

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Lentokonetekniikka
Ville Salminen

Opinnäytetyö

MLU2-päivityksen osaprosessin suunnittelu

Työn ohjaaja
Työn tilaaja

Lehtori, DI Simo Marjamäki
Patria Aviation Oy, osastopäällikkö,
Seppo Kuntala

Halli 12/2010

Tekijä	Ville Salminen
Työn nimi	MLU2-päivityksen osaproessin suunnittelu
Sivumäärä	58
Työn valmistumisaika	15.12.2010
Työn ohjaaja	DI, Simo Marjamäki
Työn tilaaja	Seppo Kuntala, osastopäällikkö, Patria Aviation Oy

Tiivistelmä

Suomen Ilmavoimat on valmistelemassa F-18 Hornet -lentokalustolleen uutta Mid-Life Upgrade -päivitystä. MLU2-päivityksen nimellä kulkevan projektin päätarkoituksena on päivittää koneen kansainvälistä yhteensopivuutta ottamalla käyttöön Link 16 - tietovuojärjestelmä sekä lisäämällä koneeseen kyky toimia ilmasta maahan - operaatioissa.

Kokonaisuudessaan vuosittaisesta puolustusvoimien materiaalihankintabudjetista 10–15 % käyttävän päivityksen sarjatuotannon on määrä alkaa vuoden 2013 alussa. Aikataulua on aikaistettu alkuperäisestä tavoitteesta 2015, jotta päivitys voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti yhteistyössä muiden Hornet-käyttäjämaiden kanssa.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli pohtia projektista jo tehdyn ensimmäisen vaiheen suunnitelmadokumentin ajatuksia sekä suunnitella sen pohjalta osaproessin läpivienti osavalmistuksesta asennusvalmiuteen. Tavoitteena työllä oli tuottaa tilaajalle valmis prosessisuunnitelma, jonka avulla prosessin toteutus, valvonta ja seuranta voidaan toteuttaa hallitusti.

Työssä asiaa käsitellään ensin yleisen projektisuunnittelun teorian kannalta, jonka jälkeen pohditaan tehtävänannon mukaista osaproessin suunnittelua. Osaproessin suunnittelusta siirrytään osavalmistuksen suunnitteluun, jonka jälkeen esitän ajatuksiani konekohtaisen asennettavista osista koostuvan kokonaisuuden organisoinnista. Tämän jälkeen pohdin vielä prosessin logistiikkaa ja valvontaa, jotta prosessi voidaan tuottaa onnistuneesti asiakkaan toiveet täyttäen.

Writer	Ville Salminen
Thesis	MLU2 upgrade sub process planning
Pages	58
Graduation time	15/12/2010
Thesis supervisor	DI, Simo Marjamäki
Co-operating company	Seppo Kuntala, Manager, Patria Aviation Oy

Abstract

The Finnish Air Forces are preparing an upgrade to their F-18 Hornet -fleet. The new upgrade, MLU2, Mid-Life Upgrade 2, is meant to improve F-18 fleet ability on operating on international missions and ability to precede air-to-ground missions.

The new Link 16 information link system provides better compatibility with other countries air force fleets. The whole MLU2 upgrade demands about 10-15 % of Finnish Defence Forces material purchases and upgrade is meant to start at 2013. The former plan about starting at year 2015 was changed, due other countries using F-18. Their upgrading schedules forced to upgrade earlier if it is wanted to buy parts from bigger part batches.

My Thesis will consider to former plan of project and processing a smaller part-process for it. Target for Thesis is to produce a process plan which includes part manufacturing to preparedness for installation. It is meant to make a plan, which helps to complete the process as monitored and controlled wholeness.

I will start working with theory of project planning and then adapt it to this specific process. After specifications of process, I will introduce ways to manufacture parts and after that I will think a bit how all parts are delivered to aircraft under upgrading. Then is some considering about logistics and monitoring made. After that, hopefully a complete process plan is made.

Keywords Thesis, Hornet, Project planning, Aviation, project monitoring

Esipuhe

Tämä opinnäytetyö on tehty Patria Aviation Oy:n tilaamana heidän tiloissaan Jämsän Hallissa kesän ja syksyn 2010 aikana. Tavoitteeksi työlleni asetettiin tuottaa suunnitelma ja valmius teettää valmiita osakokonaisuuksia asiakkaan uutta päivitystä varten.

Työn suunnittelu alkoi jo keväällä kesäharjoittelun alkaessa ja varsinainen kirjoitustyö tehtiin lokakuussa 2010. Opinnäytetyöprosessini aikana minulle annettiin mahdollisuus oppia uutta ilmailualalta koulun tarjoamien tietojen jatkeeksi.

Kiitokset työn valmistumisesta haluan osoittaa erityisesti perheelleni, joka on tukenut opiskeluani. Patrian rakennekorjaamon henkilöstö, työni valvoja Seppo Kuntala, sekä muut työni aikana minua auttaneet ihmiset ovat myös kiitoksensa ansainneet.

Hallissa marraskuussa 2010

Ville Salminen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Esipuhe

Symboliluettelo

1	Johdanto	7
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset	7
1.2	Toimeksiantajan esittely	7
1.3	F-18 Hornet	8
1.4	MLU2	10
2	Projektin suunnittelun teoria	11
2.1	Mikä on projekti?	11
2.2	Projektityypit	12
2.2.1	Rakennusprojekti	12
2.2.2	Valmistusprojekti	13
2.2.3	IT-projektit ja hallintoa muuttavat projektit	13
2.2.4	Kehitysprojektit	14
2.2.5	Projektit ilmailuteollisuudessa	15
2.3	Projektin rakenne	15
2.4	Projektin määrittäminen, riskikartoitus ja hinta-arviointi	17
2.5	Projektin hallinta	22
3	Prosessin suunnittelu	25
3.1	Prosessin rakenteen suunnittelu	25
3.2	Aikataulutus	28
4	Osavalmistus	30
4.1	Valmistuksen suunnittelu	30
4.2	Materiaalitarpeen selvitys	32
4.3	Valmistuksen seuranta	33
4.3.1	Vaihtoehto 1: Taulukkolaskentadokumentti	33
4.3.2	Vaihtoehto 2: V10 – käyttäminen	35
4.3.3	Vaihtoehto 3: Yhdistävä soveltaminen	36
4.3.4	Vaihtoehtojen yhteenveto	38
4.4	Osatoimitusten hallinta ja välivarastointi	39
5	Nimikkeiden koneelle kohdistaminen	41
5.1	Vaihtoehtojen esittely	41
5.1.1	Vaihtoehto 1: Osat varastoitu koneyksilökohdistuksesta	42
5.1.2	Vaihtoehto 2: Osat varastoitu koneyksilökohtaisesti	44
5.1.3	Vaihtoehtojen yhteenveto	47
5.2	Paketin suunnittelu	47
5.3	Seuranta	49
6	Logistiikka	50
6.1	Osalogistiikka	50
6.2	Kittilogistiikka	52
7	Projektin valvonta	55
8	Yhteenveto	57
	Lähteet	58

Symboliluettelo

Asennuskitti	Asennuskitillä tarkoitetaan tässä yhteydessä asennettavista osista tehtävää, konekohtaista modifikaation mahdollistavaa pakkausta (englanniksi kit)
BAE Hawk	British Aerospace Hawk, Ilmavoimissa käytetty suihkuharjoituskone
ECS	Environmental Control System (Lentokoneen ilmanvaihtojärjestelmä)
FMS	Foreign Military Sale, Yhdysvaltain käyttämä nimitys ulkomaankaupasta
HN	F-18 Hornet, Suomen Ilmavoimien F-18 Horneteista käytetty nimitys
LEX	Leading Edge Extension
MIDS	Multifunctional Information Distribution System, Monitoiminen tiedonjakojärjestelmä
MLU2	Mid-Life Upgrade, Hornetille tehtävä toinen käyttöikää pidentävä päivitys
NWW	Nose Wheel Well, Etulaskutelinetila
Panstock	Amerikasta peräisin oleva nimitys valmiina ostettavista osista kuten kiinnittimistä.
V10	Toiminnanohjausjärjestelmä
Val & Ver	Validation & Verification, Boeingin käyttämä prosessin laatua tutkiva menetelmä

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset

Vuoden 2004 turvallisuus- ja puolustuspoliittisessa selonteossa (2004, 9) valtioneuvoston kanslia määritteli Ilmavoimien kehittämisen tavoitteeksi nostaa Hornet-kaluston suorituskykyä sekä aloittaa ilmasta-maahan-toiminnan mahdollistavan kauaskantoisen täsmäasejärjestelmän hankinnat. Tämän tavoitteen myötä aloitettiin MLU2-päivityksen tekninen integrointisuunnittelu. Keväällä 2009 Ilmavoimat allekirjoitti Yhdysvaltain hallinnon kanssa Foreign Military Sale (FMS) sopimuksen, jonka jälkeen sarjalaitteet ja osa asennustyöstä tilattiin kotimaiselta Patrialta.

Nyt päivityksen suhteen on edetty tilanteeseen, jossa Patria on asentanut kahteen F-18 Hornet -hävittäjään päivityksen prototyypiversiot Ilmavoimille testattavaksi. Tämän myötä selvitetään sarjatuotannon muoto ja laajuus, jonka mukaan Patrian pitää pystyä vastaamaan asiakkaansa toiveisiin.

Opinnäytetyössäni keskityn projektille jo tehdyn projektisuunnitelman pohdintaan. Sen perusteella suunnitellaan osaprosessisuunnitelma, jossa käsitellään prosessin vaiheet osien valmistamisesta asentamiseen. Suurin osa opinnäytetyöhön tarvittavasta materiaalista kerätään aiemmista päivitysprojekteista niihin osallistuneita haastattelemalla.

Työstäni on poistettu tietoja Patrian alihankkijoista sekä asiakalle myytävistä nimikkeistä, jotka eivät anna työn kannalta mitään lisäarvoa.

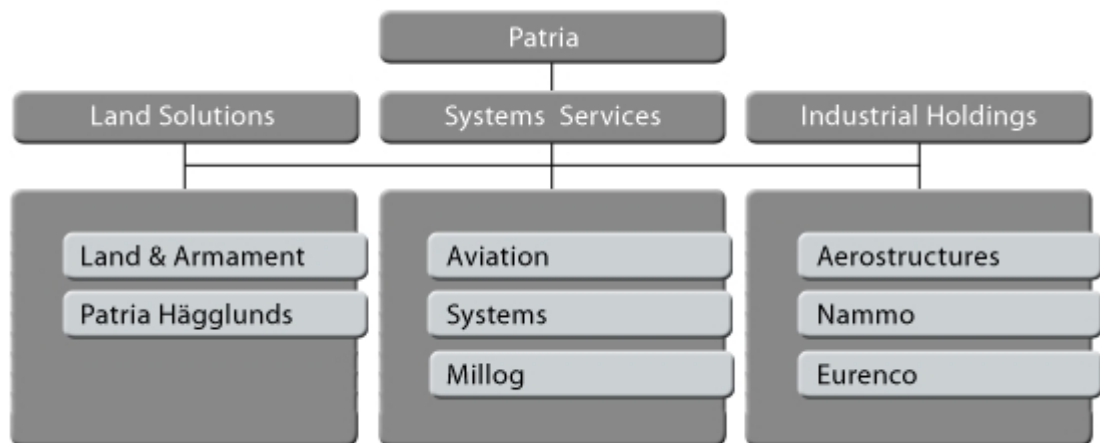
1.2 Toimeksiantajan esittely

Toimeksiantajana toimiva Patria on suomalainen, kansainvälisesti toimiva puolustus- ja ilmailuteollisuuskonserni. Suomen valtion (73,2 %) ja EADS:n (European Aeronautic Defence and Space Company) (26,8 %) omistama Patria toimii kahdeksalla eri liiketoiminta-alueella:

- Panssaroidut pyöräajoneuvot
- Kranaatinheitinjärjestelmät

- Lentokoneet
- Helikopterit
- Lentäjäkoulutus
- Maavoimien materiaalien kunnossapito
- Erilaiset tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmät
- Kaikkien päätuotteiden koko elinkaaren kattava tuki.

Liiketoiminnot on lisäksi jaettu kolmen pääalan alaisuuteen alla olevan kuvaajan (Kuvio 1) mukaisesti.



Kuvio 1: Patrian konsernirakenne 1.1.2009 lähtien (Patria)

Opinnäytetyön toimeksiantajan, Aviation -liiketoiminnan päätoimipisteet sijaitsevat Jämsän Hallissa, Nokian Linnavuorella, Jyväskylän Tikkakoskella, Helsingin Malmilla sekä Tukholman Arlandassa. Aviation tuottaa asiakkailleen erilaisia lentokalustoon liittyviä töitä kuten NH-90 -helikopterin kokoonpanoja sekä Ilmavoimien lentokaluston vauriokorjauksia, isompia huoltoja sekä modifikaatioita. (Patria Oy.)

1.3 F-18 Hornet

F-18 Hornet -lentokone, jota opinnäytetyössä tullaan käsittelemään, on Yhdysvalloissa suunniteltu kaksimoottorinen lentokone tukialuskäyttöön. McDonnell Douglasin kehittä-

tämän torjuntahävittäjäksi ja rynnäkkökoneeksi soveltuvan konemallin tekniset tiedot on koottu seuraavan sivun taulukkoon (Taulukko 1).

Taulukko 1: F-18 C/D -hävittäjän tekniset tiedot (Ilmavoimat)

Konetyyppi	Boeing F-18C ja F-18D Hornet
Alkuperämaa	Yhdysvallat
Voimalaite	2 kpl GE F404-GE-402 ohivirtausmoottoreita Työntövoima 2 x 79,8 kN
Suoritusarvot	Suurin nopeus matalalla 1300 km/h, korkealla 1,8 Machia. Maksimi lentokorkeus 15 km
Tyhjäpaino	10 680 kg
Suurin lentoonlähtöpaino	23 541 kg
Pituus x Leveys x Korkeus	17,07 x 11,43 x 4,67 m
Aseistus	Tykki: Vulcan M61A2 20 mm Infrapunaohjus: Sidewinder AIM-9X Tutkaohjus: AMRAAM AIM-120B/C

Suomessa käytössä olevat Hornetit ovat sarjan alun A/B -malleista paranneltuja C/D -mallisia hävittäjiä. Yhteensä Ilmavoimilla on käytössä 62 konetta, joista 55 on yksipaikkaisia C-mallin hävittäjiä ja 7 kaksipaikkaisia D-mallin hävittäjiä. Kaikki käytössä olevat yksipaikkaiset Hornetit ovat Patria Finavitecin kokoonpanemia. Kaksipaikkaisista koneista osa on Yhdysvalloissa tehtyjä ja Suomeen lennettyjä. (Ilmavoimat.)

1.4 MLU2

Hornet -hävittäjille on niiden käyttöiän aikana tehty jo Mid-Life Upgrade 1 sekä CIT -päivitykset, joissa koneeseen asennettiin kypärätähtäinjärjestelmä, uusi transponderi ja koneen asejärjestelmiä päivitettiin käyttämään Sidewinder-infrapunaohjusten uusinta kehitysversiota AIM-9X. Alkuun hävittäjiin asennettiin uusi transponderi CIT-projektin muodossa, joka alkoi 2004. Kypärätähtäinjärjestelmä ja koneen asejärjestelmän päivitys tuli ajankohtaiseksi vuonna 2006 alkaneen MLU1-päivityksen myötä. Ensimmäiset MLU1-projektin koneet valmistuivat vuonna 2007 ja viimeiset 2010. Päivitys toteutettiin jaettuna kahteen vaiheeseen, joista toisessa päivitettiin asejärjestelmä ja asennettiin kypärätähtäinjärjestelmä. Toinen vaihe sisälsi uuden transponderin ja sen antennien asennuksen. Transponderin tarkoituksena on helpottaa lentäjän työtä avustamalla ilmas- sa olevien omien ja vihollisen koneiden tunnistamisessa. (Ilmavoimat)

Nyt aluillaan oleva MLU2-päivitys tulee Ilmavoimien uutisoinnin mukaan (Ilmavoimat, 1.6.2010) päivittämään koneen tiedonsiirtojärjestelmän yhteensopivaksi kansainvälisesti yleistyneen Link 16 -järjestelmän kanssa. Keväällä 2010 laitteistosta kirjoitettu hankintasopimus sisältää eri puolille Suomea rakennettavia Link 16 -radioasemia sekä Ilmavoimien johtokeskuksiin tarvittavat ohjelmistot. Tämän lisäksi Ilmavoimat hankkii järjestelmille ylläpito-, koulutus- ja simulointikyvyn. Tämä korvaa aiemman VIIRI - tiedonsiirtojärjestelmän mahdollistaen kansainvälisen yhteensopivuuden.

Tämän lisäksi päivitys tulee lisäämään koneille niissä aiemmin optiona olleen kyvyn ilmasta maahan -operaatioiden suorittamiseen. Ilmavoimat ovat kesällä 2010 suorittaneet koelentoja AGM-154C JSOW -liitopommien kanssa, selvittäen pommin vaikutusta koneen lento-ominaisuuksiin sekä asejärjestelmäintegraation toimivuutta. Lento suoritettiin prototyypikoneella, joka on Patrian modifioima.

2 Projektin suunnittelun teoria

2.1 Mikä on projekti?

Ilmailuala itsessään on hyvin laaja termi. Se sisältää erityyppisiä teollisuuden aloja, joiden tarpeet ja toimintatavat eroavat toisistaan valtavasti. Triant Flouris ja Dennis Lock ovat kirjassaan *Aviation Project Management* (2008, 1) selvittäneet ilmailualan erikoisuutta ja todenneet sen jakautuvan kolmeen pääosaan.

Lentokoneen rakentamista ajatellen ensimmäisenä on lentokoneteollisuus, joka valmistaa lentokoneita lentoyhtiöiden käyttöön. Näille yhtiöille on hyvin tavallista suurien ja pitkäaikaisten investointien teko. Uuden lentokoneen suunnittelukustannusten jälkeen sen tulee Flourisin ja Lockin mukaan lentää noin 20 vuotta, kunnes se alkaa tuottaa. (Flouris&Trent 2008, preface.)

Lentokoneen käyttäjä eli lentoyhtiö puolestaan on matkustajalle näkyvä palvelun tuottaja. Lentoyhtiön päämääränä on tarjota matkustajilleen palvelu, jossa mielenkiinto kohdistuu sen toimivuuteen ja tehokkuuteen. Tämän lisäksi lentoyhtiöt osallistuvat lentokoneteollisuuden kanssa yhteistyössä uusien koneiden kehittämiseen tarkoituksena tuoda asiakkaan näkökulma uuden konetyypin suunnitteluun. (Flouris&Trent 2008, preface.)

Kolmas pääala yrityksissä on lentoyhtiöille palveluja tuottavat yritykset, joihin kaikki lentokentän tarjoamat palvelutkin lukeutuvat. Lennonjohtaminen, tavaralogistiikka sekä erilaiset kuluvan aineksen tarpeet ovat tärkeitä tekijöitä lentoyhtiöiden toimivuutta ajatellen. Samoin voidaan ajatella lentotoiminnan vaatimasta alueesta, lentokentästä. Ilman kiitorataahan ei koko teollisuusala toimisi. (Flouris&Trent 2008, preface.)

Näiden kolmen pääjaon lisäksi on aseteollisuus, joka avaa Flourisin ja Trentin (2008, preface) mukaan kokonaan uuden maailman. Aiemmin esitetyn periaatteen mukaisesti koko sotailmailuteollisuus jakaantuu näiden kolmen alan alle, mutta asettaa niille omat erityispiirteensä.

Yleisesti ajateltuna kaikki projektit jakavat tarkoituksen yhdistää ideoita ja tehtäviä uuden saavuttamiseksi. Tavoitteena on siis päämäärä, johon pääseminen usein tarkoittaa

erilaisten riskien ottamista. Tällöin monesti haluttuun lopputulokseen pääseminen ei projektissa etenekään niin kuin ennalta oli suunniteltu. (Flouris&Trent 2008, preface.)

Etukäteen tehtävän projektisuunnittelun tehtävänä on vähentää tämänkaltaisia ongelmia projektin kulussa. Työn teettämisellä osana isompaa projektia on tarkoitus pyrkiä etukäteen tunnistamaan kaikki mahdolliset riskit ja epäonnistumisen mahdollisuudet. Etenkin ilmailussa mahdolliset epäonnistumiset ja riskien väärinarvioiminen voivat johtaa jopa ihmishenkien menettämiseen.

Tämän vuoksi projektisuunnittelu on välttämätön osa itse projektia. Asiakkaalle näkyvät osuus on prosessina niin tärkeä, että ilman sitä projekti ei etene suunnitellusti aikataulussa. Suuri painoarvo suunnittelun toteuttamisesta on projektipäälliköllä, joka vastaa asiakkaalle projektin etenemisestä sovitulla aikataululla ilman ylimääräistä rahan tai resurssien käyttöä.

2.2 Projektityypit

Pääpiirteittäin projektit voidaan Trentin ja Flourisin (2008, 1 - 5) mukaan jakaa neljään eri kategoriaan, joiden puitteissa projektit ovat toisiaan muistuttavia. Heidän mukaansa mikään projekti ei kuitenkaan ole samanlainen kuin toinen.

2.2.1 Rakennusprojekti

Tämä projektityyppi on tyyliltään teollisuuden suurprojekti, joka on usein jaettu erilaisiin suurempiin elementteihin ja joka on mahdollista johtaa rakennuttajan päätoimistolta. Usein tämän projektit ovat erittäin avoimia ulkoiselle tarkastelulle.

Ominaista rakennusprojekteille on myös rahallisesti suuret investoinnit, jotka vaativat projektille tarkkaa ja jämäkkää johtamista, taloushallintoa sekä laadunvarmistusta. Projekteihin sisältyy myös erilaisia raskaita maansiirtotöitä, joissa henkilökohtainen turvallisuus ja turvavälineiden käyttö nousevat suureen osaan.

Erittäin suuressa mittakaavassa toteutettavat tämän tyyppin projektit yleensä rakentuvat erilaisten konsortioiden kautta toteutuviksi, jolloin projektin hallintoon voidaan ottaa ulkopuolisia, alan varsinaisia spesialisteja. Tällöin Trentin ja Flourisin mukaan usein

tilanteena on projektin massiivisuudesta johtuva koko yhtiön tulevaisuuden kattava riski. Projektin epäonnistuessa siihen osallistuneilla yhtiöillä on vaarana kaatua, koska projektiin luovutetuille resursseille ei saada vastinetta. (Flouris&Trent 2008, 5.)

2.2.2 Valmistusprojekti

Yleensä tämänkaltaisissa projekteissa tavoitteena on valmistaa jokin työkalu, kone tai muu laite. Lopputuote saattaa olla yksilöllinen tai sarjavalmistettu. Yhteisenä tekijänä ovat kuitenkin valmistustilat. Pääpainopiste tällaisilla projekteilla on läheltä tapahtuva hallinnointi yhdistettynä optimaalisiin valmistustiloihin. (Flouris&Trent 2008, 5.)

Flourisin ja Trentin mukaan tämä ei aina onnistu. Jotkut projekteista pakottavat liikkumaan pois omista tiloista esimerkiksi loppuasennuksen tai ilmailuteollisuuden osalta koelentojen ajaksi. Tämä jo osaltaan saattaa tehdä projektista kansainvälisemmän, joka tuo omat ongelmalliset näkökantansa projektin johtamiseen.

Kansainvälisissä projekteissa riskit ovat yleensä paljon suuremmat kuin pienemmissä oman maan sisällä toimivissa projekteissa. Tällöin myös projektin hallinto on vaikeampaa. Suuria syitä tähän ovat esimerkiksi kommunikaatiomatkat, käytettävät kielet, erilaiset tekniset standardit sekä kilpailukentän heikko tuntemus.

Myös projektin hajonneisuus voi tuottaa ongelmia, kuten Airbus A380 -lentokoneen valmistamista seurattaessa on saattanut huomata. Eri puolille maailmaa jaetut pienemmät osakokonaisuudet, kuten siipien, moottorien tai rungon osien valmistus, aiheuttavat helposti ongelmia edellä mainituista syistä. Tästä johtuu usein projektin venyminen tai valmistushinnan nouseminen.

2.2.3 IT-projektit ja hallintoa muuttavat projektit

Kolmannen projektityypin projektit ovat Flourisin ja Trentin mukaan usein näkymättömiä, mutta silti erittäin kalliita ja arvokkaita projekteja yhtiön tulosta ajateltaessa. Kirjailijoiden mukaan jokainen maailman yritys tekee ainakin yhden tämän tyyppisen projektin elinaikanaan. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi muuttaminen, markkinointikampanja, messuille osallistuminen tai organisaation uudelleen rakentaminen.

Tämän tyyppiset projektit eivät usein näy yhtiön ulkopuolelle, mutta vaikuttavat suuresti ulosantiin ja usein vaativat suuria investointeja. Myös riskit tällaisissa projekteissa ovat suuret. Flourisin ja Trentin mukaan on paljon tilanteita, jotka ovat esimerkiksi johtuneet uuden tietojärjestelmän toimintahäiriöistä ja johtaneet yrityksen kaatumiseen. Myös lennonjohdon ja ilmailuradiojärjestelmien osalta on vastaavia tilanteita nähty. Flourisin ja Trentin mukaan tämä osoittaa projektihallinnan olevan näissä projekteissa vähintään yhtä tärkeää kuin suurissa lentokoneen valmistamista koskevissa projekteissa.

Usein projektit yhdistetään rakennus- tai valmistusprojekteihin. Esimerkiksi valmistusprojekti, joka vaatii uuden toimipisteen perustamisen, edellyttää samalla uutta organisaatiota taakseen. Tämä puolestaan tarkoittaa organisaation muuttamista uuden toimipisteen suvaitsevaksi. (Flouris&Trent 2008, 6.)

2.2.4 Kehitysprojektit

Tieteelliset kehittämisprojektit luovat Flourisin ja Trentin mukaan neljännen projektityypin. Tällaisen erityisprojektin pääpiirteenä on usein epävarmuus taloudellisesta tuloksesta, joka saattaa vaihdella epäonnistuessaan tuottamattomasta projektista yrityksen onnistuneimpaan ja loistavimman tuoton tekevään projektiin.

Usein kehitysprojektien rahoitus tulee Flourisin ja Trentin mukaan asiakkaalta. Esimerkiksi autoteollisuus, jota kiinnostaa uusi kestävämpi ja kevyempi materiaali, voi rahoittaa materiaalia valmistavan yhtiön tutkimushanketta. Tällöin tutkimuksen tekevä yritys ei pienempänä joudu niin suureen taloudelliseen riskiin. Toisaalta on myös projekteja, joita yritykset rahoittavat itse. Usein tällaisten yritysten asiakaskunta koostuu kuluttajista. Esimerkiksi lääkeyritykset kustantavat omat lääketutkimuksensa itse. (Flouris&Trent 2008, 5.)

Taloudellisen epävarmuuden vuoksi kehitysprojekteissa riski on erityisen suuri. Projektin tarkoituksena on kuitenkin laajentaa vallitsevan tietoisuuden rajoja, jolloin tulosta on vaikea tai mahdoton määrittellä. Tämän vuoksi myös projektihallinnollisesti kehitysprojektit ovat vaikeimpia, koska päämäärää ei periaatteessa ole. (Flouris&Trent 2008, 5.)

Suurin valvottava tekijä kehitysprojekteissa on rahoitus. Projektin läpiviennin kannalta on oleellista toimia jo annetun rahoituksen mukaisesti ja viedä projekti läpi sen turvin. Mikäli uutta rahoitusta tarvitaan, on syytä aina miettiä sen tarpeellisuutta. Paikalleen jäänyt projekti on ehkä perustellumpaa keskeyttää kuin rahoittaa edelleen. Toisaalta, mikäli tuloksia on odotettavissa, voi uuden rahoituserän myöntämistäkin harkita. (Flouris&Trent 2008, 5.)

Kehitysprojekteja voi yhdistää muihin projektityyppeihin. Usein käytetään erillisiä kehitysorganisaatioita yhteistyössä edellä mainitun tyyppisissä projekteissa. (Flouris&Trent 2008, 5.)

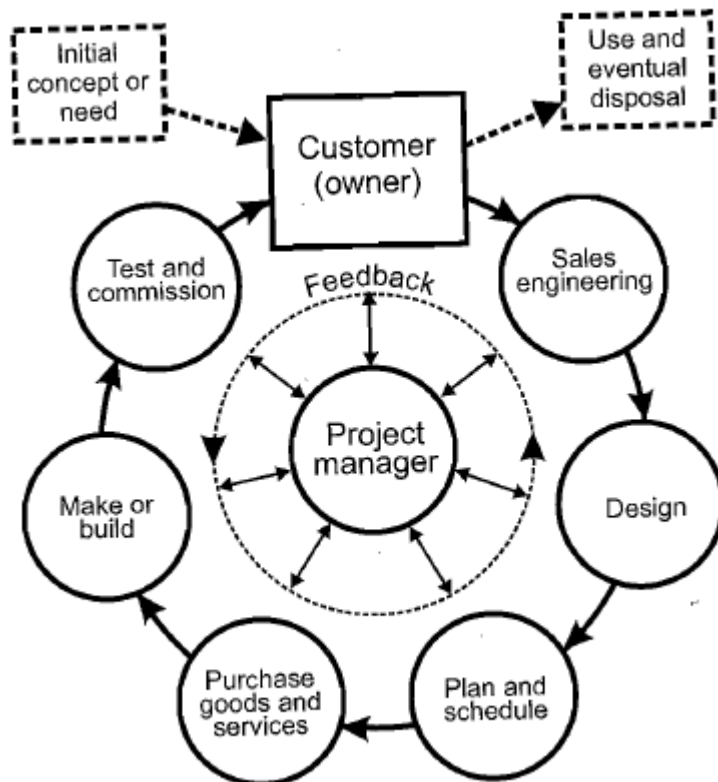
2.2.5 Projektit ilmailuteollisuudessa

Kaikkia edellä esiteltyjä tai niistä sekoitettuja projektimalleja käytetään ilmailussa. Esimerkiksi uuden kiitotien, terminaalirakennuksen tai koko lentokentän rakennusprojekti on päätyypiltään rakennusprojekti, johon sisältyy myös valmistusprosesseja sekä tulevan organisaation suunnittelua. Myös mahdollisia kehitysajatuksia voidaan projektin edetessä pohtia, jolloin kaikki neljä projektityyppiä ovat yhtäaikaisesti käytössä.

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävä projektityyppi on sekoitus valmistusprojektia ja organisaation muutosprojektia. Itsessään projektina MLU2 vaatii uuden, aika pienen organisaation, jolla prosessi voidaan suorittaa. Esimerkiksi osavalmistuksen osalta tulee miettiä, miten sen seuranta, valmiiden osien pakkaaminen tai osien hyllyttäminen tullaan jakamaan.

2.3 Projektin rakenne

Flouris ja Trent toteavat kirjassaan projektista puhuttavan usein liian suppeana käsitteenä. Usein projekti käsitetään itsessään ajanjaksoksi, joka alkaa toimitussopimuksen allekirjoittamisesta ja loppuu valmiin tuotteen luovuttamiseen. Heidän mielestään tämä on näkökantana liian suppea ja he esittävät projektin rakenteeksi seuraavan kuvion (Kuvio 2) mukaista rakennetta, joka muodostaa projektista kehämäisen. Asiakkaasta alkava ja asiakkaaseen päättyvä projektirakenne kuvaa heidän mielestään paremmin projektin kulkua.



Kuvio 2: The active part of a project life cycle (Flouris&Trent 2008, 4)

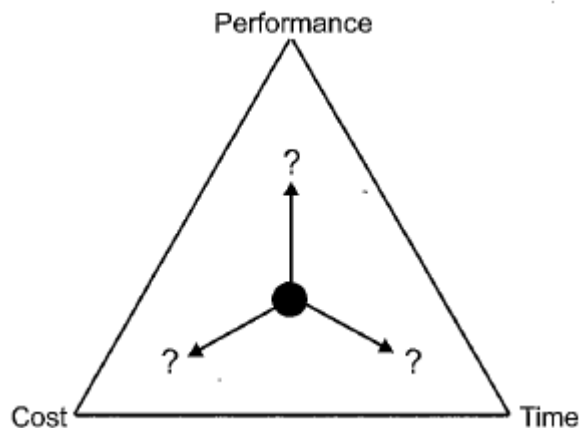
Projekti etenee Flourisin ja Trentin mukaan osissa, jotka tulevat kuviossa myötöpäivään olevassa järjestyksessä. Kuviossa esitellään vain projektin aktiivinen osuus. Passiiviseen osuuteen kuuluva suunnittelu ja käytöstä poisto eivät ole esitettyinä. (Flouris&Trent 2008, 5.)

Kuvio jakaantuu asiakkaan lisäksi kuuteen vaiheeseen. Toimeksiannon jälkeen projekti vaatii ostotoimijan, joka yhteistyössä suunnittelun kanssa muodostaa projektille suunnitelman ja aikataulun. Tämän jälkeen voidaan suunnitelman mukaisesti tilata materiaalit ja palvelut, jonka jälkeen tuote valmistetaan, testataan ja toimitetaan asiakkaalle. Projektipäällikön tehtävänä tässä mallissa on toimia keskipisteenä, välittämässä palautetta eri vaiheiden välillä sekä eri vaiheille.

Flouris ja Trent toteavat itsekin kyseisen mallin olevan liian yksinkertainen suurille projekteille, koska se ei ota kantaa projektin passiivisiin osiin tarpeeksi merkittävästi. Tällaisia osia ovat esimerkiksi riskikartoitus sekä kaupallinen projektisuunnitelma. Opin-

näytetyöni käsittelemässä MLU2-projektissa nämä on otettu huomioon projektisuunnitelmassa.

Projektia suunniteltaessa Flouris ja Trent ovat esittäneet käytettäväksi kolmiomallin (Kuvio 3), johon tavoite tulisi määrittää.



Kuvio 3: The triangle of objectives (Flouris&Trent 2008, 7)

Kolmiona toimivan kuvion ajatuksena on jakaa tavoite kolmen päätekijän suhteen. Mahdollisia suuria panostuskohteita on hinta, aika ja suorituskyky, joiden kulmiin kulkevien janojen pituudet kertovat määreestä. Mitä pidempi jana, sitä parempi määre.

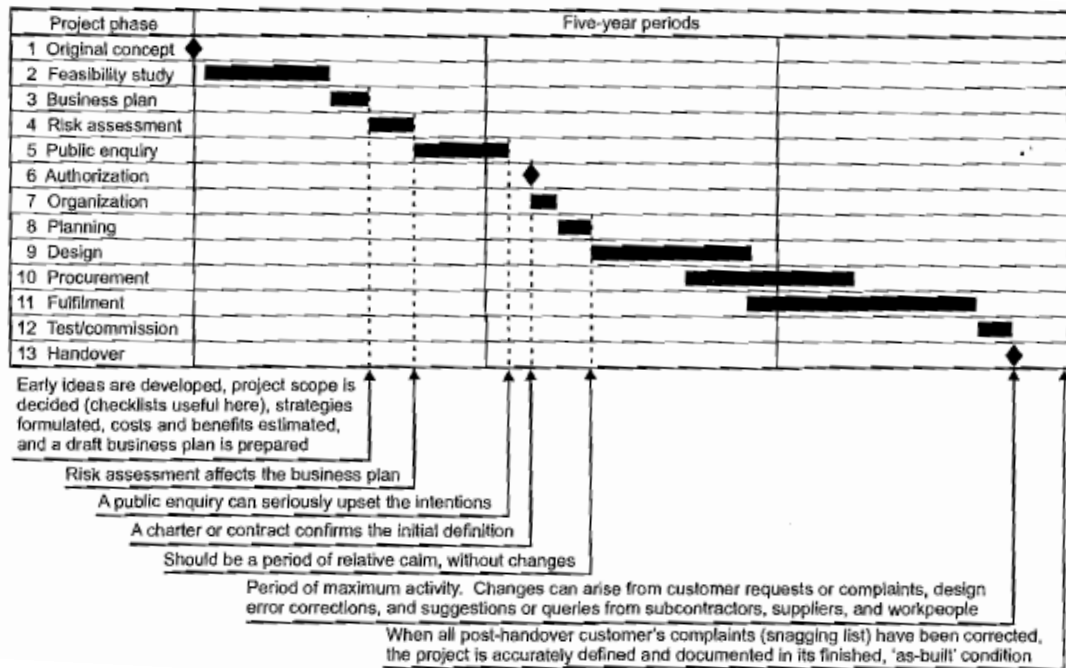
Mikäli halutaan tuottaa mahdollisimman halpa projekti, siirtyy tavoitteen piste kohti hintakulmausta, jolloin hinnan osuudesta tulee pienempi, mutta vastaavasti suorituskyky ja aika kasvavat. Toisaalta, mahdollisimman nopeasti tehty projekti tulee kalliiksi ja vaatii paljon suorituskykyä tekijöiltään.

2.4 Projektin määrittäminen, riskikartoitus ja hinta-arviointi

Projektia suunniteltaessa sen tavoitteet tulee määrittellä mahdollisimman tarkasti. Tämä osaltaan avustaa projektin hinta-arvion tekemistä ja näin tarkentaa mahdollisen tarjouksen määreitä. Vastaavasti tarkempi tarjous johtaa varmemmin tilaukseen.

Projektin tavoitteiden saavuttamisen ja organisoimisen kannalta välttämättömäksi jäävä suunnittelun osuus unohdetaan Flourisin ja Trentin mukaan usein täysin. Laaja, kirjailijoiden mielestä jopa viisi vuotta kestävä prosessi on erittäin tärkeä osa onnistunutta pro-

jektisuunnittelua. Seuraavasta kuviosta (Kuvio 4) nähdään suunnitteluprosessi, jota Flouris ja Trent suosittelee.



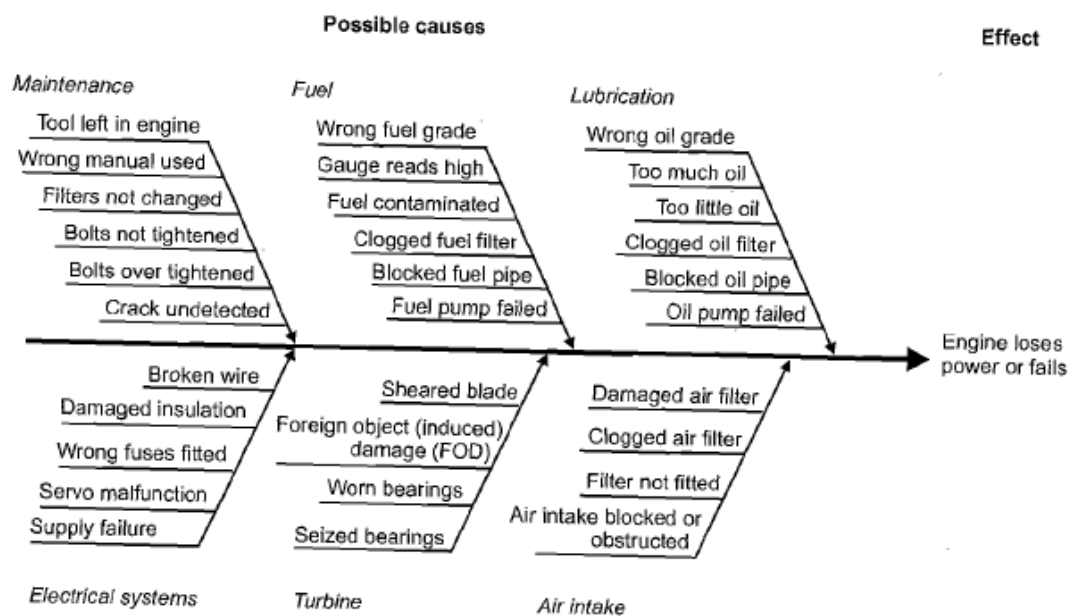
Kuvio 4: Definition of a large project from initial concept to completion (Flouris&Trent 2008, 22)

Kuviosta nähdään prosessi, johon on varattu aikaa 5 vuotta. Projekti alkaa toteutettavuuden pohdinnalla, jonka jälkeen luodaan kaupallinen suunnitelma. Kaupalliseen suunnitelmaan puolestaan vaikuttaa riskikartoitus, jonka jälkeen projektin tilaa voidaan tiedustella julkisesti. Tämä on Flourisin ja Trentin mukaan tärkeä vaihe projektia suunniteltaessa. Mikäli suunnitelmat koetaan tässä vaiheessa toimiviksi, voidaan projekti hyväksyttävä jatkettavaksi.

Tämän jälkeen projektille luodaan oma organisaatio, jossa sovitaan vastualueet. Vastualueiden hallitsemiseksi kootaan työryhmiä, jotka voivat suunnitella oman osionsa. Tämän jälkeen voidaan alkaa toteuttamaan prosessia. Ensimmäisten koeversioiden jälkeen saadaan vielä palaute suunnittelua ajatellen.

Riskikartoitus on projektia mietittäessä hyvin tärkeä osa. Mikäli kaikkia suurimpia riskejä ei osata huomioida suunnittelussa, projektin kannattavuus vaarantuu. Tämä puolestaan johtaa riskin toteutuessa projektin epäonnistumiseen. (Flouris&Trent 2008, 22.)

Flouris ja Trent esittävät kirjassaan keinon riskien määrittämiselle ennen projektia (Kuvio 5) sekä varautumiskeinoja kesken projektin ilmentyneiden riskien hallitsemiseksi. Tällaisia keinoja ovat *Stage-gating*, *Avoidance of fixed-price contracts*, *Provisional cost items in fixed-price contracts* ja *Feasibility studies to improve early project definition*. (Flouris&Trent 2008, 22.)



Kuvio 5: A simplified Ishikawa fishbone cause and effect diagram (Flouris&Trent 2008, 57)

Esimerkkinä kuviossa on käytetty moottorin hajoamista, joka on jaettu pienempiin osiin Ishikawan kalanruoto-mallin mukaisesti. Tällä tavalla pyritään ensin ilmentämään kaikki mahdolliset tilanteet, joissa projektin päämääränä oleva, tässä tapauksessa moottorin toimiminen, voisi vaarantua.

Tämän jälkeen havaitut riskit jaetaan matriisiin, johon muuttujiksi asetetaan tilanteen esiintymistäajuus sekä vaikutus. Näiden perusteella pyritään määrittämään vaaralliset ja

useasti tapahtuvat tilanteet. Nämä riskit eliminoimalla pystytään takaamaan projektille tasaisempi läpivientimahdollisuus. (Flouris&Trent 2008,57.)

Kesken projektin tulevien riskien tai epäonnistumisten välttämiseksi edellä esitellyistä keinoista *State-gating* on usein kehitys- ja tutkimusprojekteissa käytetty tapa, jossa projektille määritellään erilaisia välitavoitteita etenemisen seuraamiseksi. Tällöin tavoitteena on rajata mahdollisimman pieneksi sellaisten vahinkojen osuus, joita ei suunniteltaessa ole otettu huomioon. Tällaisen projektin alaisuudessa työskenteleminen on hyvin raskasta, koska projektin jatkuvuus ei ole taattu. (Flouris&Trent 2008, 22.)

Alimman hinnan sopimuksien välttelemiseen liittyen Flouris ja Trent varoittavat kirjassaan alihankkijoista, jotka eivät ole huomioineet mahdollisia epäonnistumisia omassa tarjouslaskennassaan. Tämä aiheuttaa riskin toteutuessa tilanteen, jossa alihankkija ei kykene sovitulla hinnalla toimittamaan sovittuja osia ja joutuu näin sopimusrikkomuksen alaiseksi. Sopimusrikkomuksen osalta toki on mahdollista saada rikkonaalta osapuolelta sopimuksessa sovittu sakko, mutta projektin viivästymiseltä on vaikea välttyä. (Flouris&Trent 2008, 23.)

Tällöin voidaan käyttää ehdollistettuja tarjouksia, joita alihankkijat mielellään antavat, mikäli eivät voi olla varmoja projektin tavoitteista ja toteutumisesta. Flouris ja Trent toteavat alihankkijoiden olevan haluttomia tarjoamaan tuotteita projektille, josta ei ole varmuutta. Tällöin tarjoukset tehdään usein ehdollistettuina niiltä osin, mistä voidaan olla varmoja. Tämä on kirjailijoiden mukaan molemmille osapuolille varma ja helppo keino varmistua osatoimitusten toimivuudesta.

Ehkä varmin, mutta hitain keino varautua kaikkiin riskeihin on opiskella projektiin liittyvät asiat mahdollisimman tarkasti. Mitä tarkemmalla etukäteistuntemuksella projektia aletaan suunnitella, sitä tarkemmin voidaan määritellä eteen tulevat riskit ja vaaran paikat. Tätä varten usein suuria projekteja aloitettaessa siihen nimetty organisaatio opiskelee jopa vuosia projektiin liittyviä asioita ja valmistautuu projektin hallintaan.

Myöskään projektin hinta-arviointia ei sovi unohtaa. Se on usein määre, jolla projektin onnistuminen tai epäonnistuminen todetaan. Flourisin ja Trentin näkemys hinta-arviointiin on nähtävissä seuraavasta kuviosta (Kuvio 6).

Above-the-line items	Direct (variable) costs	Direct labor	The wages and salaries for labor time that can be directly attributed to the project. Usually costed at standard cost rates applicable to each staff grade.
		Direct materials	Equipment, materials, and bought-out services used specifically on the project.
		Direct expenses	Travel, accommodation, and other costs chargeable specifically to the project. Can include the hiring of external consultants.
	Indirect (fixed) costs	Overhead costs	The general costs of running the business, such as general management and accommodation. Usually calculated as a proportion of total direct costs. Not applicable if the project is itself charged as an overhead.
Below-the-line items		Contingency sum	An addition, usually calculated as a small percentage of the total above-the-line costs, in an attempt to compensate for estimating errors and omissions, unfunded project changes, and other unexpected costs.
		Escalation	An allowance for costs that increase with time with annual cost inflation. Important for long-duration projects when national cost inflation rates are high.
		Mark-up for profit	These two items apply to projects sold to external clients. There are various ways in which they can be calculated. They are often set according to the strength of the competition and what the market will stand. These are management decisions (not part of the cost estimating process) but such decisions are always made easier when there is confidence in the cost estimating accuracy.
		Selling price	
		Provisional sums	The estimated costs of items not included in the quoted price which might have to be charged extra if the need for them is subsequently revealed.

Kuvio 6: Elements of a cost estimate for an aviation project (Flouris & Trent 2008, 42)

Tässä kuviossa esitetty hinnoittelumalli tavoittelee mahdollisimman realistista hinnoittelua siihen asti, kunnes hintaan tietoisesti lisätään prosentuaalinen kate ja sen kautta määritellään myyntihinta. Projektin hinnoittelussa määriteltävinä tekijöinä Flourisin ja Trentin mielestä riittää suorat työntekijäkustannukset, materiaalikustannukset sekä näihin liittyvät välilliset kulut. Nämä arvot ovat kiinteitä, projektin tilasta riippumattomia tekijöitä. Sen lisäksi tulee huomioida asiantuntijatyö, joka riippuu projektin tilasta ja toteutustavasta. Jossain tapauksessa asiantuntijakulut, varsinkin projektin loppupäässä, saadaan hyvin alhaisiksi. (Flouris&Trent 2008, 42.)

Näiden perusteella voidaan laskea projektille hinta-arviota. Flouris ja Trent ovat esittäneet viivan päällä oleville arvoille korjauskerrointa mahdollisten ennalta tuntemattomien kulujen kattamiseksi. Tästä saadaan projektille hinta, johon tulee huomioida eskalaa-

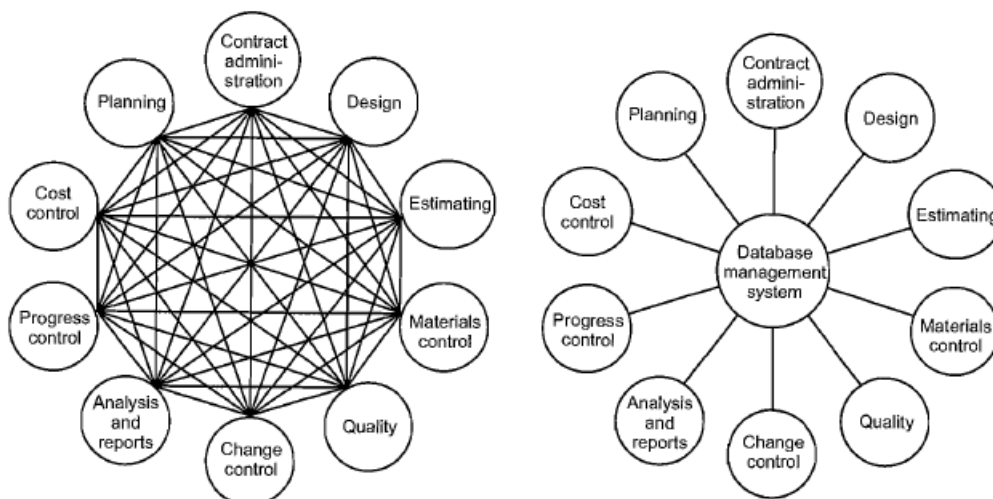
tio. Eskalaatiolla tarkoitetaan vuosittaista rahan arvon inflaation huomioon ottamista, joka korostuu varsinkin pitkissä sopimuksissa. (Flouris&Trent 2008, 42.)

Tämän jälkeen saatuun omakustannehintaan pohditaan myyntihinta, joka ei varsinaisesti ole osa hinta-arviointia. Prosentuaalisella katelisällä tai määrittämällä myyntihinta suoraan saadaan hintaan lisättyä kaikki ennalta huomioimaton kuten odotettu tuotto tai muiden yhtiön toimijoiden kulut. Tämän lisäksi hintaan voidaan huomioida erikoismääreinä erilaisia lisähintoja esimerkiksi varaosille.

2.5 Projektin hallinta

Projektin hallinnan suhteen Flouris ja Trent esittelevät kirjassaan myös organisaatiomalleja ja ajatuksia niiden toimivuudesta, mutta tässä osiossa keskitytään projektiin kohdistuvan tiedon hallitsemiseen, koska opinnäytetyöni liittyy projektiin, jossa tiedon hallinta on yksi kehitettävistä kohteista.

Flouris ja Trent esittävät alla olevassa kuviossa (Kuvio 7) näkemyksen projektihallinnan kannalta. Kuviossa on esitetty tilanne, jossa tietoa ei hallita ja tilanteesta, jossa tieto on hallittu.



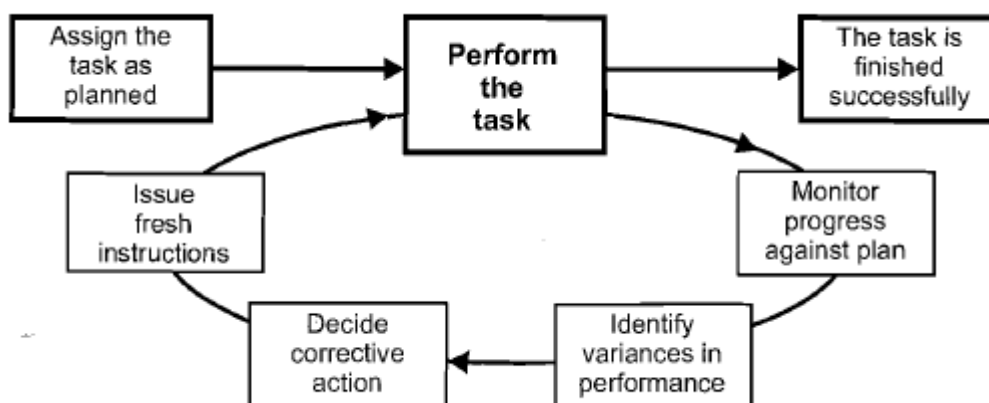
Kuvio 7: Coded data in a database brings order from chaos (Flouris&Trent 2008, 104)

Kuten kuvioista voi nähdä, oikealla oleva, hallittu järjestelmä on huomattavasti yksinkertaisempi. Vasemmalla oleva hallitsematon järjestelmä aiheuttaa paljon ylimääräistä tiedonsiirtoa ja kulkua, joka osaltaan saattaa aiheuttaa ongelmia esimerkiksi versiohallinnan kanssa. Tällöin tieto ei ole niin hallitusti siirrettävissä kuin erikseen koodinoidusti.

Database management system tarkoittaa tässä yhteydessä järjestelmää, johon esimerkiksi kaikki projektiin liittyvät työpaperit, piirustukset tai muut asiakirjat on säilötty. Tällöin ylimääräinen tiedonsiirto eri toimijoiden välillä pystytään eliminoimaan ja yksi toimija pystyy hallinnoimaan kaiken välitettävän tiedon. (Flouris&Trent 2008,105.)

Flouris ja Trent suosittelevat erilaisten projektiin liittyvien nimikkeiden ja piirustusten määrätietoista koodausta. Tämän projektin osalta käytetään Patrian jo luomaa piirustusnumerointistandardia sekä Boeingin valmiita osanimikkeitä.

Projektin osien valvomiseksi Flouris ja Trent esittävät seuraavanlaista mallia (Kuvio 8).



Kuvio 8: A control cycle (Flouris&Trent 2008, 170)

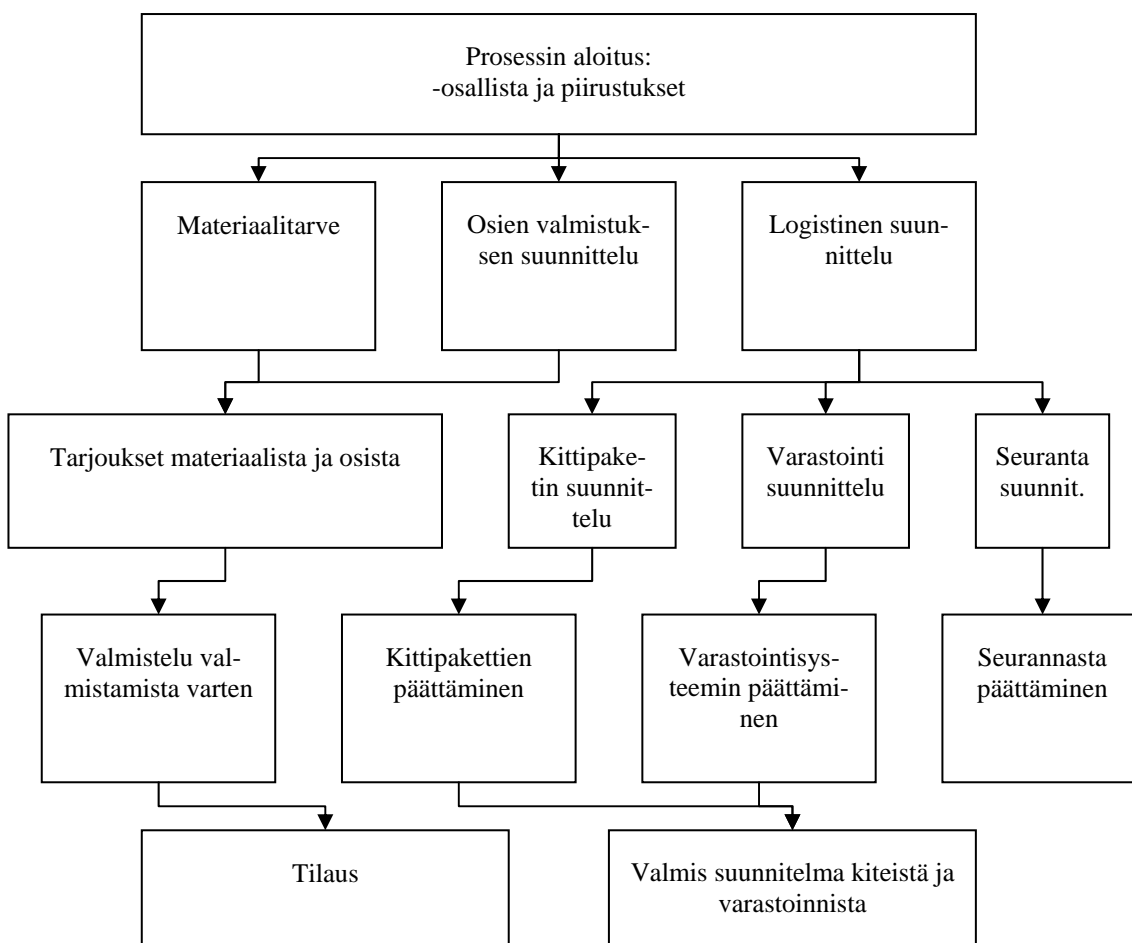
Kuvio osoittaa kierron, jonka tavoitteena on valvoa yksittäistä osaprosessia ja pyrkiä kehittämään sitä. Prosessia suoritettaessa valvotaan sen etenemistä suhteessa suunniteltuun, tunnistetaan mahdolliset epäkohdat, päätetään korjaavat toimenpiteet ja niiden

perusteella korjataan toiminta osaprosessin seuraavaa kiertoa ajatellen. (Flouris&Trent 2008, 171.)

3 Prosessin suunnittelu

3.1 Prosessin rakenteen suunnittelu

Prosessin suunnittelu aloitettiin selvittämällä koko projektiin sisältyvän työn ja materiaalien määrä sekä resurssitarve. Tämä yleiskatsaus kertoo paljon projektin luonteesta ja rakenteesta sekä auttaa ymmärtämään suurempia kokonaisuuksia pienempää prosessia suunniteltaessa. Prosessi on suhteellisen suuri, joten sen läpiviennistä tehtiin suunnitelma, joka selviää alla olevasta kuvioista (Kuvio 9).



Kuvio 9: Prosessin suunnittelua

Prosessin rakennetta suunniteltaessa tavoitteena on jakaa se mahdollisimman järkeviin pienempiin lohkoihin, jotta sen käsittely olisi helpompaa. Pienempiin osiin jaettu kokonaisuus on myös hyvä pohja jakaa vastuita eri ihmisille tilanteen niin vaatiessa.

Tekemässäni prosessin suunnitelmassa toiminta aloitetaan käyttämällä lähdemateriaalina päivitykseen tulevien osien listausta sekä osien piirustuksia. Näiden perusteella aletaan pohtia osien valmistusmenetelmiä sekä materiaalitytarvetta, jolla osat saadaan valmistettua.

Tämän lisäksi tulee aloittaa prosessin logistinen suunnittelu pohtimalla helppoa tapaa saada koneeseen asennettavat osat helposti koneelle ilman suurta yksittäisten osien keruutyötä. Tähän tarkoitukseen on ajateltu tehtäväksi kittipaketteja, joihin kerätään konekohtaisesti kaikki koneeseen asennettava materiaali. Tällöin koneille ei tarvitsisi tehdä erillistä keruuta, vaan osat saataisiin kerralla toimitettua koneelle. Toisaalta tämä myös helpottaa varaston toimintaa eikä vaadi niin tiheää inventointia tai seuraamisen tarvetta kuin yksittäisten osien kerääminen varastosta nimike kerrallaan. Myös varastointia, varastointipaikkoja sekä kriittisen osuuden seurantamenetelmiä tulee miettiä.

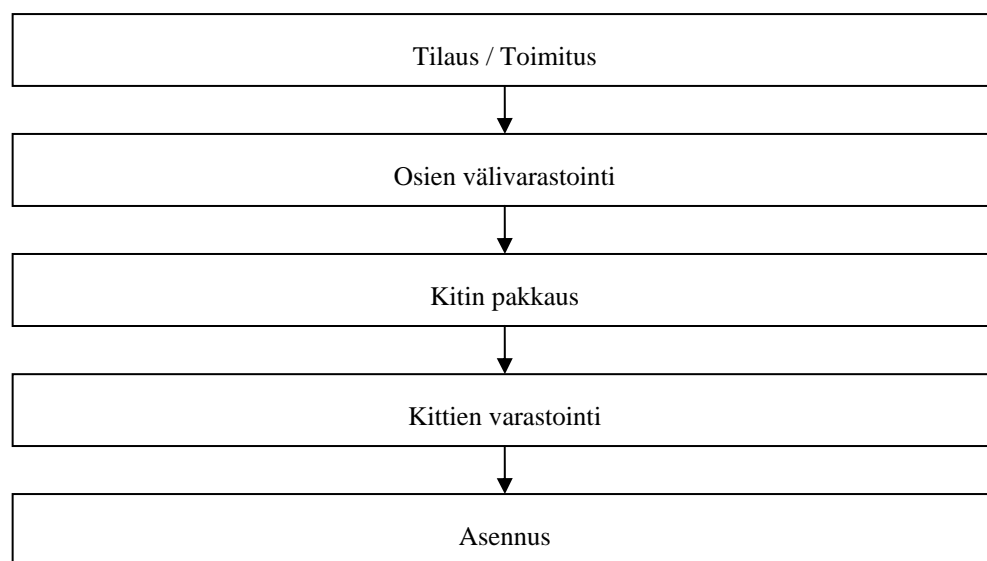
Nämä osiot ovat osittain määrittäneet opinnäytetyöni otsikointia. Luvuissa 4 - 7 käyn läpi tässä otsikossa määritellyt asiat tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin.

Tällä tavalla suunniteltaessa lähdemateriaalin paikkansapitävyys ja tarkkuus nousevat mielestäni jo tässä vaiheessa suureen arvoon. Mikäli jostain syystä päivityksen sisällössä tapahtuu radikaaleja muutoksia, kärsii suunnitelman hyödyllisyys huomattavasti. Mikäli suunnitelma ei pääse tavoitteisiinsa eli antamaan ohjenuoran prosessin suorittamiselle, tulee siitä helposti hyödytön.

Mahdolliset osalisäykset tai -poistot muuttavat valmistukseen menevää aika-arviota sekä kuluarviota. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että osalistan ja piirustusten tulee olla mahdollisimman valmiita ja todenmukaisia kokoajan, prosessin suunnittelun helpottamiseksi. Muuten prosessin suunnittelun onnistuminen on lähes mahdotonta.

Olen kaavion mukaisesti ajatellut materiaalitytarpeen ja osien valmistamistekniikan selvittämisen johtavan tilanteeseen, jossa voidaan tiedustella tarjoukset materiaalitytoimituksille ja osien valmistamiselle niistä. Vastaavasti logistisen suunnittelun olen jakanut pienempiin osioihin, joiden kohdalla pyritään selvittämään kittipaketin rakenne, varastointi sekä pohtimaan seurantamahdollisuuksia.

Tämä johtaa toimittajien tarjouksiin ja valmiisiin ajatuksiin kittien rakenteesta ja varastoinnista, minkä jälkeen on valmius tilata osat, ja niiden valmistuessa prosessoida ne eteenpäin valmiiksi kiteiksi helpottamaan asennusta. Tilauksen jälkeen alapuolella olevassa vuokaaviossa (Kuvio 10) on esitetty alustava malli, mitä osakokonaisuuksia kitin valmiiksi saattaminen vielä vaatii.



Kuvio 10: Kittien pakkaamisen osaprosessi

Kaavion mukaisesti kittien pakkaamista varten tulee järjestää tilatuille ja toimitetuille osille välivarastointi kittien pakkaamista varten. Tämän välivarastoinnin tulee toimia ensisijaisesti pakkaamista palvelevana, helposti kerättävänä varastona. Tällöin kittien pakkaaminen on helppoa eikä siihen kulu liikaa aikaa.

Valmiiden kittien varastoinnissa tärkeintä on varaston turvallisuus, jotta pakatut osat ovat käyttökelpoisia vielä tarvehetkelläkin.

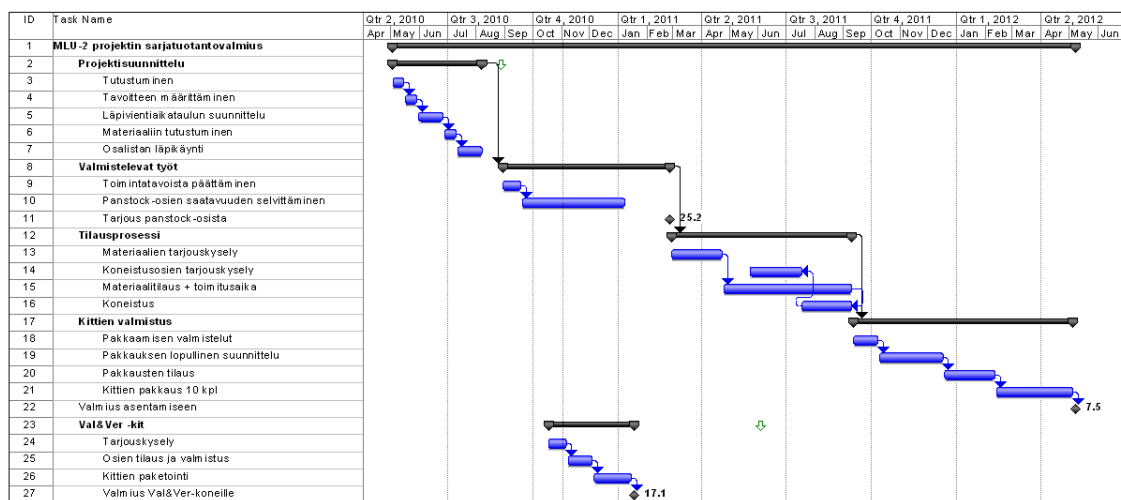
Ajatus on tässä vaiheessa hyvin yksinkertaistava ja helponkuuloinen. Mutta toisaalta, mikäli asioista tekee liian vaikeita, kompastuu helposti omaan nokkeluuteensa. Opin näytetyöni väliotsikoilla 4 - 7 avaan nyt pintaraapaisulta käsiteltyjä aiheita tarkemmin.

3.2 Aikataulutus

MLU-2 on tällä hetkellä vaiheessa, jossa testikoneiden järjestelmiä testataan. Prototyyppikoneiden toinen päivitysversio asennetaan tammikuuhun 2011 mennessä, jonka jälkeen valmistaudutaan kahden ns. Val & Ver -koneen modifiointiin. Nämä kaksi konetta ovat sarjatuotannon ensimmäiset koneet, joiden perusteella todennetaan asennuskittien sisältö sekä piirustusten ja ohjeistuksen oikeellisuus. Samalla varmistetaan Patrian kyky toimittaa päivitettyt koneet asiakkaan haluamalla tavalla ja aikataululla.

Yhden koneen päivittämiseen on laskettu kuluvaksi 130 työpäivää eli yli puoli vuotta. Val & Ver -vaiheessa läpimenoaika on lyhyempi, koska siihen panostettava resurssimäärä on huomattavasti suurempi eikä koneelle tehdä huoltotehtäviä tai rakennemodifikaatioita normaaliin tuotantotapaan.

Suunnittelemani prosessin aikataulutuksen (Kuvio 11) mukaisesti tavoiteltaisiin valmiutta toimittaa kittejä Val & Ver -koneiden jälkeen, vuoden 2012 alusta. Käytännössä tämä tarkoittaa ensimmäisten kittien valmistumista vuoden 2012 kesään mennessä. Tällöin jää pieni puskuri ennen kitin varsinaista tarvetta, ja pystytään varmistamaan, ettei päivityksen aloitus myöhästy osavalmistuksen hitauden vuoksi. Sarjavaiheen ensimmäinen kone tulee modifioitavaksi syksyllä 2012.



Kuvio 11: Projektin aikataulutus

Prosessin ensimmäiset Val & Ver -koneissa tarvittavat osat ovat lähteneet valmistettaviksi jo marraskuussa 2010, ja tarjouspyynnöt erilaisista kiinnittimistä on lähetetty.

Kiinnittimien toimitusaika venyy ensi kevääseen, eikä ensimmäisiä valmiita osiakaan voida odottaa ennen vuoden vaihtumista. Val & Ver –vaiheessa tehtävät 4 asennuskittiä toimitetaan Boeingille, joka toimittaa Ilmavoimille Val & Ver –asennuksen. Kiteistä kaksi tulee varaosakiteiksi ja kaksi koneisiin asennettavaksi. Sarjavaiheessa Ilmavoimille kitit toimittaa Patria, joka valmistaa itse valtaosan asennuskittiin tulevista nimikkeistä. Loppuosa sisällöstä tilataan toimittajalta.

Suunnittelun osalta valmius kaikkien loppujenkin osien valmistamiseen ja kittien pakkaamiseen pitäisi olla mielestäni viimeistään 2011 loppuun mennessä. Tällöin ehditään teettää sopivat erät valmistettavia osia. Kiinnittimien ja pientarvikkeiden tilaukset tehdään heti tarjousten saavuttua.

Projektin aikataulutuksessa on pyritty huomioimaan mahdolliset viivästykset prosessin kuluessa. Tämän vuoksi aikataulu on hyvin viitteellinen ja sitä tulee tarkentaa prosessin kuluessa. Tavoitteena aikataulua tehtäessä oli saavuttaa sarjatuotantovalmius vuoden 2012 elokuuhun mennessä. Tämän hetkisen suunnitelman mukaan se saavutettaisiin jo kesällä 2012. Mahdollisia epäonnistumisia varten pitäisi siis olla aikaa riittävästi.

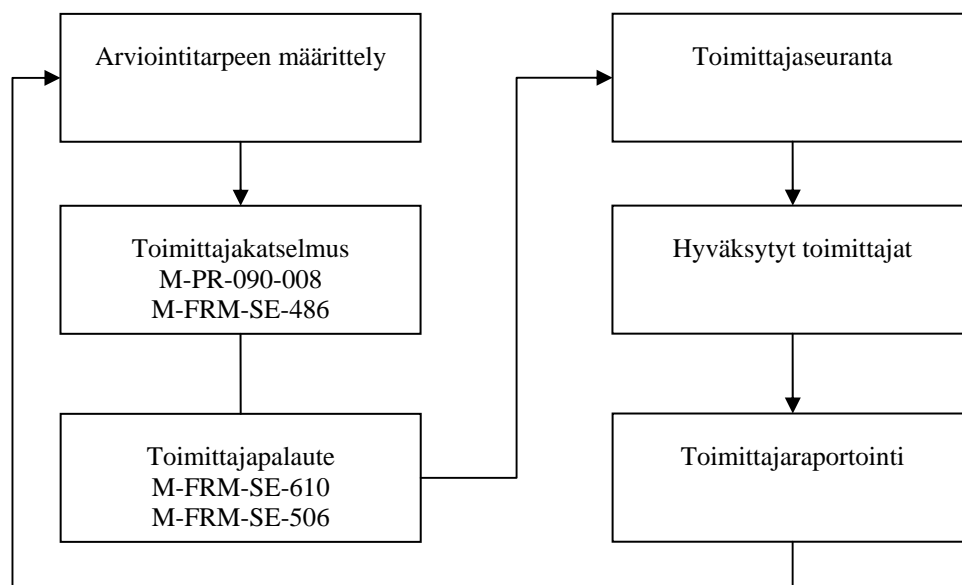
Aikataulutuksen suurin riski on toimitusketjujen toimiminen. Suuri osa projektissa käytävistä kiinnittimistä on valmiita pientarvikkeita, jotka tilataan Yhdysvalloista. Näiden toimitusajat ovat useampi kuukausi, mikä on tilauksille haasteellista. Tilattavia kiinnittämiä pitäisi olla tarpeeksi, jottei tule tilannetta, jossa huomataan tarvikkeiden loppuminen. Tällöin tilaaminen aiheuttaa viivettä.

4 Osavalmistus

4.1 Valmistuksen suunnittelu

Valmistuksen suunnittelun kannalta on tärkeää tietää, minkä kaltaisia osia tullaan valmistamaan. Osat jaotellaan valmistustapojen mukaisesti eri kategorioihin, joiden mukaan voidaan valita valmistajat, jotka tässä tapauksessa ovat alihankintana toimivia yrityksiä.

Patria Aviation on sisäisessä dokumentissaan (M-PR-090-009A, 2003) määritellyt käyttämiensä toimittajien arviointiin ja hyväksyntään liittyvät menettelytavat. Alla oleva vuokaavio on lainattu kyseisestä dokumentista ja se selvittää Patrian toimittajien evaluointiprosessia.



Kuvio 12: Toimittajien arviointiprosessi

Kuviosta nähdään, että prosessi sisältää kuusi päävaihetta. Prosessi aloitetaan pohtimalla arviointitarpeita ja sitä, minkä tasoisesta toimittajasta on kyse. Patria jakaa toimittajat neljään eri luokkaan sen mukaisesti, kuinka paljon toimittajan palveluita käytetään. Tämä osaltaan määrittelee toimittajalta vaadittavan laadun ja toimitusvarmuuden tasoa.

Tarpeen selvittyä suoritetaan toimittajakatselmus erillisen ohjeen mukaisesti. Katselmuksesta raportoidaan palaute, jonka seurauksena suoritetaan toimittajaseuranta. Mikäli kyse on toimittajasta, jonka kanssa yhteistyö on tiivistä ja jatkuvaa, voidaan tässä yhteydessä suorittaa näyteseuranta eli ns. FAI (First Article Inspection)-tarkastus. Tämän avulla varmistutaan toimittajan tuottamien tuotteiden laadusta.

Lopulta toimittaja listataan hyväksytyksi toimittajaksi. Patria käyttää vain hyväksytyttä toimittajia tehdessään hankintoja lentokaluston huoltoa varten. Toimittajia myös auditoidaan säännöllisesti. Hyväksytyt toimittajat täytyy kahden vuoden välein suoritettavassa tarkastuksessa osoittaa säilyttäneensä oma tasonsa, mikäli haluaa säilyttää ansaitun statuksensa.

MLU2-projektiin liittyvistä osista Patria teettää itse noin neljänneksen uusista nimikkeistä. Jäljelle jäävistä osista Boeing myy Patrialle noin kuudesosan ja loput ovat valmiina tilattavia pientarvikkeita kuten kiinnittimiä, teippejä tai tarroja.

Teetettävistä osista suoritetaan jako koneistettaviin osiin ja levyosiin piirustuksia tutkimalla. Tällä jaolla on helppo päästä toimimaan Patrian alihankkijakentällä, jossa on selkeästi erottunut levytöitä tekevät yritykset ja koneistusyritykset. Näin meneteltäessä on helppo pyytää tarjoukset tietynkaltaisia osia sisältävistä suuremmista osakokonaisuuksista eri alihankkijoilta, jolloin päästään maksimaaliseen tehokkuuteen. Tällöin myös teetettävä työ olisi laadullisesti erinomaista, jokaisen alihankkijana toimivan pysyessään keskittymään omaan erikoisosaamisalaansa.

Tämän lisäksi kappaleet vaativat erilaisia pintakäsittelyvaiheita kuten kromatointia, rikkihappoanodisointia sekä pohjamaalausta. Nämä kestävyyttä ja korroosionkestoa parantavat pinnoitusmenetelmät yhdessä maalaamisen voidaan toteuttaa samassa yrityksessä.

Tässä yhteydessä tulisikin ehkä miettiä, olisiko mahdollista tai perusteltua yhdistää kaikki pintakäsittely saman alihankkijan tehtäväksi. Mielestäni kuitenkin kannattaisi pohtia useamman pintakäsittelyyn erikoistuneen alihankkijan käyttämistä. Useampi toimittaja tarkoittaa toimitusvarmuuden kannalta hajautettua riskiä, jolloin mahdollinen epäonni toimitusten yhteydessä kohdistuu vain tiettyyn osaan osista. Kun myös huomioidaan tehtävän projektin laajuus, voidaan todeta usean suomalaisen pintakäsittelyyn

erikoistuneen yrityksen olevan liian pieniä toteuttamaan käsittelyä kaikille osille yhtäaikaaisesti. Tämän vuoksi useamman alihankkijan käyttäminen olisi mielestäni perusteltua, niin koneistus-, levytyö- kuin pintakäsittelyvaiheillakin.

Valmistamisjärjestyksen osalta on selkeämpää teettää osia tietyntylaisissa ryhmissä, esimerkiksi riippuen osan sijoituspaikasta koneessa. Tällöin valmistaminen nivoutuu myös osaksi kitin suunnittelua. Olisi mielestäni paremmin järkeenkäypää teettää yhteen kittipakettiin tulevat komponentit kerrallaan ja pakata valmiit kitit varastoon. Tällöin välivaraston koko pienenee.

4.2 Materiaalitarpeen selvitys

Päivitystä varten teetettäviin osiin tarvittava materiaali on pääosin 6000- ja 7000-sarjan alumiineja, joita käytetään sekä ohuina levyinä että paksumpina laattoina. Kaikki projektia varten tarvittava materiaali tilataan erikseen. Mitään valmiiksi tilattua ei siis käytetä.

Materiaalitarvetta varten tulisi tietää siitä tehtävien kappaleiden koko, jotta voidaan miettiä osan valmistamiseen tarvittavan aihion kokoa. Aihion kokoa määritettäessä tulee ottaa huomioon mm. kappaleen kiinnittämiselle vaadittava tila sekä koneistuksen vaatimat marginaalit. Aihion ollessa sopivan kokoinen siitä ei tarvitse poistaa liikaa perusainetta, mutta silti pystytään tuottamaan laadultaan mahdollisimman hyvä osa.

Mielestäni helpoin, yksinkertaisin ja samalla kustannustehokkain tapa on pyytää tarjouspyynnön yhteydessä alihankkijayritystä ilmoittamaan oma näkemyksensä tarvittavan aihion koosta. Yrityksellä, joka työn tekee, on näkemys omien laitteiden vaatimuksista ja ominaisuuksista, joiden kautta on helppo määrittää tarvittavan aihion koko. Tällainen toimintatapa vapauttaa resursseja ja parantaa kustannustehokkuutta.. Toimittajan käyttämä aika ahiokokojen määrittämiseen on kuitenkin huomattavasti lyhyempi, koska heidän tuntemus omaan laitteistoonsa on parempi. Myös omia resursseja on tarpeen säästää muun toiminnan vakaannuttamiseksi.

Materiaalitarpeen selvittyä ja materiaalitilausta mietittäessä näkisin mielekkääksi miettiä myös tilauserän kokoa. Välttämättä ei ole tarkoituksenmukaista tilata kaikkea mate-

riaalia kerralla, kun otetaan huomioon päivitysprojektin pituus. Pikemminkin kannattaisi panostaa ensimmäiseen, hieman suurempaan tilaukseen, jolla pyritään ennakoimaan aihokokojen vaikutusta materiaalimenekkiin. Tämän jälkeen on helpompi tarkentaa materiaalien tilausmääriä projektin loppua lähestyttäessä.

Toisaalta materiaalia pitäisi olla jatkuvasti saatavilla sen verran, ettei se pääse alihankkijoilta loppumaan. Tässä korostuukin asiantuntijatyön resursointi ja käyttö materiaalilogistiikan suunnittelulle. Hyvin suunniteltu toimitusketju varmistaa dynaamisen toiminnan välttämällä silti liian suuria puskurivarastoja.

4.3 Valmistuksen seuranta

Jotta prosessin etenemisestä ja sen tilasta voitaisiin olla selvillä, täytyy prosessin seurannan olla hyvin toimiva kokonaisuus. Onnistunut seuranta on mielestäni yksinkertainen ja läpinäkyvä, mutta erittäin toimiva järjestelmä.

Projektille sopivia valmistusmenetelmiä voisi valita lukuisittain, mutta järkeviä vaihtoehtoja on mielestäni kolme, joita arvioin seuraavaksi. Niistä ensimmäinen ja haastattelujeni mukaan käytetyin tapa on taulukkolaskentaohjelmistolla tehty taulukkodokumentti, jota osia teettävä työsuunnittelija päivittää sitä mukaan, kun tarvetta ilmenee. (Lyhteillä, Saario.)

Vaihtoehto 2 on Patrian käyttämän tuotannonohjausjärjestelmän V10 käyttäminen prosessin seurantaan. Samaisen järjestelmän kautta kuitenkin toimii jo valmistuspyyntöjen ja varastojen hallinta, jolloin seurannan integroiminen tähän yhteyteen voisi olla hyvä mahdollisuus.

Kolmantena vaihtoehtona mielestäni voisi suunnitella kahden edellä mainitun soveltamista niin, että niitä saadaan käytettyä sulavasti yhdessä. Tällöin voitaisiin yhdistää V10:n tuomat ominaisuudet taulukkolaskentapohjaiseen dokumenttiin.

4.3.1 Vaihtoehto 1: Taulukkolaskentadokumentti

Taulukkolaskentaohjelmiston käyttäminen valmistuksen seurantaan kuulostaa toisaalta aika kankealta vaihtoehdolta, mutta toisaalta hyvältä. Suuri vahvuushan tässä on sen

periaatteellinen valmis asemointi, jolloin tulostettuna dokumentista saa helposti havainnollinen ja sen päivittäminenkin on helppoa.

Tein itse eräänlaisen seurantapohjan Val & Ver -koneita varten tarvittavien osien teettämistä (Kuvio 13) Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmistolla. Taulukko on nähtävissä alta.

ValVer - LEX:n osat						
18.10.2010 / VS						
						W04914
Piir. Nro.	Osa 1					1007
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 2					1003
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X					4 kpl
Piir. Nro.	Osa 3					1002
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X	X			4 kpl
Piir. Nro.	Osa 4					1008
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X / X				2 kpl
Piir. Nro.	Osa 5					1009
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 6					1010
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 7					1011
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 8					1004
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 9					1005
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl
Piir. Nro.	Osa 10					1006
Alihankkija	Piirustus	Tarjouspyyntö	Työpaperit	Valmistuksessa	Valmis	Määrä
Alihankkija	X	X				4 kpl

Kuvio 13: Esimerkki taulukkolaskentaohjelman käyttämisestä valmistusseurantaan

Taulukon käyttämisessä tarkoitus on päivittää jokaista teetettävää osaa kohti tehtyä osiota. Nämä osiot on jaettu viiteen vaiheeseen, piirustuksen, tarjouspyynnön, työpape-

reiden, valmistuksen ja valmiin kappaleen lohkoihin. Tarkoituksena on ruksilla merkitä, missä vaiheessa kappaleiden valmistus on. Tämän lisäksi sähköisenä tehtynä, dokumentin yläreunaan päivitetään viimeistä päivämäärää jolloin dokumenttia on modifioitu.

Tulostettuna versiona voi myös käyttää värillisiä yliviivauskyniä hyvänä tehostamiskeinona, mikäli haluaa prosessin seurannan olevan nopeaa ja havainnollista. Taulukossa on myös näkyvissä eri osien teettämistä varten työnumerot sekä osien piirustusnumerot.

Suuremmassa mittakaavassa käytettäessä, pitäisi mielestäni tämänkaltaista taulukkoa pystyä laajentamaan entisestään. Yhtenä tapana voisi toimia dokumentti, jossa on yksi kokoava välilehti sekä oma välilehti jokaiselle osaerälle, mitä teetetään. Oikein rakennettuna voidaan eräkohtaisilta välilehdiltä kerätä tiedot yhdelle yhteenvetolomakkeelle, mistä työn etenemistä on helppo seurata. Tarvittaessa on myös mahdollisuus tarkkailla asiaa syvemmilläkin.

4.3.2 Vaihtoehto 2: V10 – käyttäminen

V10 on Logica Oy:n tekemä tuotannonohjausjärjestelmä, joka on käytössä Patrialla. Logica Oy on yritys, joka työllistää yhteensä 39000 henkilöä, joista Suomessa työskentelee 3100 (Logica Oy).

V10:stä on Patrialle räätälöity järjestelmä, jonka kautta kaikki tuotannon ohjaus ja seuraaminen periaatteessa pitäisi Aviation -liiketoiminnassa toimia. Ohjelmiston kautta kulkee työaikaseurannasta varastojen hallintaan kaikki osa-alueet.

Tuotannonohjauksellisesti V10 sisältää ominaisuuksia myös valmistuksen seurantaan. Seuraavalla sivulla nähtävillä olevassa kuvankaappauksesta (Kuvio 14) V10:stä voi nähdä, millaisia ominaisuuksia ohjelmisto tarjoaa.

Kuvankaappauksessa on avattu valmistusprosessi-välilehti, jossa on näkyvissä valmistuspyynnön tekemistä varten oleva lomake. Tämän lisäksi on valittavissa työsuunnitelun, valmistuksen ja tuotantoerän kustannuksien välilehdet joissa on lisää spesifioitua tietoa. Lisäksi vasemmalla olevasta valikosta voi valita esimerkiksi valmistuneet määrät -välilehden, jonka avulla pystyy selvittämään, montako kappaletta tiettyä nimikettä on teetetty.

Kuvio 14: V10 Valmistusprosessin hallinta

V10:n käyttämisen suhteen suurin ongelma on ohjelman lähes olematon dokumentointi. Myöskään koulutusta järjestelmän käyttämisestä ei ole tarjolla, jonka vuoksi suuri osa järjestelmän luomista mahdollisuuksista on luultavasti tällä hetkellä käyttämättä. Tämä voisi olla hyvä kohde tuotannon tehostamiseksi, pieni sijoitus V10:n dokumentointiin ja henkilöstön kouluttamiseen antaisi paljon eväitä tehokkaampaan ohjelmiston käyttämiseen ja sitä kautta töiden nopeutumiseen.

4.3.3 Vaihtoehto 3: Yhdistävä soveltaminen

Kolmantena vaihtoehtona voisi suunnitella V10:n ja oman seurantapohjan yhdistämistä. Tässä kohtaa kriittiseksi ehdoksi muodostunee helposti tietojen välittäminen V10:n ja oman seurantapohjan välillä. Oikein toimiessaan näistä kahdesta tekijästä saataisiin helposti toisiaan vahvistavia, jolloin päästäisiin parhaaseen tulokseen.

Yhtenä vaihtoehtona voisi myös pitää SQL -tietokannan tuomista osaksi seuranta. Esimerkiksi Microsoft Access -tietokantaohjelmistolla luotu pienimuotoinen seuranta-ohjelma voisi olla hyvä yhdistelmä monipuolisuutta ja käytön helppoutta. Tästä tehtiin evaluointimielessä kevyt tietokanta, joka tuntuu olevan suhteellisen toimiva.

Tietokanta perustuu kahteen päänäkömään, joista toisella (Kuvio 15) hallitaan jokaiselle nimikkeelle tehtyä nimikekorttia ja toisella (Kuvio 16) voidaan tarkastella nimikkeiden tilaa.

Row	BOM	M/P	Perf Work Ctr	Qty	Unit
1	0	M	147C01	1	EA

Part Type: [] Part Number: 74SB3459P01KA1 Next Assembly: [] End item: []

Description: REV K (API)

Notes: []

Päivitetty: []

Oma piirustusnumero: []

Työnumero: []

alihankkija: []

tila: []

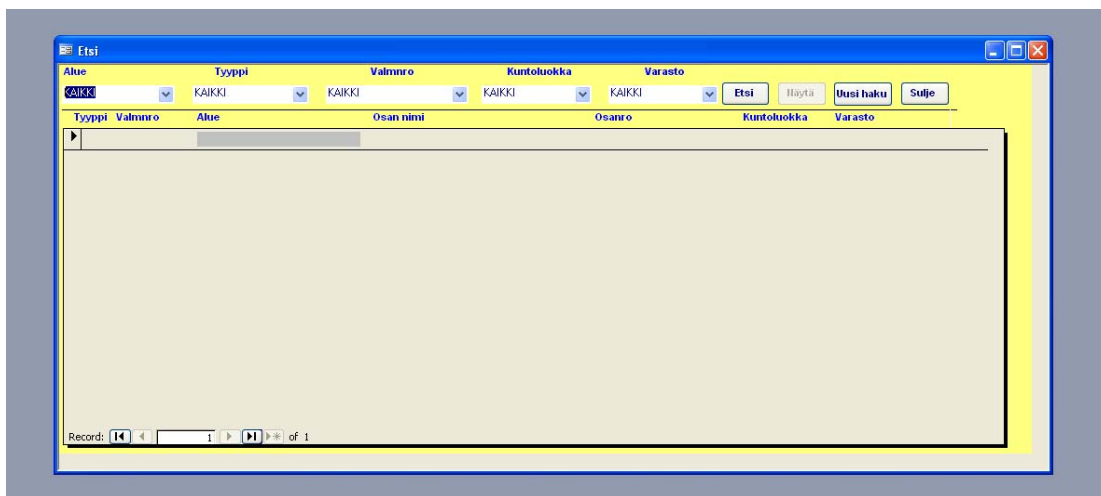
Lisätiedot: []

V10 Nimike: []

Kuvio 15: Nimikekorttien hallinta

Nimikekorttien hallinnassa linkitetään tietokantaan tehdyt nimikkeet tietyiltä osin alkuperäiseen lähdetietona toimineeseen osalistaan, sekä osittain V10:stä löytyviin tietoihin. Näiden perusteella luodaan nimikekortti, johon lisätään tietokannan omia tietueita kuten valitun alihankkijan sekä valmistettavan osan tilan taltiointi.

Lomakkeeseen on tehty myös hakumahdollisuus, jolloin päivittyneen nimikkeen tietoja on helppo päivittää joko työnumeroon, nimikkeen tunnuksen tai nimeen liittyvillä hakusanoilla. Tällöin ei mene turhaa aikaa nimikkeiden selaamiseen ja oikean etsimiseen.



Kuvio 16: Access -tietokannan etsintäikkuna

Etsintäomakkeen tarkoituksena on antaa nopeasti selkeä yleiskuva, missä tilanteessa nimikkeiden valmistaminen on. Etsintäikkunassa voi suorittaa hakuja esimerkiksi nimikkeen valmistusstatuksen mukaan, nimikkeen tunnukseen mukaan tai sen mukaan minne päin konetta nimikkeet on tarkoitettu asennettavaksi. Tällöin on helppo tarvittaessa tarkistaa esimerkiksi ohjaamon nimikkeiden tilanne tai yleisesti kartoittaa valmistettujen ja suunnitteluasteella olevien suhdetta.

Tietokannasta voidaan myös tarpeen vaatiessa raportoida erilaisia raportteja nimikkeiden tiloista ja päivitystilanteista, jolloin seurannan pitäisi olla helppoa.

4.3.4 Vaihtoehtojen yhteenveto

Näistä kolmesta vaihtoehdosta mielestäni kaikki ovat toteuttamiskelpoisia. Tärkeintä vaihtoehdon valinnassa ehkä olisikin keskittyä löytämään se ominaisuuksiltaan riittävässä määrin yksinkertaisin, eikä monipuolisin. Ylimääräinen informaatio kuitenkin monesti haittaa prosessin läpivientiä hidastamalla sitä.

Vaihtoehdon 1 vahvuus on selkeästi sen yksinkertaisuus. Riippumattomuus kaikesta muusta tekee siitä toimintavarman ja tavallaan myös helppokäyttöisen. Ongelmaksi oikeastaan muodostuu dokumenttien hallinta pidemmän tähtäimen valmistusta ajatellen. Erilaisia valmistuksenseuraamisdokumentteja jo MLU2-projektin osalta saattaa tulla satoja, jolloin dokumentinhallinnan pitäisi olla toimivaa.

V10:n käyttäminen vaihtoehdossa 2 kuulostaa myös houkuttelevalta vaihtoehdolta. Suurin vahvuus V10:n osalta on sen laajuus, järjestelmä sisältää jo valmiiksi kaiken tarpeellisen tiedon, jolloin sinne voisi olla helppo sisällyttää loputkin valmistukseen liittyvästä tiedosta.

Ongelmaksi oikeastaan muodostuukin ohjelman käytettävyys, joka on tällä hetkellä minimaalinen. Henkilöstön kouluttamisella sekä ohjelman dokumentoimisella saattaisi käyttöaste ja -arvo järjestelmän osalta kasvaa suuresti, jolloin sitä voisi käyttää myös valmistuksen seuraamiseen.

Kolmantena ollut vaihtoehto edellisten soveltamisesta keskenään on myös vartenotettava. Vahvuutena tässä on selkeytetty ja yksinkertaistettu käyttöliittymä, jossa kaikille erilaisia tarpeita omaaville käyttäjille on omat osionsa. Ongelmaksi lähinnä tulee tiedon ja taidon puute, tietokannan rakentaminen valmiiksi vaatii vielä paljon työtä ja palautetta.

Lopputuloksena mielestäni näistä kolmesta vaihtoehdosta V10:n käyttäminen olisi paras. Se kuitenkin edellyttää tuotannonohjausjärjestelmään perehtymistä ja sen käytön kouluttamista, jotta ohjelmistoa voisi käyttää. Tavallaan on mielestäni turhaa pitää käytössä ohjelmistoa, jonka käyttöä ei kunnolla hallita. Tällöin se korvataan juurikin vaihtoehtojen 1 ja 3 tyyppisillä sovellutuksilla, joka osaltaan lisää epämääräisyyttä.

4.4 Osatoimitusten hallinta ja välivarastointi

Osien valmistuttua tulee suunnitella niiden välivarastointi mahdollista kittien paketoitua varten. Suurimpina suunniteltavina asioina ovat käytettävä tila, varastointitapa sekä tilan varustelu.

Välivarastoinnin tulisi palvella mahdollisimman hyvin työntekijää, joka pakkaa osat konekohtaisiin kitteihin. Tämän vuoksi konsultoitiin työnesivalmistelija Y. Laalahtea (haastateltu syksyllä 2010) ja todettiin parhaaksi vaihtoehdoksi saada tila, jonne jää tarpeeksi kulkutilaa ja hyllytilaa, jolloin osat on helppo sijoitella loogisesti helpottamaan pakkaamista.

Yhtenä vaihtoehtona tilan suhteen on ajateltu HN-korjaamon autotallia, joka on tällä hetkellä kesäisin lähinnä käytössä satunnaisena varastona. Autotalli on lämmitetty tila, jonne on erilliset isot ulko-ovet sekä kulku sisätiloihin. Tilassa on jo valmiiksi muutamia hyllyjä, näitä lisää hankkimalla tilasta saataisiin kittien pakkaamista varten oivallinen tila.

Varustelun osalta tilan pitäisi pystyä tarjoamaan tietoliikenneyhteydet varastokirjanpitoa varten, sähkön sekä normaalit pakkaustarvikkeet. Näillä varusteilla pystytään mahdollistamaan kittien pakkaus ja täten vapauttamaan välivarasto mahdollisimman nopeasti uuteen käyttöön. Myös kulunvalvontaa tilaan tulisi pohtia, mikäli kulku olisi rajoitettu vain pakkaamista suorittaville sekä muille välttämättömille ihmisille, tilan siisteys ja varaston saldot pitäisivät luultavasti paremmin paikkansa.

Mikäli osia ei koeta tarpeelliseksi kohdistaa koneyksilöille tässä vaiheessa, voidaan välivarastoinnin sijasta ajatella valmista asennusta palvelevaa varastoa. Tämä ratkaisisi tilojen puutteesta johtuvan ongelman. Lisätilojen rakentaminen alle 10 vuoden päivitystä varten on epärealistinen ajatus, sen sijaan pitäisi pyrkiä tehostamaan jo käytössä olevien tilojen käyttöä. Tämä aspekti luo omat haasteensa.

Toimitettujen osien hallinta tulisi yhdistää valmistuksen seurantaan niin, että sen kautta on mahdollista tarkistaa nimikkeen valmistusmäärä. Tämä osaltaan auttaa myös varaston inventoinnissa, koska on olemassa valmis tieto määrästä, joka pitää pystyä selvittämään.

5 Nimikkeiden koneelle kohdistaminen

5.1 *Vaihtoehtojen esittely*

Jotta päivitys voitaisiin toteuttaa mahdollisimman sujuvalla aikataululla, tulee nimikkeiden olla valmiiksi koneille nimetyt. Tällöin on varaston nimikesaldoja selaamalla helppo tietää, onko tietylle koneelle jo kaikki tarvittavat osat valmiina asentamista varten.

Aiemmin tehdyissä MLU1-modifikaatioissa ei käytetty konekohtaisia kittejä lainkaan. Tarkoituksena oli rakentaa toimiva varasto, josta tarpeen vaatiessa haettiin koneelle kuuluvia osia. Tämä kuitenkin johti siihen, että tarkka tietoisuus varaston nimikesaldoista oli pimennossa ja varasto vaati jatkuvaa inventointia. (Saario, Virtanen)

Mielestäni asiaan on olemassa kaksi vaihtoehtoa, joita voidaan varioida tarpeen mukaisesti. Ensimmäisessä vaihtoehdossa kaikki osat ovat fyysisesti samassa tilassa ja toisessa osat on eritelty koneyksilökohtaisesti. Tilojen kokovaatimuksena kittien tekemistä varten vaaditaan enemmän tilaa kuin pelkästään osia varastoimalla.

Kittien paketointiin vaadittavaa tilaa prototyypikoneille Boeingin toimittamien kittien kokoa arvioimalla tarvitaan noin 1,5 x 0,6 x 0,6 m kokoinen tila ohjaamoon tulevia osia varten. Tämän lisäksi tulee huomioida muut osat kuten laitetilojen ja jatkettun johtoreunan uusien hyllyjen vaatimat osat.

Tällöin hyllyn syvyyden ja korkeuden ollessa 0,6 metriä, yhden koneen kittipaketteja varten voidaan arvioida tarvittavaksi noin viisi hyllymetriä. Tällöin jos valmiita kittipaketteja on kerralla 10, tarvittavaa hyllymetritilaa on oltava n. 50 metriä. Tämä tarkoittaa 5 päällekkäin olevaa 0,6 metrin korkeuksista hyllyä, joiden pituus on 10 metriä. Kittien pakkaamiseen voidaan arvioida vaadittavan sama tila.

Seuraavissa alaotsikoissa pohditaan näiden vaihtoehtojen toimivuutta ja käytännöllisyyttä, jonka jälkeen todetaan oman mielipiteen mukaisesti parempi vaihtoehto.

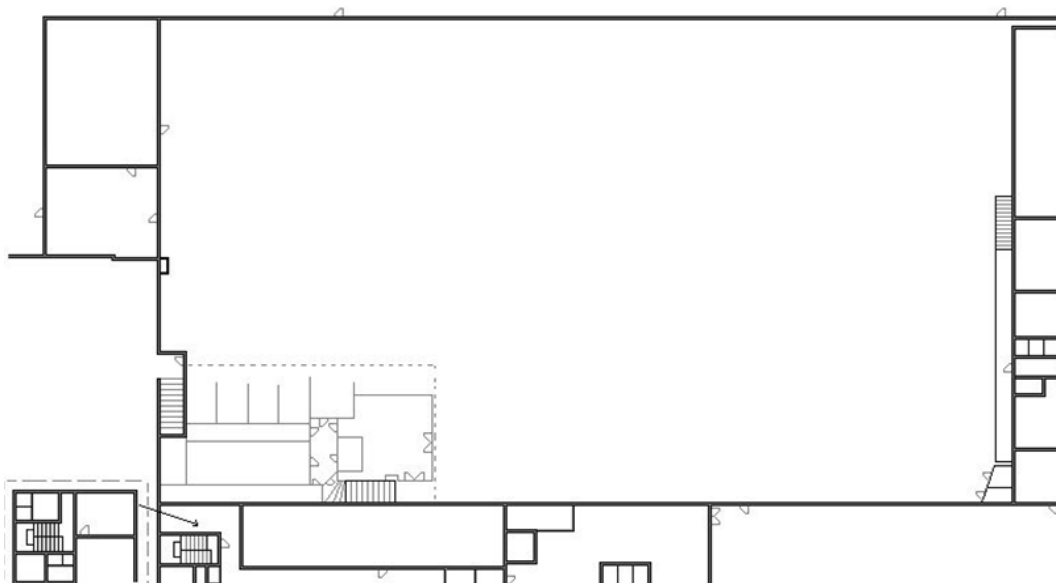
5.1.1 Vaihtoehto 1: Osat varastoitu koneyksilökohdistuksetta

Aiemman MLU1-mallin mukaisesti suoritettava vaihtoehto on toimitusprosessia nopeuttava vaihtoehto suhteessa erilliseen pakkaamiseen. Mikäli valmiit osat voidaan varastoida suoraan sellaiseen tilaan, josta ne tarvittaessa noudetaan koneyksilöille modifikaation yhteydessä, ei tarvita erillistä resurssia osien jakamiseen. Tällöin jokainen asentaja voisi periaatteessa itse käydä noutamassa nimikkeitä sen mukaan, mitä suoritettavana oleva työ vaatii.

Myös mahdolliset epäselvyydet päivityksen sisällön suhteen ovat helpommin korjattavissa tätä vaihtoehtoa mietittäessä. Mikäli koneyksilön uudessa modifikaatiossa havaitaan muutoksia tai esimerkiksi jokin osista rikkoutuu asennuksen yhteydessä, on varastosta helppo hakea toinen nimike rikkoutuneen tilalle.

Suurin heikkous tässä vaihtoehdossa on ehdottomasti seurannan vaikeus. Mikäli kaikki nimikkeet ovat vapaasti varastosta noudettavissa, on vaikea seurata missä tilanteessa työ on osien asennuksen suhteen. Myös tilanne, jossa modifikaatiota tehdään useammalle koneelle samanaikaisesti, saattaa tuottaa ongelmia. Mikäli jollain koneyksilöllä esiintyy ongelmia modifikaation suorittamisessa, saattaa muutkin samanaikaisesti päivityksen alaisena olevat yksilöt kärsiä haittaa, jos niihin vielä asennettavana olevien nimikkeiden kohdalla kaikki on käytetty ongelmia tuottaneeseen yksilöön.

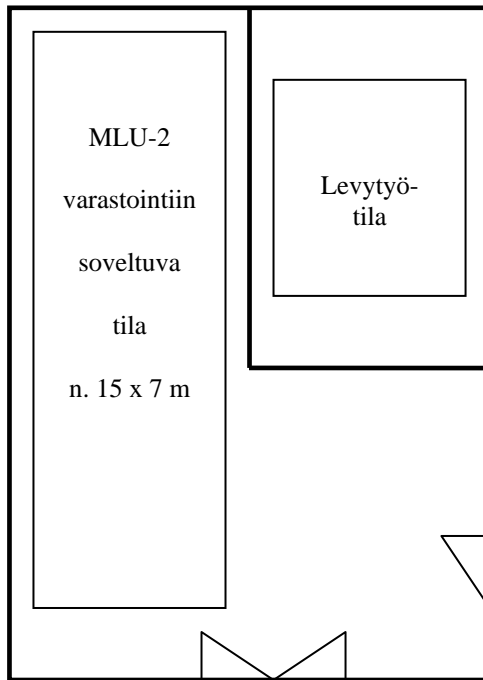
Tarvittavien tilojen kannalta tämä vaihtoehto ei välttämättä vaadi suuria ponnistuksia. Varaston toiminnan tehostaminen ja esimerkiksi yhden paterin tyhjentäminen täysin MLU2-päivityksen käyttöön saattaisi olla mahdollinen ajatus. Toisena vaihtoehtona pitäisikin HN-korjaamon levypajan yhteydessä olevan (Kuvio 17) varastotilan käyttöasteen tehostamista, jolloin saatettaisiin saada toimiva MLU2-varastotila.



Kuvio 17: HN-korjaamon pohjapiirros

Yllä olevan pohjapiirroskuvan vasemmassa ylänurkassa näkyvä huonetila toimii tällä hetkellä varastona ja levypajana. Tilan käyttöä tehostamalla esimerkiksi seuraavassa pohjapiirustuksessa (Kuvio 18) näkyvän suunnitelman mukaisesti, voisi tämän vaihtoehdon toteutuessa kaikki valmiit osat siirtää suoraan kyseisen tilan hyllyihin.

Kyseisen tilan korkeus (4 metriä) riittää tarpeeksi suuren hyllytilan saavuttamiseen. Tällöin tulisi miettiä hyllyjen käyttö niin, että tiettyyn työhön kuuluvat osat saataisiin mahdollisimman lähekkäin, mutta kuitenkin useampaan työhön tarvittavat osat (esim. kiinnikkeet) olisi aina helposti saatavilla. Tämän tilan koko riittää myös mainiosti ennalta arvioituun tilavaatimukseen, mitä 10 koneen päivitysosien säilyttäminen vaatii. Mikäli arvio vaatimuksesta toteutuu, jää myös tarpeeksi tilaa hyllyjen ympärille helpon saataavuuden ja toimivuuden varmistamiseksi. Samalla yleinen siisteys varastossa on helpommin ylläpidettävissä, tilan ollessa riittävä.



Kuvio 18: Levytyöpajan pohjapiirros

Tämä vaihtoehto vaatisi tilassa tällä hetkellä olevan varastoidun materiaalin uudelleen sijoittamista.

5.1.2 Vaihtoehto 2: Osat varastoitu koneyksilökohtaisesti

Toinen vaihtoehto on varastoida alihankkijoiden toimittamat osat väliaikaisesti sellaiseen varastoon, josta ne voidaan kerätä valmiiksi koneyksilökohtaisiin fyysisiin osakokonaisuuksiin. Koneyksilökohtainen varastointi on osaltaan valvotumpi ja hallitumpi prosessi. Ongelmaksi lähinnä muodostuukin ajatus valvonnan ja prosessin hallinnan tarpeesta, josta helposti tulee ylimääräisen tuntuista tietoa. Tällöin sen käyttöajatus hukkuu ja prosessin toiminta kärsii.

Tässä vaihtoehdossa suureksi vahvuudeksi mielestäni nousee paketin selkeä kohdistus tietylle koneelle. Tällöin paketin ollessa valmis voidaan varmistua kyseisen yksilön kohdalta valmiudesta suorittaa koko modifikaatio. Samalla saadaan helposti käsiteltävä kokonaisuus, joka konkreettisesti hoitaa kaiken päivityksessä tarvittavan materiaalin. Tällöin työaika säästyy modifikaatiota tehdessä enemmän itse työlle osien etsimisen ja varastolta hakemisen sijaan. Ongelmaksi muodostuvat helposti inhimilliset tekijät koh-

distamisen suhteen, erehdyksessä välistä jäänyt nimike saattaa helposti viivästyttää lentokoneen huoltoa.

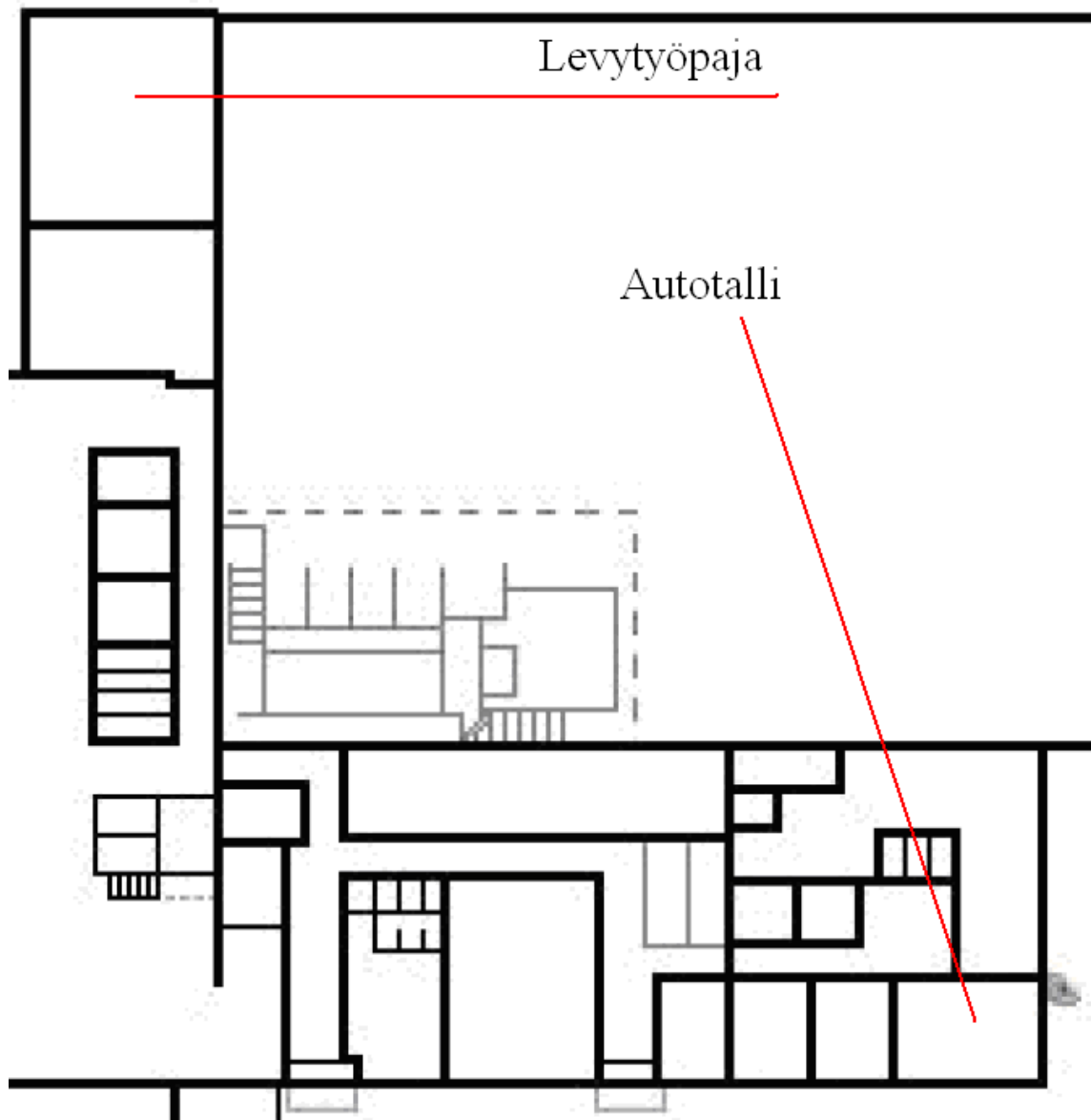
Puuttuvan osan löytäminen on huomattavasti vaikeampaa kuin vaihtoehtoa 1 käyttämällä, jolloin osia saattaisi olla hyllyssä valmiina. Nyt kaiken ollessa koneyksilöille kohdistettuna, toisesta paketista lainaaminen aiheuttaa ongelman sen koneyksilön kanssa, johon kyseinen paketti oli kohdistettu.

Tämän vaihtoehdon toteuttaminen vaatii myös erillisen varastointitilan lisäksi välivaraston. Näin voidaan varmistaa prosessin hallittu toiminta. Välivarastointi tultaisiin toteuttamaan myös V10:n varastohallinnassa eri varastoon kuin valmiiden kittien varastointi. Tällöin olisi helppo todeta prosessin aikana tai sen jälkeen prosessille kohdistettujen, ylimääräiseksi jääneiden nimikerivien määrä.

Tilaongelmaa varten esittäisin ratkaisuksi käyttää esimerkiksi HN-korjaamon läheisyydestä löytyvää autotallia, sekä levytyöpajaa. Tässä ratkaisussa (Kuva 1) nykyinen autotalli toimisi osien välivarastona pakkaamista varten ja levytyöpaja pakettien varastointiin.

Etuja näiden tilojen käyttämisessä olisi niiden nykyinen suhteellisen matala käyttöaste. Edellisen projektin jäljiltä lähes tyhjilleen jääneen autotallin käyttöönotto pakettien kokoamistilaksi vaatisi lähinnä verkkoyhteyden ja tietokoneen asentamista, jotta saadaan yhteys V10:n kautta varastojen hallintaan. Levytyöpajasta osa toimii jo valmiiksi varastona, joten sen hyllytilan käyttö MLU2-projektin osien pakettien säilöntään lienee mahdollista.

Toisena vaihtoehtona valmiiden kokonaisuuksien varastointiin voisi mielestäni toimia Hallin varasto. Tosin, mikäli prosessi toteutetaan suunnitelmani mukaisella tavalla, valmistettuja osia on kerrallaan vain sopiva määrä. Suurin osa päivitykseen liittyvistä nimikkeistä on siis joko asennettuna tai vielä levyaihioina. Tällöin tarve lisätilan käytölle varastointiin on lähes minimaalinen eikä välivarastointitilanaakaan toimivan autotallin alkuperäinen käyttötarve auton lämpimänä säilyttämiseen välttämättä vaarantuisi.



Kuva 1: Autotallin ja levytyöpajan käyttö MLU-2 projektissa

Näiden tilojen etuna on myös suhteellisen lyhyt väli varastojen välillä sekä asennusta ajatellen. Myös tarvittava tilavaatimus tulee näillä tiloilla täytettyä jotenkuten. Pakkaamiseen ajateltu tila on kooltaan n. 5 x 7 metriä, jonka pitäisi riittää pakkaamista varten, mutta osien siirtely esimerkiksi pumppukärryjen avulla saattaa vaikeutua tilan ahtauden vuoksi.

Suurena etuna osien valmiiksi kohdistamisessa ja pakkaamisessa on myös varaston nimikerivien saldojen tarkkuuden säilyttäminen. On huomattavasti helpompi hallita mak-

simissaan 60 kitin sarjaa, kuin noin 400 erillistä nimikettä, jotka jakaantuvat kuudellekymmenelle koneelle.

5.1.3 Vaihtoehtojen yhteenveto

Mielestäni kumpikin vaihtoehto on varteenotettava. Vaihtoehtoista ensimmäistä, kohdistamatonta varastointia on haastattelujeni mukaan käytetty jo pitkään eikä nyt toisena olevaa vaihtoehtoa osien valmiista kohdistamisesta sinänsä ole testattu. Tämän vuoksi mielestäni tulisi ainakin tutkia, toimiiko vaihtoehto 2 paremmin.

Yhteen koneeseen tulee noin 400 erilaista nimikettä ja yli 4000 osaa. Tällaisen määrän keräämiseen ja varastojen hallinnointiin voidaan laskea kuluvaksi kahdelta henkilöltä yksi työpäivä. Tällöin 60 kitin paketointi kestää kahdelta henkilöltä n. 3 kuukautta, joka on lyhyt aika suhteutettuna 130 päivää kestävään modifikaatioon.

Mielestäni tällöin mahdollinen epäonnistuminen kittien paketoinnissa on helposti korjattavissa takaisin hyllyvarastointiin, jos ajatus ei toimi. Jälkikäteen tapahtuva paketointi saattaa olla puolestaan hankalaa varastojen nimikesaldojen seurannan kannalta ja aiheuttaa täten ongelmia tuotannon sujuvuudelle.

Toimiva konekohtainen paketointi on kuitenkin helppo tapa siirtää kerralla kaikki suurempiin työkokonaisuuksiin kuuluvat osat koneelle, jolloin ne ovat asentajille helposti saatavilla.

Vaihtoehtoon 1 päätyessä pysyttäydytään tosin vanhassa tavassa, joka on yhtiön työntekijöille jo ennestään tuttu. Monesti vaihtaminen uuteen menetelmään aiheuttaa aluksi pientä epätietoisuutta, mutta ottaen huomioon suunniteltavan prosessin laajuus ja kesto, 10 vuoden aikaikkuna pitäisi riittää tässä hävityn työajan takaisin kuromiseen.

5.2 Paketin suunnittelu

Mikäli päädytään edellisessä otsikossa käyttämään vaihtoehtoa kaksi ehdotukseni mukaisesti, täytyy miettiä millaisia kokonaisuuksia paketoidaan samaan kokonaisuuteen.

Paketointiin ehkä järkevin ratkaisu olisi käyttää pahvilaatikkoo, jonka sisälle leikkaetaan sopivanmuotoiset tukikappaleet vaahtomuovista. Tällöin osat saadaan säilöttyä ja kuljetettua turvallisesti ilman vaaraa osien rikkoutumisesta.

Paketin suunnittelu tulee olemaan käytännössä kokemusperäistä yritys-erehdysperiaatteeseen perustuvaa suunnittelua. Etenkin kiinnitinosien vaatiman koon arviointi pelkkiä numeraalisia tietoja käyttäen on käytännössä mahdotonta, helpoin ja nopein tapa suunnitteluun olisi mielestäni yhden paketin rakentaminen samalla suunnittelemalla. Tässä yhteydessä käsin tehdyistä sisätuista saadaan prototyypit alihankintana tilattavien vaahtomuovikappaleiden muotoiluun. Lähinnä etukäteen tehtävän suunnittelun ajatuksena pitäisin osien jakamista useampaan kokonaisuuteen, koska välttämättä ei ole perusteltua viedä modifikaatiossa olevalle koneelle yhtä pahvilaatikkoo, joka sisältää kaikille menevät osat.

Jakoperusteiksi on mielestäni kaksi eri vaihtoehtoa: sijaintikohtainen jakaminen sekä tyyppikohtainen jakaminen. Tyyppikohtaisella jakamisella tarkoitetaan jakoa erityyppiin osiin kuten sähköjärjestelmän osiin, ilmastointijärjestelmän osiin tai mekaanisiin osiin.

Patria Aviation Oy on rakentanut huoltojärjestelmänsä tukemaan erilaisia töitä tekeviä asentajia. Asentajista osa on sähkötöihin erikoistuneita ja osa mekaanisiin töihin erikoistuneita. Tämän perusteella voidaan havaita tietynlainen loogisuus valita käytettäväksi tyyppikohtaista osien jakamista, jolloin koneelle modifikaatiota tekevä sähkömies saisi käsiinsä koneen sähköjärjestelmiin liittyvät komponentit.

Mikäli osat jaettaisiin sijoituskohteen perusteella, olisi helppo tehdä tietyn alueen työt valmiiksi asentamalla kaikki pakettiin kuulunut materiaali. Tällöin myös asentamisen seuranta olisi helppoa, kun voidaan tyhjennettyjen kittilaatikoiden perusteella havaita asennuksen valmistuminen.

Suurimmat osakokonaisuudet päivityksen suhteen sijoittuvat ohjaamon alueelle, ohjaamon alla oikealla puolella olevaan luukkutilaan sekä rakennekorjauksiin ympäri konetta.

Näiden lisäksi päivityksessä tehdään töitä nokan vasemmalla puolen laitetilassa 14R sekä nokkalaskutelinetilassa. Ottaen huomioon osien yhteenlasketun määrän, on mieles-

täni mielekkäämpää jakaa osat esimerkiksi viiteen pakettiin aluekohtaisesti, kuin kolmeen pakettiin tyyppikohtaisesti. Viiteen pakettiin jakaminen tarkoittaisi keskimäärin alle sadan kappaleen kokonaisuuksia, kolmen paketin mennessä sen yli.

Tämän lisäksi mielestäni olisi perusteltua tehdä tietyille alueelle tulevista osista valmiiksi sopivia osakokonaisuuksia. Tällaisia on esimerkiksi ohjaamoon tulevan uuden MC-DU:n (Multi Control Display Unit) vaatima uusi keskikonsoli sekä 13R tilaan tuleva uusi laitehylly.

Näin toimittaessa samalla paketteihin jäävät osat kohdistuvat paremmin tekijöilleen, mekaanisten osien yhdistyessä yhdeksi suuremmaksi kokonaisuudeksi. Tällöin jäljelle jäävistä sähkö- ja ilmastointijärjestelmien osista on helpompi löytää omaan tarkoitukseen sopiva osa.

5.3 Seuranta

Kittipakettien valmistuksen seuranta on järkevintä rakentaa toimitettujen osien, ja valmistuneiden kittien seurantaan. Välissä tapahtuvan prosessin seurantatiedolla ei ole varsinaisesti käyttöä, koska prosessi on niin lyhyt. Päivän tai kaksi kestävä prosessi ei vaadi enää pienemmäksi pilkontaa.

Valmistuneen kitin osalta on syytä seurata kittiin pakattuja osia. Tämä helpottaa myös kittiä pakkaavan henkilön työtä. Osia kerätessään, pakkaajan on helppo merkitä, paljonko kyseistä osaa on kerätty. Tällöin on jatkuvasti tieto kitissä olevista osista, eikä virhetilanteita pääse syntymään niin helposti.

Tämän seurannan toteutustapana näen järkevimmäksi tehdä kittikohtaisesta seurannasta paperiversio, joka liitetään varastoon kitin sisällä. Tämän lisäksi pakkauslomakkeesta voidaan ottaa kopio, jonka avulla varastojen päivittäminen helpottuu.

6 Logistiikka

6.1 Osalogistiikka

Osien logistista prosessia mietittäessä, voidaan todeta sen alkavan valmistuksesta ja päättyvän kittien paketointiin. Ennen kittien tekoa, tulisi siis määrittää mahdollisimman toimiva toimitusketju osille ja niihin liittyville materiaaleille.

Valmistusvaiheen logistiikka aikatauluineen tulee suunniteltua osakohtaisia työvaiheluetteloita ja -määriä tehdessä. Osan teettämistä varten tulee määrittää työlle aikataulu, jonka mukaisesti osan valmistus pyrkii etenemään. Esittelen tämän kappaleen lopussa esimerkin, minkälainen prosessi työvaiheluettelon valmistaminen on.

Työvaiheluettelo päättyy osan valmistumiseen ja saapumiseen Patrialle. Tämän jälkeinen toimintatapa kittien pakkaamiseen asti on syytä valmistella ennen osien valmistamista.

Valmiiden osien suhteen on mielestäni valittavana kaksi vaihtoehtoa, joista parempi riippuu siitä, miten jakelu koneille suoritetaan. Jaonhan voi tehdä kittipaketteina tai yksittäin varastohylystä haettavin komponentein.

Mikäli päädytään kittipakettien käyttöön, tulee valmiiden osien varastoinnin palvella kittien valmistamista. Tällöin tärkeimmäksi ja kokoavaksi asiaksi muodostuu osien järjestyksen loogisuus suhteessa kittipakettien sisältöihin. Hyvän pakkausympäristön takaamiseksi osat täytyy saada hyllyyn järjesteltyä niin, että niiden kerääminen kittipakettiin on helppoa ja nopeaa.

Suurin osa päivityksen nimikkeistä on sellaisia, joita päivityksessä asennetaan vain yksi kappale konetta kohti. Sen lisäksi on nimikkeitä, joita asennetaan useampi. Näiden nimikkeiden kohdalla on tärkeää välivarastoida nimikkeet valmiiksi yhden kitin vaatimaan määrään, jolloin kittiä pakatessa ei ole tarpeen laskea kappaleita muuten kuin tarkistusmielessä.

Yksittäin haettavien, kerrallaan lopullisesti varastoitavien osien kohdalla tulee mielestäni keskittyä miettimään varastointilogistiikka sellaiseksi, jossa varaston nopea käytettä-

vyys on ensisijalla. Avaimina tähän toimii mielestäni loogisuus nimikkeen tunnuksen ja varastointipaikan suhteen, jolloin työn tekijän on helppo oppia hyllyissä olevien tunnus-ten sijainnit suurpiirteisesti.

Näin toimiessa tulee myös miettiä, kannattaako kaikkia nimikkeen osia varastoida samaan hyllyyn samaan aikaan. Toinen vaihtoehtohan olisi käyttää tiettyä osaa hyllyistä koneille menevinä syöttöhylljinä, joita täytetään suuremmasta varastosta.

Tällöin osien menekki ja käyttö saadaan inventoitua yksinkertaisemmin. Toisaalta, tavar-
ran siirtely varastossa on aina resursseja syövä tekijä. Tämän vuoksi mielestäni järke-
vintä olisi sovittaa valmistusaikataulu sellaiseksi, ettei oman varastomme kapasiteetti
kasva liiaksi. Samalla varastoon sidottu pääoma pystytään minimoimaan.

Esimerkki osavalmistuksesta: Koneistettavan osan valmistusprosessi

Valmistusprosessin suunnittelu joka esitellään, liittyy koneistettavaan kappaleeseen. Osa on tyyliltään rakenteen suuri ja kantava komponentti, jonka tulisi kestää ilman lisä-
rakenteita siihen kohdistettavat kuormat.

Tuuman paksuisesta alumiinilevystä valmistettavalle kappaleelle luonnollisin valmis-
tusmenetelmä on jyrsimä. Jyrsimellä pystytään koneistamaan kappaleeseen vaaditut
kapeat urat ja ahtaat muodot niin, ettei erillistä osien uudelleen toisiinsa liittämistä tarvi-
ta kuten esimerkiksi levyprofiilista hitsaamalla rakentaen.

Osalle tulee tehdä myös rikkihappoanodisointikäsitely. Anodisoinnin tarkoituksena on
pinnoittaa alumiinipinta rikkidioksidilla, jolloin osan korroosionkesto paranee huomati-
tavasti. Tämän jälkeen osa maalataan.

Valmistusprosessin suunnittelu voidaan aloittaa alihankkijoiden kartoituksella ja työ-
menetelmien pohtimisella, joiden suhteen arvioidaan prosessin pituus. Tämän jälkeen
prosessi voidaan aikatauluttaa suhteessa siihen määreeseen, johon mennessä osien tulee
olla valmiita. Tässä tapauksessa deadline oli valittu joulukuun alkuun.

Patrian työvaiheluettelot alihankkijoille tehdään tuotannonohjausjärjestelmä V10:n
kautta. Esimerkkiosa päätettiin koneistaa jyrsimällä NN Oy:llä, jonka jälkeen osa lähe-

tetään pintakäsiteltäväksi MM Oy:lle. Maalaukseen osa tulee Patria Aviation Oy:n omaan maalaamoon Jämsän Halliin.

Koneistus aika tälle noin 50 cm pitkälle, 20 cm leveälle ja 2 cm paksulle osalle on suhteellisen pieni. Pidempi aika koko koneistusprosessia ajatellen menee koneen ohjelmointiin, kuin lyhyen tuotesarjan tekemiseen. Arvio materiaalin aihion leikkaamisesta valmiiseen koneistukseen todettiin olevan noin kaksi viikkoa, josta toimituksiin menee muutama päivä. Tällöin lokakuun lopussa valmistettavaksi lähetetty kappale lasketaan olevan valmis pintakäsiteltäväksi ennen marraskuun puoliväliä.

Pintakäsittelyprosessina rikkihappoanodisointi on nopea. Aikataulun kannalta käsittely on kuitenkin hankala, koska rikkihappoanodisoitu pinta vaatii pohjamaalauksen 48 h kuluessa anodisoinnista. Tällöin aikataulutuspintakäsittelylle täytyy laskea tarkoin, jotta prosessin seuraava tekijä eli maalaamo tietää koska osat ovat mahdollista maalata. Mielestäni tämä on ainut keino pystyä tavoittamaan 2 vuorokauden määräaika pohjamaalauksen suhteen. Pohjamaalauksen ja merkitsemisen osalta aikaa jää näin ollen vähintään viikko.

Näin laskettuna prosessin aikataulutuksesta tulee mielestäni sopivan tiukka, joka mahdollistaa pienet takaiskut sekoittamatta aikataulua. Toisaalta, mikäli kaikki osaprosessit sujuvat mallikkaasti, ei osan tarvitse valmistumisestaan pitkään odottaa.

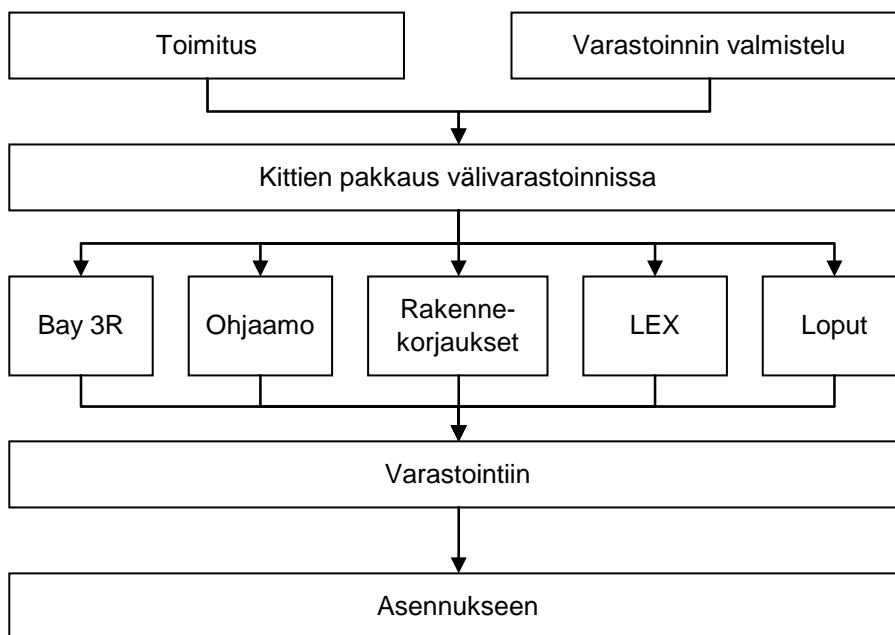
6.2 Kittilogistiikka

Mielestäni kittien paketoinnin onnistuminen on erittäin tärkeä osuus suunnittelemani osaprosessin toiminnan kannalta. Mikäli kittiä päädytään käyttämään esittämälläni tavalla, toimii se osaprosessissa varsinaisena tuotteena. Tällöin osapaketti on se osuus prosessista, joka parhaiten ulkopuoliselle näkyy.

Kittejä pakatessa tulee miettiä kitille sopiva jako, koko ja pakkausjärjestys. Mielestäni hyvä osapaketti on sellainen, jossa on käyttäjälleen kaikki tarvittava helposti saatavilla, muttei mitään ylimääräistä. Tämä on samalla ehkä suurin haaste koko osaprosessin suunnittelussa, koska samassa kohteessa saattaa työskennellä useampikin eri alan ammattilainen.

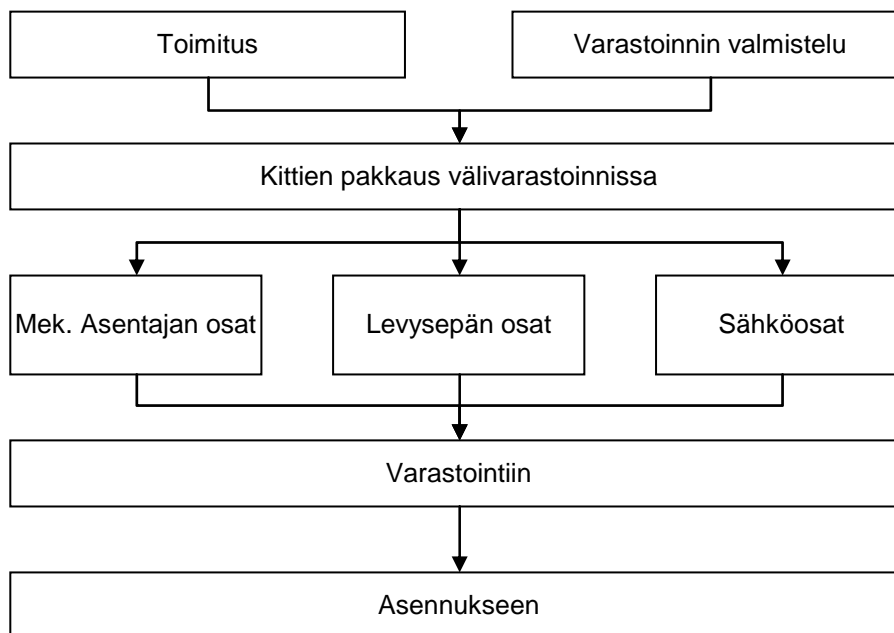
Pakettien jaon suhteen on hankala tehdä arvioita, ennen ensimmäisiä konkreettisia osia. Suurin syy tähän on vaikeus, tai lähinnä mahdottomuus kiinnittimien ja muiden irtovaroiden koon mietinnässä. Pakettiin voisi jättää tilaa näitä tekijöitä varten riittämiin, mutta tällöin tulee ongelmaksi sen huono pakkautuvuus. Tämä puolestaan vaikuttaa paketin käsittelyyn, koska sen painopiste saattaa muuttua osien liikahdella.

Aiemmin on jo esitelty pakkauksen jakamisen suhteen erilaisia periaatteita. Mahdollistahan on jaotella osat kitteihin ihan mielivaltaisestikin, mutta ehkä rationaalisempaa on suorittaa toimenpide joko työntekijän, tai työkohteen mukaan, alla olevien vuokaavioiden mukaisesti



Kuvio 19: Kittien jako työkohteen mukaisesti

Reilun 400 nimikkeen jakaminen viiteen kittiin tarkoittaisi alle sataa nimikettä yhtä pakettia kohti. Mielestäni tämä on suhteellisen realistinen arvio sopivasta koosta. Kittijassa oleva Bay 3R tarkoittaa laitetilaa, joka on 13R luukun alla.



Kuvio 20: Kittien jako työntekijöiden mukaisesti

Näin jakamalla pakattavien kittien määrä vähenee, mutta vastaavasti niihin sisältyvä nimikemäärä kasvaa. Tämä saattaa helposti tehdä työstä monimutkaisempaa. Mekaanisen asentajan osiin on ajateltu myös ECS-järjestelmään tulevat modifikaatio-osat.

Omasta näkökulmastani näkisin jaon kohteen mukaisesti perustellummaksi vaihtoehdoksi. Suurimpana syynä tähän on helppo kittien sijoittelu eripuolille konetta, aina kohteen läheisyyteen. Tällöin ei kittipaketteja tarvitse asennuksen alettua enempää siirrellä.

Samoin kohteen mukaisesti jaettuna pystytään paremmin varautumaan tilanteeseen, jossa jokin osuus modifikaatiosta alkaa myöhemmin kuin ensimmäiset. Tällöin mikäli esimerkiksi ohjaamon modifikaatio myöhästyy, voidaan laittilojen töitä tehdä ilman, että koneelle on jo tuotu ohjaamoon kuuluvia osia.

Kittipaketti on mielestäni järkevintä koota pahvilaatikkoon, johon teetetään alihankintana sopivat täytteet. Täytemateriaalina voidaan käyttää jonkin tyyppistä vaahtomuovia, joka leikkaamalla saadaan haluttuun muotoon. Toimintatapana kittipakettien suunnittelussa olisi mielestäni järkevintä tehdä yhden kitin vaahtomuovit itse sahaamalla, ja sen jälkeen näiden muotojen mukaisesti alkaa teettää alihankkijalla seuraavia.

7 Projektin valvonta

Projektin valvontaa varten tulisi miettiä käytettävät ohjelmistot sekä toimintatavat, ennen prosessin varsinaista käynnistämistä. Flourisin ja Trentin ajatusten mukaisesti mielestäni järkevintä olisi perustaa yksi keskitetty tietokanta kaikelle projektiin liittyvälle tiedolle. Tähän tarkoitukseen tulisi miettiä V10:n sopivuutta ja soveltuvuutta sekä tarvittaessa kehittää sitä.

Joiltain osin luultavasti joudutaan turvautumaan muihinkin sovellutuksiin tiedon hallinnassa, mutta tulevaisuutta ajatellen niistä tulisi pyrkiä eroon mahdollisimman ripeästi. Tällaisia sovellutuksia ovat esimerkiksi osavalmistuksen seurantaan käytetyt taulukkolaskentaohjelmien taulukot tai muut tietokannat, jotka eivät edesauta projektin yksiselkoisuutta.

Projektin etenemisen suhteen yksi tärkeä osa valvontaa on myös kaiken koneasennuksia varten varastoihin tuotavan osan tarkistaminen. Vastaanottotarkastusproseduurin tulisi olla mahdollisimman näkymätön, mutta sellainen, joka huomaa mahdolliset virheet valmistettavissa erissä.

Kuitenkin otettaessa huomioon tilattava laajuus ja aikataulu, ei mielestäni ole mahdollista tarkistaa tarvittaessa jopa jokaista vastaanottoon saapuvaa osaa. Toisaalta, todennäköisyys löytää virhekappaleita on hyvin pieni. Tämän vuoksi tulisi miettiä järkevin vaihtoehto, jossa osien tarkastelu olisi tarkkaa, muttei hidastavaa. Mielestäni yhtenä vaihtoehtona voisi ajatella jokaisesta tilattavasta erästä yhden osan tarkistamista satunnaisesti, joka lähellä virheellisen mittojaan ollessa jo aiheuttaisi loppujenkin samassa erässä olevien tarkistamisen.

Myös palaute asennuksesta vastaanottotarkastukseen tulee huomioida tärkeänä asiana. Mikäli vastaanottotarkastuksessa ei osata arvioida asennuksessa kriittisiä mittoja, tulee tarkastuksesta täysin turha.

Valvontaa helpottamaan myös varastotoimintoja tulisi mielestäni helpottaa. Mahdollisuutta viivakoodilaitteiden käyttöön kirjanpidon tukena on selvitetty ja niiden selvittelyä jatketaan. Tarkoituksena olisi saada varastotoiminnoista kuten vastaanotosta, kitin pakkaamisesta sekä niihin liittyvästä kirjanpidosta mahdollisimman virheetöntä. Tähän hy-

vänä keinona toimisi mielestäni viivakoodiperustainen järjestelmä, jossa kaikki nimiketunnukset ja toiminnot liitettäisiin viivakoodeihin. Tällöin virhenäpäytyksien määrä pienenee huomattavasti ja tietokoneen käyttö nopeutuu.

Varaston hallintaohjelmistona käytetty V10 tukee jo joiltain osin viivakoodien käyttöä. Ajatuksena olisi vastaanottotarkastuksen yhteydessä, varastoon sijoitettaessa tehdä nimikkeistä viivakooditunnukset, jotka kittiä pakatessa voidaan tulostaa keruulistaan. Tällöin kittiä kerätessä työntekijä voi osat kittiin laskiessaan viivakoodilukijalla merkitä osat kerätyksi, jolloin järjestelmä poistaa ne automaattisesti varaston kirjanpidosta ja lisää kittipaketin sisältöön.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää MLU2-projektin osalta osavalmistuksen ja koneelle toimittamisen osaprosessi, joka olisi yksi mahdollisuus suorittaa projektin läpiviemi näiltä osin. Ennen työtä asian suunnittelua ei ollut vielä aloitettu, mutta projektin yleissuunnitelma oli tehty. Osavalmistus prosessina on rakennekorjaamolla tunnettu toiminta, joka helpotti työn tekemistä huomattavasti.

Tavoitteet työn aikana säilyivät samana, mutta keskittyminen pienempiin prosessin hienosäätöihin koettiin tarpeellisemmaksi. Prosessia suunniteltaessa haastateltiin ihmisiä kokemukseräisen tiedon keräämiseksi sekä etsittiin uusia ajatuksia kirjallisuudesta.

Itselleni asetin työtä tehdessä tavoitteeksi oppia ymmärtämään koko prosessi sekä pysyä toimimaan osana sitä. Tarvittavan ymmärryksen saavuttamiseksi tiedostin työmäärän olevan suuri. Koulutunneilla opitun perustiedon kautta sen soveltaminen oli kuitenkin mahdollista, ja projekti saatiin vietyä läpi.

Lopputuloksena tämä opinnäytetyö sisältää näkemyksen prosessin läpiviennistä perusteluineen. Olen työssäni esitellyt erilaisia vaihtoehtoja prosessin toteuttamiseen sekä pyrkinyt itse valitsemaan niistä mielestäni parhaan. Omat valintani perustuvat täysin siihen tietoon ja taitoon, mitä tällä hetkellä omaan.

Projektin läpiviemiseksi järkevintä mielestäni on rakentaa selkeä organisaatio jopa osavalmistuksen osalta osien valmistamiseksi. Selkeä jako osien teettämisen ja valvomisen sekä kittien pakkaamisen osalta selkeyttää prosessin läpikulkua ja oikein toteutettuna parantaa tiedonkulkua. Tällöin saavutetaan optimaalinen tila prosessin läpiviennin kannalta.

Myös tulevaisuutta ajatellen tämän projektin osavalmistuksessa ja hankinnassa voisi olla perusteltua miettiä Hornet-kaluston elinkaaren loppupäätä. Valmistajan tuen päättyttyä tulee olla valmius omavaraisuuteen koneiden huollossa.

Mielestäni opinnäytetyössä päästiin haluttuun lopputulokseen, prosessisuunnitelmaan osavalmistuksen osalta. Opinnäytetyön esittämä vaihtoehto ei ole absoluuttisesti ainut oikea, vaan jättää varaa tulkinnoillekin. Uskoisin siitä silti olevan hyötyä jatkossakin.

Lähteet

Ilmavoimat, [www-sivu]. [Viitattu: 20.10.2010] Saatavissa: www.ilmavoimat.fi

Laalahti Yrjö, Hallissa syksyllä 2010

Logica Oy, [www-sivu]. [Viitattu: 28.10.2010] Saatavissa www.logica.fi

Lyhteilä Matti, Hallissa syksyllä 2010

Patria 2003. Toimittajien arviointimenettely ja hyväksytyjen toimittajien luettelo M-PR-090-009A

Patria Oy, [www-sivu]. [Viitattu: 20.10.2010] Saatavissa: www.patria.fi

Saario Ilari, Hallissa syksyllä 2010

Triant Flouris & Dennis Lock 2008. Aviation Project Management, Hampshire: Ashgate Publishing Limited.

Valtioneuvoston selonteko VNS 6/2004. Suomen turvallisuus- ja puolustuspolitiikka 2004. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia