	30.03.2005	RH ohjussiivekkeen kaaren väärä paikoitus		
14	05.04.2005	Rungon takaosassa lommoja		
15	05.04.2005	Polkimien kiinnityslistan ruuvien reikien reunaetäisyys		
16	05.04.2005	RH/LH siipien etukaaren niittien reunaetäisyys		
17	08.04.2005	LH ohjussiivekkeen 1. kaaren ja ohjaustangon korvakkeen niitin reunaetäisyys		
18	15.04.2005	LH laskusiivekkeen saranan niitinreikä soikea		
19	21.04.2005	RH laskusiivekkeen saranan niitinreikien reunaetäisyys		
20	21.04.2005	LH laskusiivekkeen saranan niitinreikien reunaetäisyys		
21	10.05.2005	Sivuvakaimen alasaranan mitoitus		
22	17.05.2005	LH siiven pitotputken kiinnitys reikä soikea		
23	17.05.2005	LH siiven alapinnan 7.takakaaren niitin reunaetäisyys		
24	26.05.2005	Sivuvakainen yläosan virheellinen trimmaus		
25	27.05.2005	RH siiven alapinnan 10.takakaaren niitin reunaetäisyys		
26	03.06.2005	RH siiven yläpinnan 7.keskikaaren niitin reunaetäisyys		
27	08.06.2005	LH siiven yläpinnalla virheellinen poraus		
28	14.06.2005	RH/LH siivekkeen saranan paikoitus		
29	20.06.2005	Nokkakuomun kiinnitys reikä ylä		
30	27.06.2005	Nokkakuomun kiinnitys reikä ala		
31	15.07.2005	RH/LH siiven takareuna kiinnityksen paikoitus		
32	19.07.2005	LH siiven pirtalevyyn ylimääräinen reikä		
33	29.07.2005	LH siiven takareunan kiinnitys korvaavilla niiteillä		
34	12.08.2005	LH siipi murtuma kiinnitysniitin alla ohjaussuivekkeen ja kärkioasan välinen alue		
35	19.08.2005	RH laskusiivekkeen säätäminen		
36	31.08.2005	LH siiven ja rungon muutosuoja		
37	07.09.2005	Korkeusvakaajan kiinnitys		
38	04.01.2006	Turvavöiden kiinnitys		
39	15.02.2006	Oikean siiven kärkiosa		
40	04.11.2005	Kaasuvaajerin vaurioituminen		

Kohde	Vikarap.nro:	pvm.	Otsikko	versio	1
Runko					
	37	07.09.2005	Korkeusvakaajan kiinnitys		
	1	04.02.2005	Kuljetusvaurio sivuvakain		
	2	04.02.2005	Kuljetusvaurio rungontakaaosa		
	15	05.04.2005	Polkimien kiinnityslistan ruuvien reikien reunaetäisyys		
	29	20.06.2005	Nokkakuumunkiinnitys reikä ylä		
	30	27.06.2005	Nokkakuumunkiinnitys reikä ala		
	38	04.01.2006	Turvavöiden kiinnitys		
Siivet					
	16	05.04.2005	RH/LH siipien etukaaren niittien reunaetäisyys		
	28	14.06.2005	RH/LH siivekkeen saranan paikoitus		
	31	15.07.2005	RH/LH siiven takareunan kiinnityksen paikoitus		
Vasen siipi					
	36	31.08.2005	LH siiven ja rungon muotosuoja		
	7	08.03.2005	LH siiven etukaaren niittauksen reunaetäisyys		
	8	14.03.2005	LH siiven 1. kaaren niitin reikä sokea		
	12	24.03.2005	LH Ohjaus siivekkeen etureunassa sokeita reikiä		
	20	21.04.2005	LH laskusiivekkeen saranan niitinreikiä reunaetäisyys		
	18	15.04.2005	LH laskusiivekkeen saranan niitinreikä sokea		
	17	08.04.2005	LH ohjaus siivekkeen 1.kaaren ja ohjaustangon korvakkeen niitin reunaetäisyys		
	22	17.05.2005	LH siiven pitotputken kiinnitys reikä sokea		
	23	17.05.2005	LH siiven alapinnan 7.takakaaren niitin reunaetäisyys		
	27	08.06.2005	LH siiven yläpinnalla virheellinen poraus		
	32	19.07.2005	LH siiven pintalevyyn ylimääräinen reikä		
	33	29.07.2005	LH siiven takareunan kiinnitys korvaavilla niiteillä		
	34	12.08.2005	LH siipi murtuma kiinnitysniitin alla ohjaussuivekkeen ja kääkioosan välinen alue		
Oikea siipi					
	35	19.08.2005	RH laskusiivekkeen säätäminen		
	6	08.03.2005	RH siiven etukaaren niittauksen reunaetäisyys		
	13	30.03.2005	RH ohjaussivekkeen kaaren väärä paikoitus		
	19	21.04.2005	RH laskusiivekkeen saranan niitinreikiä reunaetäisyys		
	25	27.05.2005	RH siiven alapinnan 10.takakaaren niitin reunaetäisyys		
	26	03.06.2005	RH siiven yläpinnan 7.keskikaaren niitin reunaetäisyys		
	39	15.02.2006	Oikean siiven kääkiosa		
Perä					
	3	02.03.2005	Rungon jäykisteiden niittaus		
	4	02.03.2005	Siivenkaaren niittauksen reunaetäisyys		
	5	08.03.2005	Siipikaarien niittaus		
	14	05.04.2005	Rungon takaosassa lommoja		
	21	10.05.2005	Sivuvakaimen alasaranan mitoitus		
	24	26.05.2005	Sivuvakaimen yläosan virheellinen trimmaus		
Ohjaus					
	9	15.03.2005	Ohjaussauvan liikkeet		
	10	15.03.2005	Ohjaustangon kiinnitys kaareen		
	11	15.03.2005	Ohjaustangon tuen niittauksen reunaetäisyys		
	40	04.11.2005	Kaasuvaijerin vaurioituminen		

Lähetäjä	Jari Vuorenmaa <jari.vuorenmaa@me.tpu.fi>	
Lähetetty	Tiistai, huhtikuuta 4, 2006 12:13	
Vastaanottaja	Anna-Maria Ikonen <anna-maria.ikonen@me.tpu.fi>, Antti Ojanen <antti.ojanen@me.tpu.fi>, Antti Salmela <antti.salmela@me.tpu.fi>, Heikki Aalto <heikki.aalto@tamk.fi>, Henri Siik <henri.siik@me.tpu.fi>, Ilpo Vuorinen <ilpo.vuorinen@me.tpu.fi>, Jaakko Haapasalmi <jaakko.haapasalmi@me.tpu.fi>, Jaakko Korhonen <jaakko.korhonen@me.tpu.fi>, Jari Nyman <jarit.nyman@netti.fi>, Jarno Törmänen <jarno.tormanen@me.tpu.fi>, Jonne Uusitupa <jonne.uusitupa@me.tpu.fi>, Juha Antila <juha.antila@me.tpu.fi>, Jukka Vanne <jukka.vanne@tpu.fi>, Kari Pehkonen <kari.pehkonen@me.tpu.fi>, Kristian Ansaharju <kristian_ansaharju@hotmail.com>, Markku Antinniemi <markku.antinniemi@me.tpu.fi>, Markku Lahtinen <markku.lahtinen@tpu.fi>, Mika Puttonen <mika.puttonen@me.tpu.fi>, Mikko Jutila <mikko.jutila@me.tpu.fi>, Mikko Piepponen <mikko.piepponen@me.tpu.fi>, Niko Koskimäki <niko.koskimaki@me.tpu.fi>, Oki Koskinen <oki.koskinen@me.tpu.fi>, Pauli Rompasaari <pauli.rompasaari@tech.tpu.fi>, Petri Mäkelä <petri.makela@me.tpu.fi>, Sami Pylkkänen <sami.pylkkanen@tech.tpu.fi>, Simo Marjamäki <simo.marjamaki@tamk.fi>, Tero Longström <tero.langstrom@me.tpu.fi>, Timo Rimpioja <timo.rimpioja@me.tpu.fi>, Tuukka Töyli <tuukka.toyli@me.tamk.fi>, Veli-Matti Tourunen <veli-matti.tourunen@me.tpu.fi>	
Aihe	Tutkintotyö	
Liitteet	Käyntikortti(jari.vuorenmaa)	1K
<p>Hei.</p> <p>Teen tutkintotyötä eurostar projektista ja haluaisin tietää onko teillä mitään sitä vastaan jos julkaisen nimenne ja mahdollisesti jopa kuvanne tutkintotyössäni.</p> <p>Mahdolliset kietämiset toivoisin saada viimeistään perjantaina 7.4.2006 mennessä.</p> <p>T. Jari Vuorenmaa jari.vuorenmaa@me.tpu.fi</p>		

