



# **HAWK MK.66 - SUIHKUHARJOITUSKONEEN MÄÄRÄAIKAISHUOLTOJEN KEHITTÄMINEN**

Joni Nissinen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2012  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Lentokonetekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Lentokonetekniikka

JONI NISSINEN:

Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneen määräaikaishuoltojen kehittäminen

Opinnäytetyö 44 sivua, josta liitteitä 5 sivua  
Kesäkuu 2012

---

Patria Aviation Oy on lentokoneiden ja lentolaitteiden huolto-, modifikaatio- ja korjauspalveluiden tuottaja sekä lentokoulutuksen järjestäjä. Suomen ilmavoimat osti vuonna 2007 Sveitsin ilmavoimilta 18 kappaletta vähän käytettyjä BAES Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneita, jotka täydentävät Ilmavoimien kalustoa. Vähän käytetyt koneet vaativat modernisointia, joka on tilattu Patria Aviation Oy:ltä. Ilmavoimat on myös tilannut Patrialta lentokoneiden määräaikaishuollot.

Uuden konetyypin huoltoihin valmistautuakseen Patria Aviation Oy haluaa kehittää huoltojärjestelmää uuden konetyypin osalta. Määräaikaishuolloissa määrätään vaihdettavaksi useita osia jokaisen määräaikaishuollon yhteydessä niiden kunnosta riippumatta. Patria Aviation Oy:n tavoitteena on varmistaa näiden osien saatavuus ennen määräaikaishuollon aloittamista ja sen aikana. Tämä on mahdollistamiseksi on tiedettävä uuden konetyypin määräaikaishuollossa käytettävän materiaalin määrä ja osien korvaavuustietojen tilanne sekä hyödynnettävä ERP-järjestelmän ominaisuuksia materiaalin varaamiseksi määräaikaishuollon tullessa ajankohtaiseksi. Lisäksi huoltojärjestelmää muokataan yhteensopivaksi Hawk Mk.51 huolto-ohjelman kanssa.

Kehitystyössä luodaan valmius aloittaa Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneen määräaikaishuollot huolto-ohjelmalla, joka ennakoii ja varmistaa materiaalin saatavuuden koko huollolle. Lisäksi selvitetään Patria Aviation Oy:n käyttämän ERP-järjestelmän toimintaa ja hyödynnetään saatua tietoa keräyspyyntöjen käyttöönottamiseksi. Keräyspyynnöillä helpotetaan materiaalinkäsittelijöiden työtaakkaa ja estetään inhimillisten virheiden syntymistä. Työssä otetaan myös kantaa osien varastointiin, järjestelyyn ja nimikkeiden hallintaan.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Machine and production engineering  
Aircraft engineering

**JONI NISSINEN:**

Development of Hawk Mk.66 jet trainers' scheduled maintenance

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 5 pages

June 2012

---

Patria Aviation Oy is a provider of defense, security and aviation life-cycle support services. Finnish Air Force has purchased 18 BAES Hawk Mk.66 jet trainers from Switzerland and has ordered upgrade and modification services from Patria Aviation Ltd.

To perform scheduled maintenance to new jet trainers Patria Aviation is preparing by developing its maintenance system. During scheduled maintenance service manuals order the change of certain parts regardless of the condition of said parts. Patria Aviation Oy wants to ensure availability of necessary parts before and during the maintenance. In order to predict material need for maintenance service manuals must be examined to find out part numbers, quantities and possible replacement parts for out-of-date part numbers. With this knowledge part lists can be created to ERP system through which it is possible to reserve required parts before scheduled maintenance begins. The maintenance program is also modified to integrate with the maintenance program of Hawk Mk.51 jet trainer.

This thesis was conducted in order to prepare aircraft maintenance system in Patria Aviation Oy for scheduled maintenance of Hawk Mk.66 jet trainers. The aim of this thesis is to predict and ensure availability of material to maintain smooth progress of maintenance. ERP system used by Patria is examined to be able to create reservation system for needed material. Features of the ERP system can be utilized to reduce the workload of the logistics department and to prevent human error. The arrangement of parts in storage and management of the part naming system is also taken into consideration in this thesis.

---

Key words: maintenance, hawk, service system

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tehtävän kuvaus .....	6
1.2	Organisaation esittely .....	7
1.3	Patria Aviation Oy .....	8
1.4	BAES Hawk Mk.51 ja Mk.66 -suihkuharjoituskoneet .....	9
2	HUOLTO.....	11
2.1	Määräaikaishuollot.....	12
2.2	Huoltokirjallisuus.....	13
2.3	Huollon hallinta .....	15
2.4	V10-järjestelmä ja sen käyttö Hawk huollossa.....	16
2.4.1	Yleinen .....	18
2.4.2	Projekti .....	19
2.4.3	Suunnittelu .....	20
2.4.4	Valmistus .....	21
2.4.5	Varastointi.....	22
3	OSALUETTELOIDEN LUONTI .....	26
3.1	Keräyspyynnöt osalistoista .....	28
3.2	Osalistojen ylläpito .....	30
3.3	Osien järjesteleminen.....	35
3.4	Toimitus koneelle .....	36
3.5	Osalistojen nimikkeiden luominen ja hallinta .....	37
3.6	Osanumeroiden nimikkeiden hallinta .....	38
4	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET .....	42
	Liite 1. Hawk Mk.66 -koneen G-huollon osalista .....	42
	Liite 2. Hawk Mk.66 -koneen F- ja E-huollon osalista .....	43
	Liite 3. Hawk Mk.51 -koneen G-huollon osalista .....	44
	Liite 4. Korvaavuustaulukko .....	46

**LYHENTEET JA TERMIT**

Avioniikka	Ilma-aluksen sähköjärjestelmät
BAES Hawk	Suihkumoottorilla varustettu harjoituslentokone
CAU	Cold air unit, ilmastointiturbiini
ERP	Enterprise Resource Planning
F/A-18 Hornet	Ilmavoimien monitoimihävittäjä
HO	Hawk Mk.51 -konetyypin huolto-ohje
HW	Lyhenne sanasta Hawk
IPC	Illustrated Part Catalogue
LTJ	Lentoteknisen logistiikan tietojärjestelmä
MSS	Master Servicing Schedule
Paavon paketti	Määräaikaishuolloille kehitetty osalista kokonaisuus
Pateri	Paternoster – varastoautomaatti
REK	Lentoteknisen logistiikan tietojärjestelmän määrittelemä osan tunnusluku
SIN	Schedule Identification Number
V10	Tuotannonohjaus ohjelmisto (ERP)

## 1 JOHDANTO

Vuonna 2007 Suomen Ilmavoimat osti 18 kappaletta BAES Hawk Mk 66 -suihkuharjoituskoneita Sveitsin ilmavoimilta ja tilasi Patria Aviationilta näiden koneiden päivityksen vanhoista ohjaamoista niin sanotuiksi lasiohjaamoiksi. Patria Aviation on aikaisemmin pitänyt yllä Suomen Ilmavoimien Hawk Mk.51- ja Mk.51A -suihkuharjoituskoneita ja koneet ovat hyvin samankaltaisia uudemman tyyppiversion kanssa. Tyyppieroja kuitenkin löytyy ja nämä erot tulee huomioida Patria Aviationin huoltojärjestelmässä Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneen huolto-ohjelman suunnittelussa, kehityksessä ja toteutuksessa. Henri Mannismäki on kehittänyt Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneen huolto-ohjeita saadakseen aikaan suomenkieliset ja käytännönläheiset huolto-ohjeet tälle konetyypille. Patria Aviation Oy:n minulta tilaaman työn tarkoituksena on jatkaa tätä päivitysprosessia ja saattaa uuden konemallin huoltojärjestelmä yhä toimivammaksi viivästysten ja kustannusten karsimiseksi.

### 1.1 Tehtävän kuvaus

Kokemus on näyttänyt, että huoltoja tehdessä aikaa kuluu liian kauan osanumeroiden etsimiseen, koska huolto-ohje ei suoraan kerro tarvittavien osien osanumeroita, vaan oikea osanumero tulee hakea erillisestä kirjasta. Tämän jälkeen tarvittava osa haetaan varastosta, josta osan löytäminen kestää useita minutteja. Prosessi toistuu yksittäisten osien kohdalla huollon edetessä. Pahimmillaan haettua osaa ei löydy paikallisesta varastosta, vaan varastohenkilökunnan on tilattava se ja huollon jatkuminen odottaa yhtä osaa. Huollon kehitys vaatii Hawk Mk.66:n huolto-ohjeiden läpikäymistä. Työn tarkoituksena on kerätä huolloissa tarvittavat käyttömateriaalit yhteen lähteeseen ja hyödyntää tätä tietoa määräaikaishuoltojen materiaalitarpeen ennakoimisessa ja työvaiheluetteloiden laadinnassa. Toimiva kokonaisuus varmistaa huollon tasaisen etenemisen.

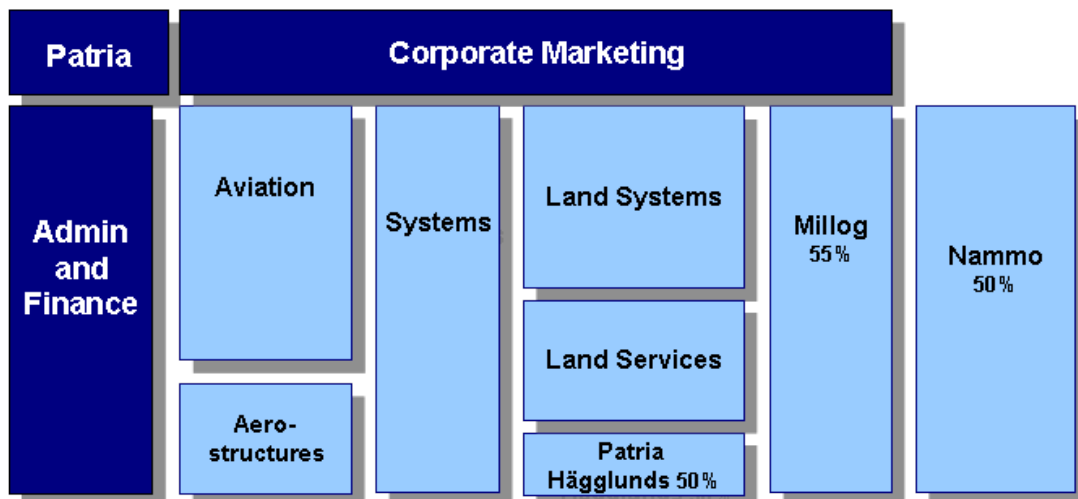
Tavoitteena on vähentää asentajien materiaalin hakemiseen kuluvaa aikaa huollon edetessä ja helpottaa materiaalinkäsittelijöiden työkuormaa ja vähentää virheiden syntymistä luomalla helppokäyttöiset keräyslistat määräaikaishuollossa tarvittaville materiaaleille. Keräyslistojen avulla myös varmistetaan materiaalien saatavuus ja varataan materiaali määräaikaishuollon tullessa ajankohtaiseksi tietyille työlle.

## 1.2 Organisaation esittely

Patria-konserni on kansainvälisesti tunnettu puolustus-, turvallisuus-, ja ilmailualan elinkaaren tukipalvelujen ja teknologiaratkaisujen tuottaja, joka tuottaa palveluita ja tuotteita pääasiassa Puolustusvoimille, viranomaisille sekä valituille siviilimarkkinoille niin Suomessa kuin ulkomaillaakin. (Yleisesitys 2011)

Patrian päätuotteet ovat lentokoneiden ja helikoptereiden ylläpito, panssaroidut pyöräajoneuvot ja niiden järjestelmät, ampumatarvikkeet ja kaikkien näiden tuotteiden elinkaaren kattavat tukipalvelut. Maavoimien materiaalin kunnossapito on myös yksi suurista Patrian liiketoiminnoista. Lisäksi Patria kehittää tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmiä ja tukee kehittämiään järjestelmiä niiden elinkaaren ajan. Patria tarjoaa myös lentäjäkoulutusta niin sotilas- kuin siviili-ilmailuunkin. (Yleisesitys 2011)

Patria konserni koostuu useasta eri pääalasta, jotka ovat erikoistuneet omien tuotteiden ja palveluiden kehityksen tukeen. Patrian organisaation rakenne on vaihdellut aika-ajoin ja Patrian toiminnallinen rakenne vuodesta 2011 lähtien on nähtävissä kuvioista 1.



KUVIO 1: Patrian toiminnallinen rakenne 1.1.2011 lähtien (Yleisesitys 2011)

Kuten kuvioista nähdään, muodostuu Patria useasta liiketoiminnasta ja niitä tukevista konsernitoiminnoista. Liiketoiminnot ja niiden vastualueet ovat seuraavanlaiset:

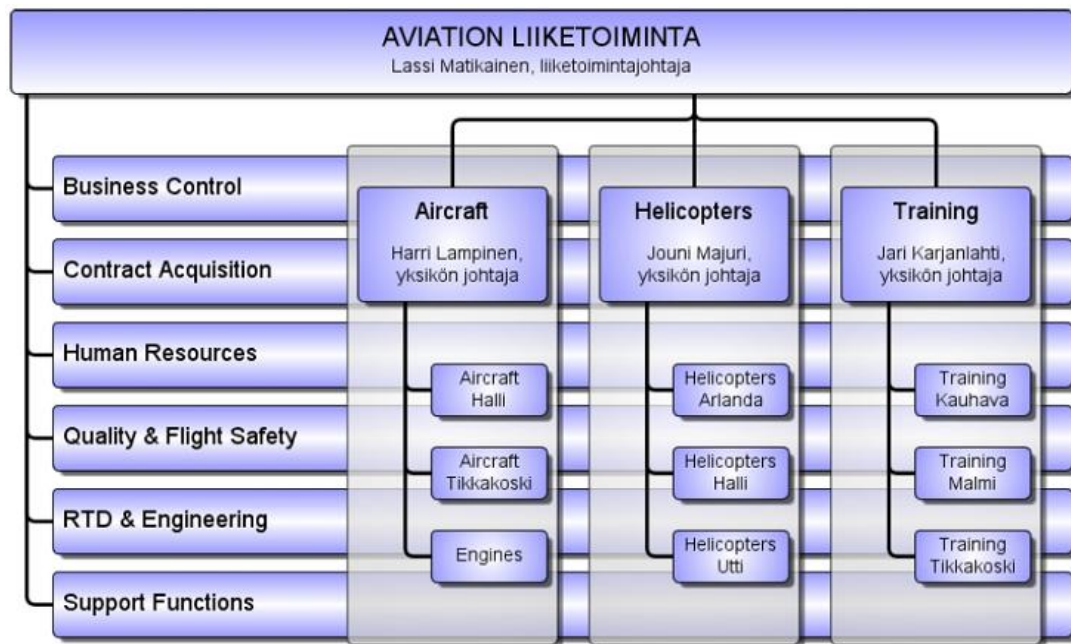
- Aerostructures  
Vaativat komposiittiset lentokonerakenteet
- Aviation  
Ilma-alusten ja niiden laitteiden huolto-, korjaus- ja modifiointipalvelut
- Land Systems  
Pyöräajoneuvo- ja asejärjestelmien projektijohto ja markkinointi
- Land Services  
Panssaroidut pyöräajoneuvot, järjestelmät ja elinkaaren tuki
- Systems  
Tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmät
- Millog  
Maavoimien materiaalin ylläpito
- Nammo  
Ampumatarvikkeet käsiaseista panssarivaunujen ja lentokoneiden asejärjestelmiin
- Patria Hägglunds Oy  
Panssaroidut ja liikkuvat kranaatinheitinjärjestelmät

Patrian omistaa suurilta osin Suomen valtio (73,2%) ja lopun omistaa EADS (European Aeronautic Defence and Space Company) 26,8%. (Yleisesitys 2011)

### **1.3 Patria Aviation Oy**

Patria Aviation Oy hoitaa ilma-alusten elinkaaren tukipalveluita, johon kuuluvat rungon, moottorin ja laitteiden huolto-, korjaus-, ja modifiointipalvelut. Lisäksi Aviation hoitaa lentokoulutuksen. Patria Aviation jakaantuu kolmeen pääalueeseen, jotka nähdään kuviossa 2. (Patria intra 2012)





KUVIO 2: Patria Aviationin organisaatiokaavio (Patria intra 2012)

Patria Aviation -organisaation Aircraft-haara on vastuussa lentokoneiden ja voimalaitteiden elinkaaren tukipalveluista. Aircraft-yksikön kolme operatiivista yksikköä toimivat omilla paikkakunnillaan erikoistuen omaan osa-alueeseensa. (Patria intra 2012)

Aircraft Tikkakoski keskittyy Ilmavoimien yhteyslentueen kaluston ylläpitoon ja Engines-haara vastaa nimensä mukaisesti erilaisten suihku-, diesel-, ja merimoottoreiden huollosta ja ylläpidosta. Aircraft Halli hoitaa pääasiassa Ilmavoimien suihkukone-kaluston ylläpitopalveluita. Ylläpidettävät konetyypit ovat McDonnell & Douglas F/A-18 Hornet, BAES Hawk Mk.51, BAES Hawk Mk.51A ja uutena tulokkaana BAES Hawk Mk.66, jonka määräaikaishuoltoa tämä opinnäytetyö koskee. (Patria intra 2012)

#### 1.4 BAES Hawk Mk.51 ja Mk.66 -suihkuharjoitus koneet

Patrialla on pitkä historia Ilmavoimien kaluston huoltamisessa ja kokemusta Hawk-kaluston ylläpidosta on alkanut jo vuodesta 1980 lähtien, jolloin Patria (silloinen Valmet) alkoi koota ensimmäisiä Hawk Mk.51 -tyyppin koneita. Myöhemmin ilmavoimat tilasi seitsemän Hawk Mk.51 sarjan konetta lisää, jotka saivat tyyppimerkinnän Mk.51A avioniikka ja rakenne eroavaisuuksien vuoksi. Vuonna 2007

Ilmavoimat osti Sveitsin ilmavoimilta 18 kappaletta vähän käytettyjä Hawk Mk.66 -tyypin konetta. Ulkonäöltään ja aerodynaamisilta ominaisuuksiltaan konetyypit ovat hyvin samankaltaiset, mutta ajan myötä koneisiin on tehty lukuisia päivityksiä ja modifikaatioita, jolloin huollon näkökulmasta koneet eroavat toisistaan. Konetyyppien suurimmiksi eroavaisuuksiksi nousee Hawk Mk.66:n uusi moottori ja avioniikka. Taulukossa 1 nähdään konetyyppien yleisten teknisten tietojen vertailu. (Ilmavoimat 2011; Yleisesitys 2011; Patria intra 2012)

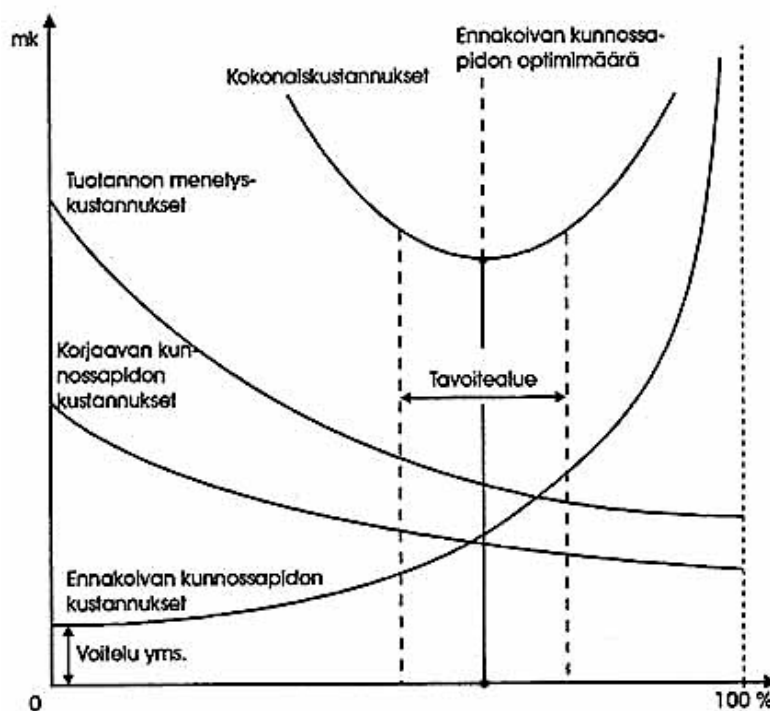
TAULUKKO 1: Hawk Mk.51 ja Mk.66 teknisten tietojen vertailu (Ilmavoimat 2011)

Tekniset tiedot:	Hawk Mk.51 ja Mk.51A	Hawk Mk.66
Siipien kärkiväli	9,39 m	9,39 m
Pituus	11,9m	11,85 m
Korkeus	3,99 m	4,00 m
Tyhjäpaino	3810 kg	3635 kg
Suurin lentopaino	7350 kg	7347 kg
Voimalaite	1 Rolls-Royce Adour Mk 851 - ohivirtausmoottori Työntövoima 2360 kp/23,1 kN	1 Rolls-Royce Adour Mk 861 - ohivirtausmoottori Työntövoima 2587 kp/25,35 kN
Maksiminopeus	1038 km/h	1013 km/h

## 2 HUOLTO

Huollon kehittäminen on välttämätön tehtävä jokaiselle toimijalle teollisuudessa. Teknologiat ja toimintatavat kehittyvät jatkuvasti, joten yritysten tehtävänä on pysyä mukana tässä kehityksessä kestävän kehityksen takaamiseksi. Oli kyseessä mikä toimiala tai työympäristö tahansa, on jokaisen toimijan pystyttävä vastaamaan laadun, nopeuden, kustannusten ja tehokkuuden jatkuvasti kasvaviin vaatimuksiin.

Yksi merkittävä osa-alue teollisia palveluita tarjoavan yrityksen toiminnassa on kunnossapito. Kunnossapito jakautuu pienempiin osa-alueisiin, kuten esimerkiksi varastointi, ylläpito, ennakoiiva huolto, korjaus ja huoltodokumentointi. Loputon haaste teollisuudessa on löytää tasapaino mahdollisimman tehokkaan, luotettavan ja laadukkaan toiminnan takaamisen ja kustannustehokkaan toiminnan välillä. Tämä pätee myös lentokoneteollisuuteen. Tästä syystä myös Patria Aviation näkee tarpeen kehittää toimintaansa. Kuviossa 3 nähdään graafinen esitys kunnossapidon kustannusten jakaantumisesta. (Friend C. 1992, 76)

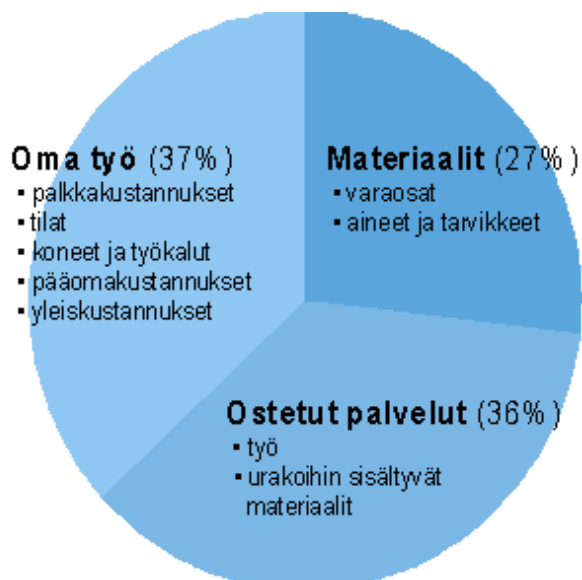


KUVIO 3: Kunnossapidon kustannusten jakaantuminen (Opetushallitus)

On mahdollista löytää taloudellisesti edullisin tapa suorittaa kunnossapitoa, mutta tämän pisteen tarkka määrittäminen on hankalaa. Esimerkiksi turvallisuuden, toimitusaikojen

ja ympäristövaikutusten rahallista määrää on hankala arvioida tarkkaan. Kustannusten syntymiseen vaikuttavat myös totut käytännöt ja toimintomallit, joista on joskus vaikea päästä eroon. Esimerkiksi lentokoneen rullausvalo palaa aina tietyn aikavälin jälkeen. Lampun vaihtotoimenpide on normaali käytäntö, mutta vain lampun vaihtoon keskittymisen sijaan voitaisiin miettiä toimenpiteitä, joilla lappu palaisi pidempään. Edullisin tapa toimia ei pysy vakiona vaan vaihtuu tilanteen mukaan ja yritykseltä vaaditaan jatkuvaa kehitystyötä parhaan kokonaisuuden ylläpitämiseksi.

Kunnossapito vaatii myös resursseja ja varallisuutta. Yli kolmannes teollisuuden kunnossapidosta koostuu omasta työstä (kuvio 4). Opinnäytetyön tarkoituksena on nopeuttaa tai varmistaa huollon eteneminen aikataulussa. Tällöin juuri oman työn kustannukset pysyvät hallinnassa ja jopa tippuvat.



KUVIO 4: Kustannusten jakaantuminen teollisuudessa (Opetushallitus)

## 2.1 Määräaikaishuollot

Määräaikaishuolloilla tarkoitetaan tietyin väliajoin tapahtuvia huoltotoimenpiteitä, jotka suoritetaan laitteen kunnosta ja toimintakyvystä riippumatta. Huoltotoimenpiteillä ylläpidetään laitteen toimintakykyä ja pidennetään sen elinikää esimerkiksi vahvistamalla rakenteita. Lentokoneteollisuudessa määräaikaishuoltoja ajoitetaan yleisesti kahdella eri tavalla:

- Kalenteriaika
- Lentotunnit

Ilmailussa ennakoivan huollon merkitys on valtava. Sillä taataan lentokoneiden turvallinen toiminta suunnitelluissa tehtävissä: siviili-ilmailussa turvalliset reittilennot ja sotilasilmailussa erilaiset maanpuolustukseen liittyvät tehtävät. Määräaikaishuollot eroavat korjauksista merkittäväällä tavalla siksi, että ne on aikataulutettu tarkkaan lentokoneen käytön mukaan. Lentokoneen huolto-ohjelman aikataulutus voidaan tehdä kalenteripohjaisesti, lentotuntipohjaisesti tai näiden yhdistelmällä. Ilmavoimat on ottanut käytännökseen ensisijaisesti määräaikaishuoltojen lentotuntipohjaisen toteutuksen. Poikkeuksena ovat esimerkiksi akut, jotka ovat sidottuja kalenteriaikaan ja moottorit, joille lasketaan käyntiaikaa. Lentokoneen lentotuntien perusteella lentokoneelle määräytyy ennakoivia huoltotoimenpiteitä vikojen ja vaaratilanteiden ehkäisemiseksi. Jos lentotunnit eivät täyty tietyn ajan kuluessa, esimerkiksi puolen vuoden sisällä, määräytyy määräaikaishuolto tehtäväksi joka tapauksessa. Huollon laajuus kasvaa lentotuntien ja ajan kasvaessa, ja näitä erilaajuisia huoltoja merkitään kirjainkoodilla Ilmavoimissa D1-, D2-, E-, F- ja G-huolloiksi. Huolto-organisaatiot voivat päättää käytetyt kirjainkoodit määräaikaishuolloille itse. Taulukossa 2 nähdään lentotuntien määrittämät huoltojen suoritusvälit.

TAULUKKO 2: Hawk Mk.66 -suihkuharjoituskoneen määräaikaishuoltoje suoritusvälit (Mannismäki, H 2012)

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Huoltoväli lentotunteina, fh	125 ± 12	250 ± 25	500 ± 50	1000 ± 100	2000 ± 200
MSS huoltotehtävien lukumäärä	68	157	327	369	478
Huoltojen keskimääräinen läpimenoaika työpäivinä (Arvioitu)	15	20	45	50	60

## 2.2 Huoltokirjallisuus

Kuten kaikille konetyypeille, myös Hawk Mk.66 -tyypin koneelle on olemassa huolto-ohjelma. Tätä huolto-ohjelmaa kutsutaan nimellä Master Servicing Scedule (MSS). Ohjeistus sisältää minimimäärän huolto-toimenpiteitä, joilla varmistetaan

lentotoiminnan turvallinen jatkuminen. Huolto-ohjelmasta on pyritty karsimaan resursseja vieviä toimenpiteitä, jotka eivät ole välttämättömiä. Näitä muutoksia kyetään tekemään tarvittaessa kokemuksen ja kulumisen seurannan avulla, kun huomataan resursseja ja rahaa vieviä toimenpiteitä turvallisuuden ja toimintavarmuuden pysyessä totutulla tasolla.

Hawk Mk.66 -konetyypin huoltojen tehtävät määrätään MSS-listassa (Master Servicing Scedule), johon on listattu kaikki koneelle tehtävät huoltotehtävät. Huoltotehtävät on jaoteltu koneen järjestelmien mukaan kuuden numeron numerosarjalla, jotta huoltotehtävään liittyvät lisäohjeet olisivat helposti löydettävissä. Numerosarja muodostaa ns. SIN-numeron (Scedule Identification Number), joka määrittää tehtävän huoltotyön ja näyttää mihin järjestelmään huoltotehtävä sijoittuu. Kaksi ensimmäistä numeroa määrittävät järjestelmän, kaksi seuraavaa alijärjestelmän ja kaksi viimeistä erittelevät tarkemmin järjestelmälle tehtävän työn kohteen juoksevilla numeroilla. Taulukossa 3 esimerkki SIN-numerosta MSS-listassa. MSS-listassa määritellään tehtävän kohdalla myös myös sen sijainti koneessa ja minkälainen huolto-operaatio kohteelle tehdään ja minkä laajuudessa huollossa tehtävä on suoritettava. (Ilmavoimien materiaalilaitos 2012)

TAULUKKO 3: MSS tehtävä (Ilmavoimien materiaalilaitos 2012)

SIN	Zone	Item	Operation
481016	Spine	Oil tank filter	Clean (oil tank drained)

- Järjestelmä            48            Engine starting System
- Alijärjestelmä        10            Cranking
- Työtehtävä            16            Oil tank filter, clean

G-huollon on laajin huolto ja siihen sisältyvät kaikki listan tehtävät. D1-huollon ollessa suppein huolto, sisältyy siihen osa huoltotehtävistä. Työtehtävien kohdilla viitataan tarvittaessa huoltotoimenpiteissä ohjeistavaan teokseen.

ASM (Aircraft Servicing Manual) ohjeistaa työtehtävien suorituksessa vaihe vaiheelta. Asentajat käyttävät kirjaa suorittaessaan asennustyötä ja etsivät kirjasta kunkin

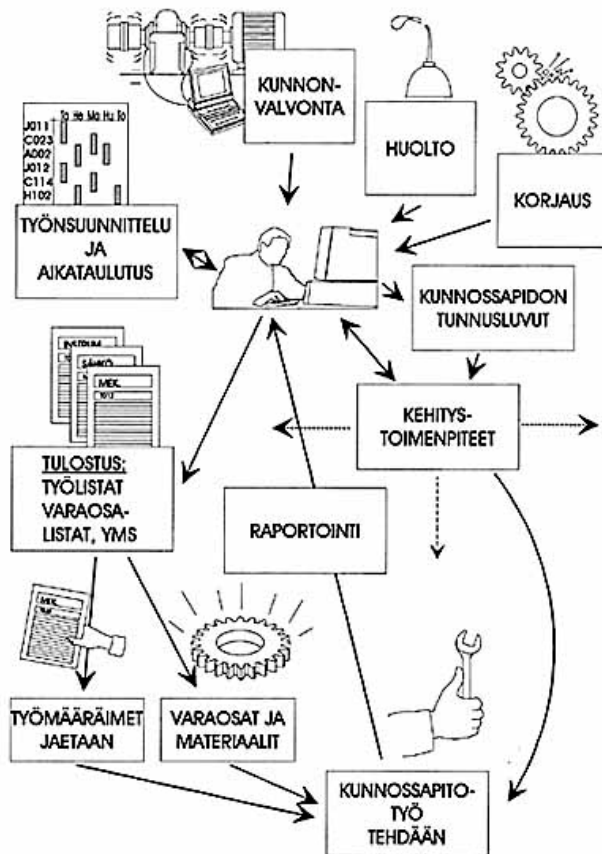
huoltotyön tarkat suoritusohjeet. Kirjallisuus määrää tehtävien toimenpiteet ja myös materiaalien tarkastukset, puhdistukset ja vaihdot.

IPC (Illustrated Part Catalogue) koostuu osaluetteloista ja havainnollistavista kuvista, jotka osoittavat osan tai laitteen sijainnin ja tarvittaessa ohjaa tarpeellisiin laiteohjekirjoihin, jos osaluettelo ei määrittele tarkemmin laitteeseen kuuluvia osanumeroita.

Ohjekirjallisuuden helpon käytettävyyden varmistamiseksi on kaikki ohjekirjat jaoteltu järjestelmänumeroiden mukaan, jolloin MSS listan määräämän työtehtävän ohjeistus ja tarvittavat osaluettelot löytyvät helposti jokaisesta ohjekirjasta samalla logiikalla. Kun käyttäjä siirtyy tarkastelemaan osaluetteloita tai muuta ohjekirjallisuutta, hänen tarvitsee tietää vain käytettävä järjestelmä löytääkseen vaivattomasti tarvitsemansa kohdan jokaisesta kirjasta.

### **2.3 Huollon hallinta**

Yritysten toiminnan hallinnointi on valtava hanke, jossa monen eri yksikön toiminta täytyy saada kasattua järkevään pakettiin. Yrityksen toiminnassa tulee ottaa huomioon mm. myynti, osto, henkilöstö, varastointi, tuotanto, suunnittelu ja valmistus. Tästä syystä monet yritykset käyttävät tuotantonsa ohjaukseen tietokoneavusteisia tuotannosuunnittelun ja hallinnoinnin työkaluja (ERP). Näillä työkaluilla yritykselle luodaan yksi suuri tietopankki eri yksiköiden ja toimijoiden välillä, jolloin eri yksiköiden tuottama informaatio on helposti saatavilla ja käytettävissä. Jokainen yksikkö käyttää tarvitsemiaan työkaluja ja luo uutta informaatiota, jota muut yksiköt hyödyntävät, muokkaavat ja kehittävät tarvittaessa. Järjestelmän avulla voidaan hallinnoida projektin jokaista vaihetta ostotilauksesta tuotantoon, valmistuskustannuksien seuraukseen ja sitä kautta laskutukseen. Kuviossa 5 nähdään kunnossapidon osa-alueita.



KUVIO 5: Kunnossapidon osa-alueita (Opetushallitus)

## 2.4 V10-järjestelmä ja sen käyttö Hawk huollossa

Patria Aviationilla on käytössänsä Suomalaisen Logica Oy:n kehittämä V10-tuotannonohjausjärjestelmä, joka tukee yksikön toimintaa. V10-järjestelmää käytetään lentokonehuollossa huoltoprojektien hallinnoimisessa. Pääasiassa V10:llä määrätään luoduille projekteille, eli koneiden kunnostustöille, työnumerot erilaisille töille, joita asentajat käyttävät tehdessään työtehtäviä erilaisille kohteille. Työnumeroiden avulla saadaan kulut liitettyä oikeaan työhön ja saadaan seurattua töihin kuluneita työtunteja ja näin koko huollolle kerääntyneitä työtunteja. Erilaisille töille työnumeroihin voidaan liittää etukäteen luotuja valmistusmalleja, jotka määrittävät huollossa tehtäviä toimenpiteitä lentokoneen eri kohteille hahmotellen huollon etenemistä ja aikataulutusta.

Logistiikka-organisaatio käyttää V10-järjestelmää varaston ylläpidossa, varastonimikkeiden hallinnassa ja saldojen seurannassa kuten myös materiaalin



vastaanottamisessa ja lähetyksessä. V10:llä hallinnoidaan varastojen saldoja, hyllynumeroita, eräseurattavuutta, nimikkeitä ja niiden korvaavuuksia. V10:n yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on eräseurattavuus, jolla luodaan jäljitettävyyshetju kullekin koneeseen asennetulle osalle. Yksittäinen osa voidaan jäljittää valmistustehtaaseen ja erään saakka (Logica Oy 2012). Esimerkiksi ilmailu-onnettomuuden sattuessa voidaan onnettomuuden syyksi todeta virheellinen pultti, jolloin on tarpeen jäljittää pultin alkuperä. Järjestelmän kautta päästään jäljille pultin alkuperästä ja voidaan selvittää, onko virheellisiä pultteja käytetty muualla.

Työnumeroiden luomisen lisäksi työnsuunnittelu on käyttänyt V10-järjestelmää keräyspyyntöjen tekemiseen ja tuotannon ohjaamiseen. V10-järjestelmässä on mahdollista luoda niin sanottuja valmistusmalleja, jotka esittävät visuaalisesti tuotteen valmistusprosessia ajan funktiona. Valmistusmalleihin liitetään käytettäviä resursseja ja työvaiheiden suunniteltuja kestoja, joiden mukaan tuotantoa voidaan ohjata ja seurata. Näihin malleihin voidaan valmistuspyynnön yhteydessä liittää osaluettelo, jonka osat on mahdollista liittää eri työvaiheisiin. Jokaiselle työvaiheelle olisi näin ollen mahdollista tehdä oma osaluettelo. Osalistosta saadaan tehtyä tilaus materiaalinkäsittelijöille, jonka vastuulla on varmistaa materiaalin saatavuus työtä varten. (Logica Oy 2012)

V10-järjestelmä koostuu useasta moduulista, jotka keskittyvät yhteen tuotannonhallinnan osa-alueista, mutta kaikki moduulit jakavat tarvittavaa tietoa toisille osa-alueille.

Seuraavaksi esitellään V10-järjestelmän ominaisuuksia lyhyesti opinnäytetyölle oleellisin osin. Kuviossa 6 nähdään V10-järjestelmä Yleinen-moduulissa.

V10 OHJE LOPETA

Nimikkeet - K100-122-0073 100-122-0073 O-RENGAS

Nimikeselaus Nimiketiedot

Tyhjennä Hae rajatut Siirry Asetukset

**Nimike**  
 Koodi: K100-122-0073  
 Nimi:  
 Abcluokka:  
 EAN koodi:  
 Tuoteluokka:  
 Hakusana:  
 Yritys: T1  
 Passiivinen

**Tyypit**  
 Mallinimikkeet  
 Materiaalinimikkeet  
 Resurssinimikkeet  
 Järjestelmänimikkeet

**Lajittelu**  
 Nimike  
 Nimi  
 EAN koodi

**Hakemisto ja ryhmä**  
 Hakemisto:  
 Nimikeryhmä: Määnttelemäör  
 STD Luokka: Määnttelemäör  
 Tuoteryhmä:  
 Materiaaliryhmä:

Nimikekoodi	Name	Nimi	ABC-luokk.	Muu tunnus	Raaka-aine	Standardi
K100-122-0073	100-122-0073 O-RENGAS					

KUVIO 6: V10-järjestelmä ja Yleinen-moduuli

## 2.4.1 Yleinen

Moduulin toiminto antaa mahdollisuuden nimikkeiden etsimiselle. Toiminnolla etsitään olemassa olevia nimikkeitä (kuvio 6) ja nimikkeen löydyttyä voidaan edetä katselemaan nimikkeen perustietoja (kuvio 7), joissa määritellään nimikkeen ominaisuuksia tarkemmin, esimerkiksi nimikkeen käyttötarkoitus ja kuvaus. Perustiedot löytyvät Nimiketiedot-välilehden takaa, josta löytyy myös mahdollisuus luoda uusia nimikkeitä.

Nimike tässä järjestelmässä voi tarkoittaa montaa eri asiaa. Se voi olla esimerkiksi:

- Osan nimike, työkalu, kemikaali, laite  
Yksittäinen tuote, jolle määritellään fyysinen hylly- tai varastopaikka
- Mallinimike  
Työmalli johon on määritelty mallivaiheketju, resurssit ja kuormitukset

- Osaluettelo  
Luettelo useasta osanimikkeestä, joita tarvitaan isomman kokonaisuuden aikaansaamiseksi.

Työmalli ja osaluettelo on mahdollista sitoa minkä tahansa nimikkeen alle, jolloin esimerkiksi siivenkorjaustyölle on määritelty sen tarvitsemat osat ja työvaiheketju. Tällöin yksi nimike sisältää sekä työvaiheketjun että osaluettelon. Yhden nimikkeen alta löytyy siis yllättävä määrä informaatiota.

The screenshot shows a software window titled 'Nimikkeet - K100-122-0073 100-122-0073 O-RENGAS'. The 'Perustiedot' (Basic Information) tab is active. The form contains the following fields and values:

- Nimikekoodi:** K100-122-0073
- Tyyppi:** Nimike
- Mallinimike:** (empty)
- Nimi:** 100-122-0073 O-RENGAS
- Hakemisto:** 1 MATERIAALIT, MATERIAALIT JA TARVIKKEET
- Nimikeryhmä:** MAHW nimikkeet
- Alkuperämaa:** FI
- STD Luokka:** Määrittelemätön
- Kustannusosa:**
- Kustannuslaji:** Määrittelemätön
- Tuoteryhmä:** MAHW, Aircraft: Hawk
- Toimenpidekielto:** Ei kieltoa
- Materiaaliryhmä:** MATE, Materiaalit
- Toimitusmuoto:** Ei toimitusta
- Korvaava nimike:** (empty)
- Tarkista saatavuus:**
- Aakkosnimi:** (empty)
- Vastaanottotarkistus:**
- Tullinimike:** (empty)
- Perusyksikkö:** KPL
- Hintaoletus:**
- Määrää hintavariaation:**
- Prosessi:** STOHW, HW Varasto
- Kust.p.:** (empty)
- Vastuullinen:** 0165, Nyrönen Riitta
- Myyntitili:** (empty)
- EAN koodi:** (empty)
- Verokoodi:** 0,00
- Yritystunnus:** 11, Patria Aviation Oy
- Kriittisyys:** Ei kriittinen
- Osaluettelo:** (empty)
- Tila:** Käytössä

KUVIO 7: Nimikkeen perustiedot

## 2.4.2 Projekti

Tilauspyynnön saapuessa, esimerkiksi G-huolto Hawk Mk.66 -konetyypille, luodaan järjestelmään projekti. Projektiin sisällytetään huollossa käytettävät työnumerot erilaisille työtehtäville. Huollon aikana eri kohteille määrätään eri työnumerot, jotta työlle tehtyjen tuntien seuraaminen ja erihintaisten töiden laskutus ovat helposti hallinnoitavissa. Töille voidaan määrätä vaiheketjuja, joiden mukaan työ etenee.

Vaiheketjujen sisältämien työkohteiden huollon etenemistä ja valmistumista voidaan tarvittaessa hallinnoida tässä ympäristössä.

### 2.4.3 Suunnittelu

Osaluetteloiden luomiseksi on käytettävä Suunnittelu-moduulia, jolla voidaan selailta olemassa olevia osalistoja, päivittää niitä ja luoda uusia osalistoja. Näistä osalistoista saadaan tehtyä keräyspyyntö materiaalinkäsittelijöille ennen määräaikaishuollon alkamista. Osalistalle tulee luoda nimike ennen osaluettelon tekemistä tai se voidaan rakentaa olemassa olevan nimikkeen alle Osaluettelo-otsikko -välilehden kautta (kuvio 8). Kun nimike on luotu, saadaan nimikkeen alle listattua tarvittavat nimikkeet, niiden määrät ja prosessin, mikä määrää nimikkeelle tehtävän toiminnon. Esimerkiksi STOHW-prosessi määrää nimikkeen varattavaksi varastosta, kun nimikkeeseen liitetty työ kuormitetaan. Osaluetteloon voidaan myös lisätä jo olemassa oleva osaluettelo. Tällöin osaluetteloon luodaan uusi otsikkotasotaso, jonka alta löytyvät tämän osaluettelon osat. Näille otsikkotasotasoille tulee merkitä MANHW-prosessi, joka määrää nimikkeen Hawk-korjaamon työksi. Tällä prosessilla järjestelmä osaa avata otsikkotasot osaluetteloksi työtä kuormittaessa. Näin ollen on myös mahdollista luoda suurempi rakenne, joka koostuu suuren työn vaatimista alitehtävistä ja niiden osista. On siis mahdollista luoda pääasiassa kahdenlaisia osalistoja:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• G-huolto               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Työ1                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Osa 1</li> <li>▪ Osa 2</li> </ul> </li> <li>○ Työ 2                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Osa 1</li> <li>▪ Osa 2</li> </ul> </li> <li>○ Työ 3                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Osa 1</li> <li>▪ Osa 2</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• G-huolto               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Osa 1</li> <li>○ Osa 2</li> <li>○ Osa 3</li> <li>○ Osa 4</li> <li>○ Osa 5</li> <li>○ Osa 6</li> <li>○ Osa...</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|

**Osaluettelot - KHwGHUOLTO**

Osanumero	Nimikekoodi	Nimi	Määrä	Yksikkö	Kpl	Mitat	Prosessi	Info
[ ] 0010	KB1081	KB1081 WASHER	3,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0020	K2109261	2109261 RING	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0030	KL901813	L901813 FILTER FUEL	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0040	K9560145710	9560145710 FILTER	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0050	KB21076	KB21076 O-RENGAS	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0060	K100-131-0073	100-131-0073 O-RENGAS	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0070	K100-218-2129	100-218-2129 O-RENGAS	1,0	KPL	0,0		STOHw	
[ ] 0080	K50581	50581 ELEMENT 51147 (REK.16749)	2,0	KPL	0,0		STOHw	

**Osaluettelorivi**

Osa: 0060      Versio:

Nimikekoodi: K100-131-0073      Osan revisio:

100-131-0073 O-RENGAS

Standardi:

Info:

Mitat:

SuunnMäärä: 1,0      Kpl: 0,0

Suunnittelyyksikkö: KPL      Kertoja:       Paino: 0,0

Ominaisuus:

Variaatio:

Prosessi: STOHw       Vaihtoehto

Järjestelmä:

Ajoitusyyppi: Määrittelemätön

Ajoituspiste

0 0 %      Vaihenumero:

Tuontijärjestys:

Dokumentointi

Aineodistus      Luokka:

Toimitusmuoto:

Varaosaluokka:

Varaosa määrä: 0,0

Näkyvyys: Ei rajoitettu

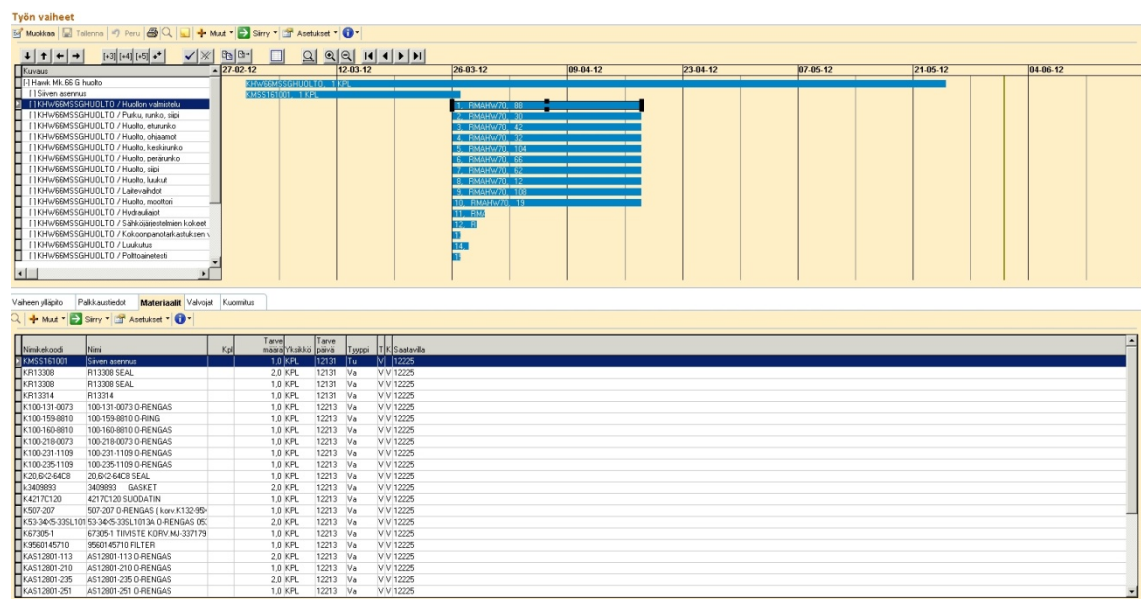
KUVIO 8: Alkuperäinen G-huollon osalista

## 2.4.4 Valmistus

Projektit ovat laajoja kokonaisuuksia ja niihin sidotaan paljon tietoa. Valmistusmoduulissa luodaan valmistuspyyntö eli määrätään jokin työ aktiiviseksi. Tässä vaiheessa luodaan linkki projektin, työmallien, työnumeroiden ja osaluetteloiden välille. Linkin luomisen jälkeen huoltoprojektien työt käynnistetään eli kuormitetaan. Kuormittamisen jälkeen työlle luodaan nimikkeeseen sidottu valmistusmalli, johon on mahdollisesti myös sidottu osaluettelo. (Logica Oy)

Moduulissa pystytään seuraamaan töiden valmistumista ja projektin kaikkien töiden valmistuessa ne merkitään valmiiksi. Työtä kuormitettaessa V10-järjestelmä luo työlle mallivaiheketjun mukaisen vaiheketjun, jolloin kuormittamisen jälkeen voidaan tarkastella työlle liitettyä valmistusmallia, osaluettelon mukaista materiaalityöntarvetta, töiden vastuita ja muuta työhön liittyvää tietoa. Kun edetään Työn vaiheet -valintaan kuormitetulle työlle, aukeaa mahdollisuus tehdä keräyspyyntö tarvittavista materiaalista Materiaali-välilehdeltä. Työn materiaali voidaan myös haluttaessa jakaa työn eri

vaiheille materiaalien työvaiheet -valinnasta, jossa materiaali voidaan jakaa valmistusmallin työvaiheille. Tämä mahdollistaa keräyspyynnön tekemisen yksittäiselle työvaiheelle ja keräyspyynnön ajoittamisen vaiheen suunnitellun alkamisen mukaan. Kuviossa 9 nähdään huollon esimerkki vaihkeetjasta ja materiaaliluettelosta. Tästä luettelosta luodaan keräyslistat. Ikkunassa voitaisiin myös ajoittaa eri tehtäviä huollon tarpeen mukaan tarkemmin, mutta Hawk-osaston käytössä on muita huollon etemisen ja hallinnointiin liittyviä ratkaisuja. Lisäksi töitä tehdään eri kohteille samanaikaisesti, jolloin tarkempi työtehtävien ajoitus tässä ympäristössä ei ole käytännöllistä.



KUVIO 9: Kuormitetun työn vaiheet ja materiaaliluettelo

## 2.4.5 Varastointi

Kunnossapidon varastointi on hyvin vaativa tehtävä, koska varastossa on pidettävä huomattava määrä nimikkeitä, joita käytetään suhteellisen harvoin. Nimikkeiden määrä lisääntyy, kun kunnossapidon kohteena on monia erilaisia kokonaisuuksia, kuten erityyppisiä lentokoneita. Tällöin voi olla tarpeen luoda osakokonaisuuksia vain tietyille konetyypille. Joka tapauksessa varaston on toimittava esteettömästi ja kunkin nimikkeen tarkka paikka, määrä, lähde ja kohde varastossa on tiedettävä. Tästä syystä tietojärjestelmän käyttö on ensisijaisen tärkeää erityisesti lentokoneiteollisuudessa. Tietojärjestelmä kertoo toimiessaan kunkin nimikkeen tarkan paikan ja osa voidaan paikantaa. Osien fyysinen sijoittelu kuitenkin vaatii erikoisjärjestelyjä nimikkeiden

suuren määrän vuoksi ja se on hoidettava tehokkaasti jokaisen osan helpon saatavuuden takaamiseksi.

Patria Aviation Oy on hoitanut huollossa käytettävien osien varastointia hyllyratkaisuilla. Jokaisella osastolla on oma suuri monihyllyinen Pateri (kuvio 10), johon käyttömateriaali on sijoitettu. Mutterit, ruuvit ja muu pientavara on sijoitettu pienempiin hyllyihin Paterin läheisyyteen ja niitit yleensä pakastimiin. Pateriin mahtuu niin suuria kuin pieniäkin osia tarpeen mukaan. Pateri on järjestelty niin, että samankaltainen materiaali löytyy joko samalta tai toisiaan lähellä olevilta hyllyiltä. Materiaalin haku Paterista tapahtuu näppäilemällä halutun hyllyn numero syöttöruutuun, jolloin Pateri hakee halutun hyllyn käyttäjän saataville. Hyllyjä on useita kymmeniä, jolloin oikean hyllyn etsiminen saattaa kestää minuutteja. Pateri pitää sisällään tuhansia vara-osia joten Paterin selausnopeus on hidasta. Varsinkin kun haetaan useampaa nimikettä, joutuu oikeaa hyllyä hakemaan useampaan kertaan ja ajankulutus lisääntyy.



KUVIO 10: HW-osaston Pateri

Huoltoja suoritetaan työvaiheluetteloiden mukaan, joka määrittää työtehtävät vaihe vaiheelta. Materiaalintarve huomataan usein vasta materiaalia tarvitsevan työvaiheen kohdalla. Huolto etenee vasta oikean osan asentamisen jälkeen, kunnes huomataan seuraava tarvittava osa, jota lähdetään hakemaan Paterista. Tästä syystä eniten huolloissa tarvittavat osat on kerätty kolmelle hyllylle helpon saatavuuden aikaansaamiseksi. Näiltä hyllyiltä löytyvät useimmin käytetyt materiaalit määräaikaishuoltoihin Hawk Mk.51 -tyypin koneen määräaikaishuoltoihin.

Osien varastoinnille on kokeiltu erilaisia malleja, jotka on todettu tavalla tai toisella epäkäytännöllisiksi. Välillä osat olivat kerättyinä omiin hyllyköihin Paterin ulkopuolelle, jolloin materiaali oli heti saatavilla, eikä sitä tarvinnut hakea hyllyistä. Jäljitettävyysetkun takaamiseksi ja epäselvyyksien vähentämiseksi kuitenkin linjattiin, että materiaalien tulisi löytyä yhdestä osoitteesta ja niillä tulisi olla yksi hyllypaikka. Tämän seurauksena materiaali siirrettiin takaisin Pateriin.

Aikaisemmin on myös järjestetty osapaketteja tarvittavan laitevaihdon tai työn yhteydessä. Tämä käytäntö lopetettiin, kun pakettien sisältämästä materiaalista osa jäi käyttämättä ja materiaalinkäsittelijöiden tuli kirjata yli jäänyt materiaali järjestelmään uudelleen, mikä vei resursseja kaksinkertaisesti verrattuna siihen, että toimitettu osa olisi vain asennettu.

Ilman erikoisjärjestelyjä asentajat etsivät tarvitun osanumeron ohjekirjallisuudesta, etsivät osanumeron hyllypaikan Paterin yhteydessä olevasta osaluettelosta ja noutavat Paterista tarvitsemansa osan, tekevät ottolapun ja ilmoittavat materiaalinkäsittelijöille, jos kyseinen osa on loppumassa tai loppunut Paterista. Usein kuitenkin käy niin, että haettu osa on loppunut Paterista, koska ilmoitusta osan loppumisesta ei ole yksinkertaisesti muistettu tehdä. Osanumerolle on myös voitu määrätä korvaava osanumero, jota ei löydy tulostetusta listasta. Tällainen tilanne voi syntyä kun Hawk Mk.51 -konetyypin IPC on päivitetty osittain, mutta Hawk Mk.66 -konetyypin osalistaa ei ole päivitetty ollenkaan. Paterin yli 3000 nimikkeen osalistan päivittäminen on hidasta ja listaan pitäisi merkitä kaikki mahdolliset korvaavuudet, jotta asentaja varmasti löytää tarvitun osan. Tämä on johtanut huoltojen viivästymiseen, koska työvaihe ei pääse etenemään, ennen kuin oikea osa saadaan tilattua, toimitettua ja asennettua koneeseen. Tavoitteena olisikin varmistaa ensisijaisesti materiaalin saatavuus



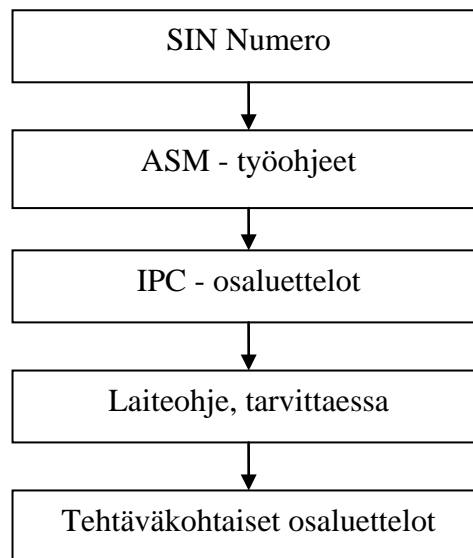
huollon ollessa ajankohtainen ja estää huollon viivästyminen puuttuvan materiaalin takia. Lisäksi asentajan vara-osien hakuun kuluttama aikaa pitää vähentää merkittävästi.

### 3 OSALUETTELOIDEN LUONTI

Työn tärkeä osa-alue oli luoda ja esittää ehdotuksia varaosien saatavuuden takaamiseksi ja huollon etenemisen tukemiseksi. Ajantasaiset ja helppokäyttöiset osaluettelot ovat avainasemassa tässä. Nimikkeiden osanumerot löytyvät ohjekirjallisuudesta. Tässä kappaleessa käydään läpi kuinka osaluettelot luotiin.

Kun ohjekirjallisuuden logiikka oli selvitetty, oli helppo ryhtyä jäljittämään osanumeroita. Ensimmäisenä ongelmana oli kuitenkin ohjekirjallisuuden laajuus. Ohjekirjallisuus kattaa koneen huoltotehtäviä hyvin laajasti. Ensimmäisessä luvussa esitetty Taulukko 2 osoittaa MSS-tehtävien lukumäärän kussakin huollossa. Suurin osa on tarkastuksia ja toimenpiteitä, joissa osia ei vaihdu. Tehtävien kohdalla ei ole listoja osanumeroista, joita tehtävässä tarvitaan, joten ne on jäljitettävä IPC:stä. Ei ollut järkevää lukea jokaista tehtävää erikseen ja kerätä osia sitä mukaan kun varaosia tarvitseva tehtävä sattuisi kohdalle, vaan turvauduttiin Patria Aviatonista löytyvään kokemukseen ja tietoon.

Hawk Mk.51- ja Mk.66 -konetyyppien erojen lisäksi niissä on myös paljon samaa. Tästä syystä nähtiin järkeväksi käyttää työn pohjana Jouni Tammisen luomia osalistoja Hawk Mk.51 -konetyypin määräaikaishuolloille. Osalistoihin oli listattu kaikkein isotöisimmät kohteet, jotka kokemus ja käytäntö olivat nostaneet esiin. Näiden töiden pohjalta oli järkevää etsiä töihin liittyvät järjestelmät ja sitä kautta vastaavat MSS-tehtävät. Näin edettiin ASM:n työvaiheiden lukemiseen, jonka jälkeen IPC:stä haettiin kyseiseen kohteeseen vaihdettavien osien osanumerot. Nämä osanumerot kirjattiin Excel-laskentatauluktoon (liite 1) viitaten MSS-numeroon. Toisinaan IPC määrittäi vain huollon kohteena olevan laitteen, jolloin oli tarpeen hakea kyseisen laitteen ohje. Kuviossa 11 nähdään vuokaavio osanumeroiden selvittämisprosessista.



KUVIO 11: Vuokaavio osanumeroiden selvittämisprosessista

Nähtiin järkeväksi myös käydä läpi koko MSS-lista ja korostaa työtehtävät, joissa viitattiin ASM:ään. Näin löydettiin isoimmat työtehtävät, joissa todennäköisesti myös vaihtuu materiaalia. Tämä vähensi osalistoilta tarpeettomien työohjeiden lukemisen määrää merkittävästi.

Excel-taulukoon (liite 1) listattiin aina vaihdettavien osien lisäksi myös osia, jotka vaihdetaan tarvittaessa ja voidaan sijoittaa varastoidessa helposti saataville. Nämä osat on korostettu oranssilla taustavärillä, mutta niitä ei sisällytetä itse osalistoihin. Taulukon soluihin liitettiin myös kommentteja antamaan lisäinformaatiota osista tai työtehtävistä. Turkoosilla taustavärillä korostetut REK-numerot osoittavat korvaavuusketjun löytymisestä kyseisen nimikkeen kohdalla ja ohjeistavat tarkastamaan korvaavuusketjun listasta (liite 4).

Projektin aluksi linjattiin, että listat luodaan tarkalleen Hawk Mk.66 -ohjekirjallisuuden mukaan ja niihin listataan vain aina vaihtuvat osat, jotta aikaa vieviä palautuksia ei tulevaisuudessa pääse syntymään. Työtä tehdessä huomattiin, että ohjekirjallisuus ei aina määritellyt jokaista yksittäistä O-rengasta vaihdettavaksi erikseen, vaan ohje sanoo, että kaikki työhön liittyvät O-renkaat vaihdetaan. Oikea määrän ja oikeiden kohteiden selvittäminen vaati asentajien haastatteluja. Haastatteluja tehdessä selvisi, että tilanteet muuttuvat huoltojen aikana hieman. Esimerkiksi MSS-listan mukaan E-, F- ja G-huolloissa käsketään irrottamaan ilmastointiturbiini (CAU, cold air unit) ja ASM ohjeistaa tämän yksittäisen komponentin irrotuksen. G-huollossa kuitenkin koko

ilmastointilaitteisto irrotetaan rakennekorjauksien määrittelemien työtehtävien mukaan ja turbiini se mukana. Näin ollen osa materiaalista tulisi listattua kahdesti, kun luodaan osalista pelkän turbiinin poistolle ja lisäksi listataan koko ilmastointilaitteiston irrotuksessa ja asennuksessa tarvittava materiaali. Myös siiven irrotus tapahtuu vain G-huollossa, jolloin sen työtehtävä jätetään kirjaamatta E- ja F-huoltojen osalistoisiin (liite 3).

Osalistoja luodessa käytettiin tukena myös Hawk Mk.51 -konetyypin huolto-ohjeita. Tämä helpotti englanninkielisten ohjeiden tulkintaa joidenkin työtehtävien kodalla merkittävästi ja vanhat olemassa olevat listat pystyttiin päivittämään kun MSS tehtävä ja Hawk Mk.51 -konetyypin HO (Huolto-ohje) käytännössä vastasivat toisiaan (liite 3).

### **3.1 Keräyspyynnöt osalistoista**

Kun huoltojen tarvitsemat aina vaihdettavat materiaalit ovat selvillä, päivitetään vanhat ja luodaan uudet osalistat Hawk Mk.66 -konetyypille V10-järjestelmään. Näillä listoilla saadaan luotua niin sanottu keräyspyyntö määräaikaishuollon tullessa ajankohtaiseksi. Kun tiedetään määräaikaishuollon alkuaikajankoa, saadaan keräyspyyntö tehtyä ennakkoon ja tarvittava materiaali varattua tietylle projektille.

Samankaltaisia keräyslistoja on käytetty aikaisemmin huoltojen tukena, mutta osalistoja ei ole päivitetty pitkiin aikoihin ja alkuperäisille nimikkeille on tullut korvaavuuksia. Lisäksi listoja käytettäessä huoltoihin ei kulutettu kaikkia osia ja logistiikka-organisaation kannalta harmilliset palautukset vaikeuttivat toimintaa. Toisinaan varaosia haettiin Paterista vaikka projektille oli jo varattu erillinen osa.

Jotta saadaan aikaan päivitetty osalistat kullekin huollolle, täytyy luodut osalistat syöttää V10 järjestelmään. Järkeviä vaihtoehtoja tämän toteuttamiseksi, löytyy pari:

- Vanhat osalistat voidaan päivittää vastaamaan nykyistä tilannetta päivitettyillä osanumeroilla ja luodaan uudet listat Hawk Mk. 66 -konetyypille
- Päivitetään listat sopimaan yhteen yhä enemmän käyttöön otettavan MSS-listan kanssa erittelemällä työtehtäviä

Yksinkertaisinta on päivittää vanhat listat, jotka on tarkoitettu Hawk Mk.51 -tyypin koneille. Ei kuitenkaan ole järkevää tehdä vain yhtä listaa Hawk Mk.66 -konetyypille, koska myös Hawk Mk.51-tyypin koneita huolletaan tulevaisuudessa, joten on järkevää tehdä kummallekin konetyypille oma lista. Tällä tavalla toimiessa listoja tulisi tehdä ainakin kuusi kattamaan suurimmat määräaikaishuollot (E, F, G) kummallekin konetyypille.

Aikaisemmin listoihin on syötetty kaikki huollossa tarvittava materiaali. Listoissa ei tällöin eritelty erilaisia töitä, joihin materiaali jakaantuu. Toinen tapa rakentaa listat on eritellä nämä työt ja luoda monta pienempää osalistaa kattamaan jokainen materiaalia tarvitseva MSS-tehtävä. Nämä osalistat voi liittää määräaikaishuollon osalistan alle, jolloin kaikki osat tulevat listaan kuten ennenkin, mutta osalistasta näkee myös mihin tehtävään osat kuluvat. Osalistoja rakennettaessa tällä tavalla, muodostuvat pienemmät osalistan otsikot omiksi töikseen kun kyseinen määräaikaishuollon työtehtävä kuormitetaan V10-järjestelmässä. Jos nähdään tarpeelliseksi, voidaan nämä työt kuormittaa, jolloin työt ja keräykset voidaan ajoittaa ja luoda keräyslista kullekin työlle erikseen.

Eri vaihtoehtoja käytiin ja päädyttiin erittelemään SIN-numeron määrittämät työt omiksi osalistoiksi. Tällä tavalla V10-mahdollistaa töiden yksilölliset keräyslistat ja niiden ajoituksen tarvittaessa. Samalla kun töille luodaan omat nimikkeet, on mahdollista luoda nimikkeelle varastopaikka ja kerätä yksittäisen työn materiaali yhteen pakettiin. Näin määräaikaishuollon alkaessa voidaan vain hakea kullekin työlle koottu paketti, eikä yksittäisiä osia tarvitse kerätä. Paketeista voisi myös pitää ”puskurivarastoa” tulevien huoltojen varalle. Tätä hankaloittaa useiden tiivisteiden vanheneminen, jolloin paketteihin kerättyjä tiivisteitä pitäisi pystyä valvomaan.

V10-järjestelmää ei ole käytetty huollon seurannassa paljon. Huollon edistymistä on seurattu muilla keinoin. Huoltoon kuuluvia töitä tehdään huollon edetessä tilanteen mukaan, jolloin yksittäiselle huoltotehtävälle on mahdotonta määrätä tarkkaa aloituspäivää. Näin ollen töiden ajoitus ei ole vielä ajankohtainen kehityskohde. MSS-listan työtehtävät voisi kuitenkin eritellä omiksi töikseen SIN-numeron perusteella osalistaan, jolloin V10-järjestelmään luodaan oma osaluettelonimike kullekin SIN-numerolle. Osat voisi myös jaotella töiden mukaan Pateriin SIN-numeron perusteella, mikä on myös asentajan työtä selkeyttävä vaihtoehto. Kun SIN-numeron mukainen työ

alkaa, löytyisi asentajalle SIN-numeron mukainen paketti, joka sisältäisi tarvittavan materiaalin juuri kyseiselle työlle.

Keräyspyyntöä tehtäessä on syytä muistaa, että keräyspyyntö tehdään vain tietyistä varastosta. Muuten V10 kerää nimikkeet nimikkeelle merkitystä oletusvarastosta. Koska varastopaikkoja kun on monessa eri paikassa, ei kaikkien tarvittavien osien oletusvarasto ole lähin mahdollinen. Keräyspyyntöä tehdessä V10-järjestelmä kysyy, otetaanko saldo vain tietyistä varastosta vai kaikista mahdollisista varastoista. Järkevää olisi ottaa kaikki lähimmästä varastosta. V10-järjestelmässä on testiympäristö, joka sisältää kopion varsinaisen järjestelmän sisällöstä. Testikeräyspyyntöä tehdessä tutkittiin eri vaihtoehtojen vaikutusta keräyspyyntöön ja huomattiin kuinka kaikista varastoista otettaessa keräyspyynnöt tulivat nimikkeen oletusvarastolle. Testien aikana huomattiin myös oletusvaraston merkitys keräyspyyntöön. Kun materiaalia pyydettiin vain yhdestä varastosta, ei keräyspyyntöön tulostunut nimikkeitä, joiden oletusvarastoksi oli merkitty jokin muu kuin pyydetty varasto. Kuitenkin yksilöittäessä keräyspyyntö tietylle varastolle ei materiaalinkäsittelijän tarvitse hakea materiaalia toiselta osastolta vaan kaikki löytyy yhdestä varastosta. Jos määräaikaishuollon osalla ei ole varastopaikkaa kyseisessä varastossa tai oletusvarastoksi on merkitty jokin toinen varasto, nämä seikat korjataan ennen keräyspyyntöjen käyttöä.

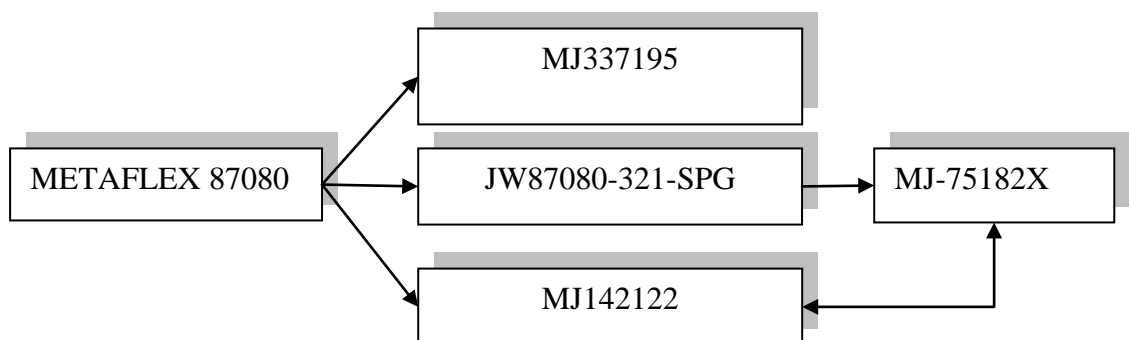
Optimaalista on luoda oma nimikelista jokaiselle erisuuruiselle huollolle. G-huollon osalistasta on helppo muokata jokaiselle pienemmälle huollolle sopiva lista poimimalla pois tehtävät, joita ei pienemmissä huollossa suoriteta. Ongelmana ovat kuitenkin huoltojen laajuudet ja päällekkäiset työtehtävät rakennekorjausten ja laitevaihtojen kanssa, joiden yhdistelmät muuttuvat huollon laajuuden, lentotuntien ja kalenteriajan mukaan.

### **3.2 Osalistojen ylläpito**

Osalistoja luotaessa ja konetyyppien vertailun aikana huomattiin myös kuinka Hawk Mk. 51 -tyypin koneiden ohjekirjallisuutta on päivitetty niin työohjeiden ja osaluetteloiden osalta. Hawk Mk.66 -tyypin kirjat taas ovat pitkään olleet käyttämättöminä ja päivittämättöminä. Kuten kaikessa teollisuudessa, myös ilmailussa osien valmistajia on monia ja alkuperäiset valmistajat ovat voineet lopettaa toimintansa,

jolloin alkuperäiselle varaosalle tulee etsiä korvaava malli. Aikaisemmin on myös käytetty asbestia esimerkiksi lämpöeristeissä. Asbestin käyttö on myöhemmin kielletty terveydelle haitallisena, jolloin asbestia sisältävien osien käyttö myös on kielletty. Huollossa käytettävät osat elävät ajan mukana ja koneisiin asennetaan huollossa uusin hyväksytty osa. Tämä luo ongelman, kun Hawk Mk.66:n IPC:n osanumerot ovat päivittämättä. Huoltoa tehdessään asentaja lukee ohjeistusta ja hakee osia vanhalla osanumerolla, jota ei enää käytetä ja varastossa on vain uudempaa nimikettä. On siis tarpeen merkitä selkeästi asentajan nähtäville alkuperäinen osanumero ja korvaava osanumero. Korvaavuustieto tulee olla myös hyvin tiedossa niin varaston puolella kuin työnsuunnittelussa.

V10 rinnalla käytetään Ilmavoimien materiaalijärjestelmää LTJ:tä, johon on syötetty varaosien nimikkeet. Tästä järjestelmästä tehdään tilaukset uusista osista ja siitä löytyy myös nimikkeiden korvaavat nimikkeet. Tätä kautta saadaan tarkastettua tarvittavat korvaavuudet. Osalistoja tehdessä tuli järjestelmän käyttö tarpeelliseksi, jotta saatiin selville uusimmat käytetyt nimikkeet. Osassa nimikkeistä korvaavuusketju on useamman askeleen pituinen, joten oli hyvä merkata muistiin alkuperäinen nimike ja korvaavuusketju uusimpaan nimikkeeseen. Opinnäytetyön sivutuotteena syntyi näin muutamille nimikkeille korvaavuusketju (liite 4), jota materiaalinkäsittelijät tai työnsuunnittelu voi tarvittaessa hyödyntää. Lopullinen korvaavuustieto kuitenkin pitää aina tarkistaa Ilmavoimien järjestelmästä. Kuviossa 12 nähdään esimerkki korvaavuusketjusta.



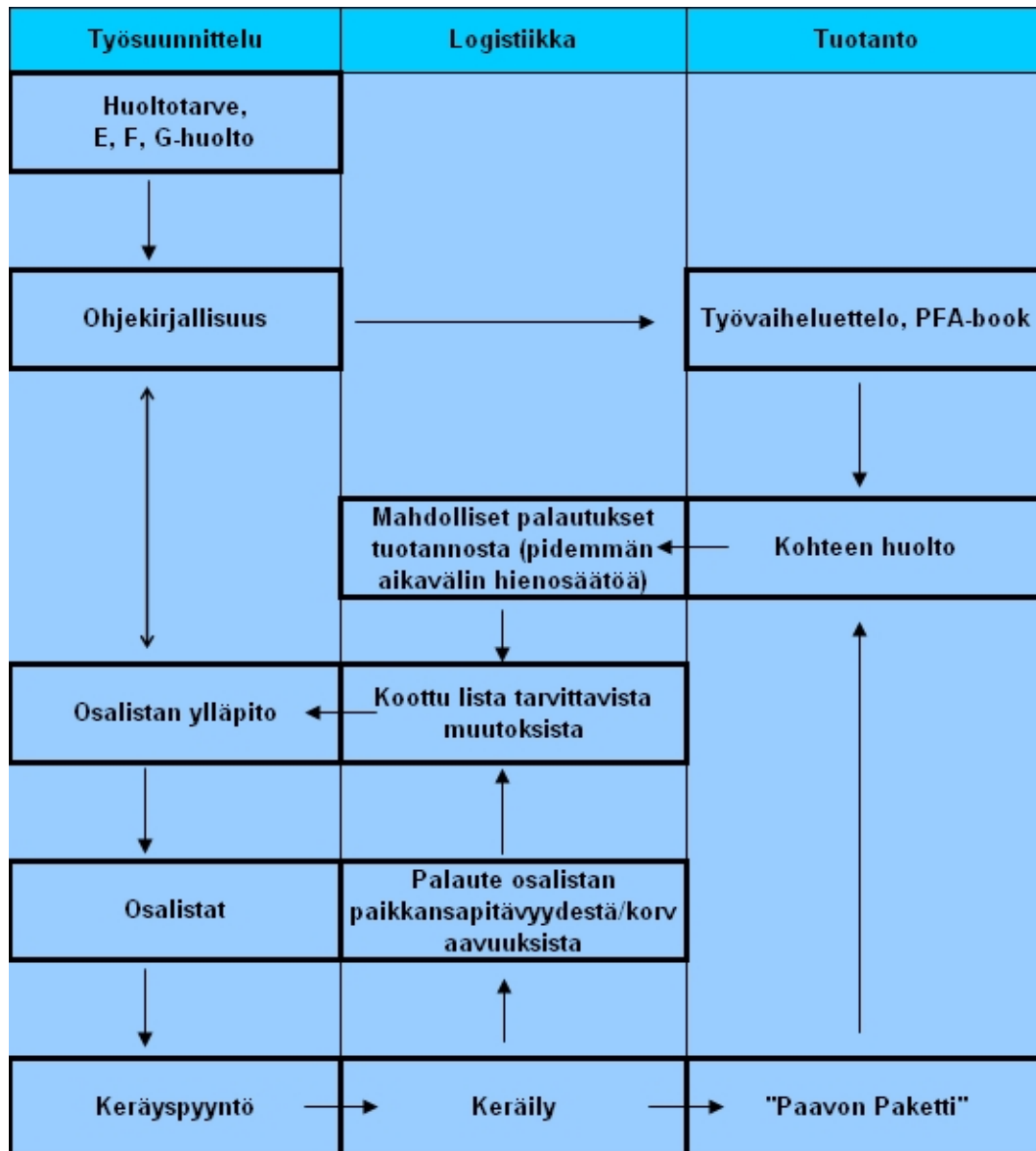
KUVIO 12: Korvaavuusketju

Esimerkin metaflex-tiiviste sisälsi asbestia, jota ei saa enää käyttää ja jolle on löytynyt korvaavia tuotteita kolme kappaletta. Näistä kaksi oli merkitty vielä yhteensopivaksi

neljännen tiivisteiden kanssa. Asentajan näkökulmasta tulee siis vastaan tilanne, jossa haetaan Metaflex 87080 -tiivistettä, mutta tosiasiasa hyllystä voikin löytyä mikä tahansa yllä esitetystä vaihtoehdosta, joista kaikki on hyväksytty käytettäväksi. Tästä syystä on tärkeää merkitä korvaavuus selkeästi näkyville. Parasta on jos asentaja jo materiaalia hakiessaan tietää etsiä uudempaa tiivistettä.

Osalistojen ylläpitoa varten kehitettiin ohjeistava vuokaavio (kuviokuva 13), jossa vastuu korvaavuuksien päivittämisestä osalistoisiin on työnsuunnittelulla. Kun työnsuunnittelu päivittää keräyslistoja, voidaan samaan aikaan päivittää korvaavuustieto työvaiheluetteloihin, mistä asentajat näkevät ensimmäisenä vaihtuvat materiaalit työtehtävän vaiheelle. Näin asentaja tietää jo valmiiksi, mitä tiivistettä hän tulee käyttämään, jos osaluettelon pyytämä osa on korvattu. Logistiikka seuraa osalistojen paikkansapitävyyttä ja tarvittaessa välittää tiedon tarvittavista päivityksistä työsuunniteluun.





KUVIO 13: Osalistojen ylläpito

Käytännössä osalistat päivitetään käyttämällä V10-järjestelmää, johon osalistat on tallennettu. Aikaisemmin luodut osalistat päivitettiin Hawk Mk.51 -tyypin koneelle ja Hawk Mk.66 -tyypin koneelle luotiin uudet osalistat jokaiselle suurelle määräaikaishuollolle. Hawk Mk.51 -konetyypille tehdään samoja työtehtäviä ja työsuunnittelu yhdistää HO:t uusiin MSS-numeroihin Henri Mannismäen kehittämän PFA-bookin avulla, jolloin samoja MSS-numeroita käytetään myös Hawk Mk.51:n huollossa. Näin ollen kun luodaan osalista jokaisesta SIN-numeron määrittämästä työtehtävästä ja muodostetaan niistä suurempi valmistusrakenne, voidaan helposti muokata jokaiselle huollolle sopivat osalistat. Kun syötetään SIN-numeron pohjalta luotu nimike määräaikaishuollon osalistaan, saadaan työtehtävän tarvitsemat osat tulostumaan tämän aliotsikon alta (kuvio 14).

Osaluettelot - KHW66MSSGI Henkilöt Nimikkeet Projektit Valmistuspyynnöt Keräys Varastoprosessi

Osaluettelo-otsakeseläus Osaluetteloylläpito Hierarkinen osaluettelonäkymä

Osaluettelo-otsikko Dokumentit Rivit

Lisää Muokkaa Tallenna Peru Poista Muut Siirry Asetukset

Osanumero	Nimikekoodi	Nimi	Määrä	Yksikkö	Kpl	Mitat	Prosessi	Info	Paino	Rev	Ver	Kor
[ ] KHW66MSSGHU	KHW66MSSGH	Hawk Mk.66 G huolto	1,0	KPL	0,0				0,0			
[ ] 0010	KMSS161001	Siiven asennus	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[ ] 0010	K100-122-0073	100-122-0073 O-RENGAS	2,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0020	K100-115-0073	100-115-0073 O-RENGAS	8,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0030	K100-217-0073	100-217-0073 O-RENGAS	6,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0040	K100-222-0073	100-222-0073 O-RENGAS	2,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0050	K100-214-0073	100-214-0073 O-RENGAS	4,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0060	K100-330-0073	100-330-0073 O-RENGAS	4,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0070	K100-218-0073	100-218-0073 O-RENGAS	1,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[ ] 0080	K100-213-8815	100-213-8815 O-RENGAS	2,0	KPL	0,0		STOHV		0,0			
[+] 0011	KMSS213005	Patopaineturbiinin imusuodatin	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[+] 0020	KMSS231001	Vedenerottajan tarkastus	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[+] 0030	KMSS233001D	Cold Air Unit, Asennus	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[+] 0031	KMSS235005	G-venttiilin suodattimen vaihto	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[+] 0040	KMSS401001B	Moottorin asennus (moottorin vaihto)	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			
[+] 0041	KMSS404007B	MP Polttoainesuodattimen vaihto	1,0	KPL	0,0		MANHV		0,0			

KUVIO 14: Osaluettelo

Kun jokaisen määräaikaishuollon osalista Hawk Mk.51 ja Mk.66 -tyypin koneille rakennetaan näin, on nimikkeiden korvaavuuksien korjaaminen kätevää. Jokainen huolto muodostuu osaluettelo aliotsikoista. Kun huomataan muutos jonkin nimikkeen korvaavuudessa, tarvitsee tietää vain kyseisen tehtävän SIN-numero ja muuttaa yksittäisen tehtävän korvaava osa tähän osalistaan. Näin kaikkien huoltojen osalistat, jotka käyttävät samaa tehtävää, päivittyvät automaattisesti pyytämään päivitettyä nimikettä. Vanhalla tavalla listattuna tämä korvaavuus tulisi merkata Hawk Mk.51 ja Mk.61 E-, F- ja G-määräaikaishuoltojen listoihin erikseen jolloin päivitettävänä on ainakin 6 listaa.

Jotkut nimikkeet esiintyvät useassa työtehtävässä jolloin syntyy tarve päivittää tämä nimike kaikkiin tehtäviin. Tämäkin onnistuu helposti käyttämällä Suunnittelu-moduulin Nimike osaluetteloriveinä -ominaisuutta. Syöttämällä muuttunut nimike Nimikekenttään tulostuvat kaikki osaluettelot, joissa kyseistä nimikettä käytetään (kuvio 15).

Osaluettelot | Henkilöt | Nimikkeet | Projektit | Valmistuspyynnöt | Keräys | Varastoprosessi | **Nimike osaluetteloriveinä** x

Hae rajatut  Siirry  Asetukset  i

**Rajaus**

Nimike:

Osaluettelo		Osa	Määrä	Yksikkö	Projekti	Versio
KHWFHUOLTO	HW F-HUOLTO	0050	1,0	KPL		
KHWEHUOLTO	HW E-HUOLTO	0050	1,0	KPL		
KHWD2HUOLTO	HW D2-HUOLTO	0020	1,0	KPL		
KHWMK66GHUOLTO	HW.66 G-HUOLTO	0330	1,0	KPL		
KMSS401001B	Moottorin asennus (moottorin vaihto)	0150	1,0	KPL		
KMSS407002B	MP Öljynsuodattimen vaihto	0030	1,0	KPL		
KMSS404007B	MP Polttoainesuodattimen vaihto	0020	1,0	KPL		

**Osaluettelorivien saldot**

Hae rajatut  Siirry  Asetukset  i

**Rajaus**

Osoite:

Nimikekoodi	Nimi	Versio	Osa	Määrä	Yksikkö	Prosessi	Osoite	Saldo
KL901813	L901813 FILTER FUEL		0010	1,0	KPL	STOHw	230	7,0
KKB21076	KB21076 O-RENGAS		0020	1,0	KPL	STOHw	230	10,0
KKB1081	KB1081 WASHER		0030	1,0	KPL	STOHw	230	23,0

KUVIO 15: Nimike osaluetteloriveinä

Työtehtävien selvittyä päästään tuplaklikkaamalla haluttua osalistaa osaluetteloylläpitoon ja päivittämään tarvittava nimike. Näin saadaan nopeasti ja vaivattomasti päivitettyä työtehtävien osalistat ja sitä kautta kaikkien määräaikaishuoltojen osalistat ovat ajan tasalla.

### 3.3 Osien järjesteleminen

Riippuen käyttönotettavasta käytännöstä, voidaan Paterin järjestely hoitaa hiukan eri tavoin. Kantavana ideana kuitenkin on sen helppokäyttöisyys ja materiaalin nopea kerääminen. Myös Paterissa olisi tarkoitus olla hyllypaikka osanumeroa kohti. Koko Pateria ei ole järkevä järjestää uudelleen, joten työssä keskitytään vain osalistojen sisältämiin materiaaleihin.

Aikaisemmin Hawk Mk.51:n määräaikaishuoltojen osalistojen mukaiset niin sanotut Paavon paketti ja Moottorihuolto paketti ovat kokeneet erilaisia käytäntöjä vuosien varrella. Materiaali on kerätty erikseen Paterista, tuotu huollettavan koneen viereen tai

tuotu työhön liittyviä materiaalipaketteja huollettavalle koneelle. Nykyisin listoissa eritellyt materiaalit on sijoitettu kolmelle hyllylle Paterissa. Osalistojen luonnin jälkeen huomattiin, että huollossa vaihtuvilla materiaaleilla ei ole suuria eroja. Näin ollen suuri osa oikeista materiaaleista on jo keskittynyt näille kolmelle hyllylle ja asentajatkin ovat tottuneet hakemaan osat näiltä paikoilta. Tältä osin ei ole tarpeellista tehdä suuria muutoksia järjestelyyn. Tutkimustyön seurauksena uusien osalistojen mukaiset osat siirretään näille kolmelle hyllylle. Kun töihin liittyvät materiaalit jaotellaan laatikoihin SIN-numeron perusteella, saadaan looginen linkki työvaiheluetteloiden, osalistojen ja varastopaikan välille. Laatikoihin voidaan merkata SIN-numeron lisäksi tekstimuotoinen kuvaus työstä tai kohteesta. Näin keräys Hawk Mk.66 -koneen MSS-tehtäväluettelon mukaiseen järjestykseen olisi nopeaa ja materiaalin lajittelemisessa ei kuluisi aikaa. Myös asentajat pystyvät hakemaan SIN-numeron perusteella oikeat osat Paterista odottamattomien työtehtävien esiintyessä. Keräyspyynnön saapuessa materiaalinkäsittelijä voi tulostaa keräyslistan ja kerätä materiaalin järjestyksessä läheltä toisiaan.

### **3.4 Toimitus koneelle**

Kun Pateri on järjestyksessä, on koneen huoltoon tarvittavan materiaalin kerääminen helppoa ja nopeaa. Materiaalinkäsittelijä voi kerätä töihin tarvittavat materiaalit erilliseen rullakärryyn ja toimittaa halutulle koneelle haluttuna päivänä. Materiaalin varaaminen fyysisesti halutulle työlle on tärkeää. V10-järjestelmä varaa nimikkeiden saldon käyttöön keräyspyynnön luomisen jälkeen. Osat varastoidaan Paterissa, josta asentajat hakevat tarvitsemansa osat itsenäisesti. Asentaja ei tiedä järjestelmään merkattua varaustilannetta. Kun osat kerätään omaa kärryyn, on materiaali varattu jo fyysisesti tiettyä työtä varten ja huollon materiaalisaatavuus on turvattu.

Materiaali voidaan kerätä erilliseen kärryyn MSS-listan määrittelemien SIN-numeroiden mukaan. Keräily tapahtuu nopeasti ja asentajat saavat töittäin järjestellyt laatikot koneelle, jotka sisältävät tarvittavan materiaalin. Näin on selkeästi jaoteltu, mihin työhön mikäkin materiaali tulee kuluttaa ja epäselvyyksien määrä vähenee. Palavereissa tulee myös korostaa, että kaikki luodun paketin huoltokohteelle tuodut nimikkeet tulee käyttää, koska paketti on luotu ohjekirjallisuutta noudattaen ja jokainen nimike on määrätty vaihdettavaksi. Aikaisemman kokemuksen mukaan keräyspyyntöjen

tekeminen ja materiaalin koneelle tuominen todettiin rasittavaksi, koska materiaalia jäi käyttämättä ja varaston piti käsitellä kaikki palautuva materiaali kertaalleen läpi. Toisinaan myös varastosaldot sekoittuivat lisääntyvän näppäilyyn ja sitä seuraavien virheiden seurauksena.

### **3.5 Osalistojen nimikkeiden luominen ja hallinta**

Osaluetteloiden luominen SIN-numeroiden perusteella todettiin tehokkaimmaksi ratkaisuksi. Uusien nimikkeiden luominen oli siis tarpeellista. Nimikkeiden tulee olla loogisia, informatiivisia ja yksinkertaisia. Molemmat kriteerit täyttävä nimikkeiden luominen oli helppo tehtävä. Yleisen käytännön mukaan Hawk-osaston nimikkeistön ensimmäinen kirjain on aina K, jonka jälkeen varaosan nimike on kirjoitettu perään. Aikaisemmin määräaikaishuoltojen valmistusmallien ja osalistojen nimikkeet ovat muodostuneet seuraavasti:

- KHWGHUOLTO
- KHWFHUOLTO
- KHWEHUOLTO

Osaston nimikkeistön mukainen K aloittaa nimikkeen, HW viittaa Hawk Mk.51 -tyypin koneeseen ja määräaikaishuollon kirjainkoodi E, F tai G määrää huollon laajuuden. Yksinkertainen tapa luoda vastaavat nimikkeet Hawk Mk.66 -tyypin koneelle on seuraavanlainen:

- KHW66GHUOLTO
- KHW66FHUOLTO
- KHW66EHUOLTO

Huoltojen sisältö on pääasiassa sama kaikille huolloille ja konetyypeille, joten valmistusmallin määrittämät työnkohteet voidaan kopioida alkuperäisistä nimikkeistä uusille nimikkeille. Tämän jälkeen pienten muutosten tekeminen tarvittaessa valmistusmalliin uusille nimikkeille on helppoa.

Määräaikaishuoltojen osalistan rakenne koostuisi SIN-numeron määrittelemistä nimikkeistä, joiden alle osanumerot syötettäisiin. SIN-työtehtävien mukaiset nimikkeet luodaan seuraavalla tavalla:

- KMSS161001
- KMSS213005
- KMSS231001
- jne.

Nimikkeestä näkee välittömästi, että kyse on MSS-listan määräämästä SIN-numeron tehtävästä. Numeroin kirjoitetusta SIN-numerosta nähdään työtehtävän järjestelmä, alijärjestelmä ja työtehtävän tarkka numero.

### **3.6 Osanumeroiden nimikkeiden hallinta**

Osanumeroiden nimikkeille ei ole tarpeen tehdä suuria muutoksia, koska nimikkeet on jo syötetty V10-järjestelmään valmistajan osanumerolla. Kehityksen kohde voisi olla kuitenkin näiden nimikkeiden korvaavuuden merkitseminen. Korvaavuus on merkitty alkuperäisen nimikkeen kanssa samaan kenttään, mutta käytäntöjä merkata tuo korvaavuus on ollut yhtä monta kuin järjestelmän käyttäjiäkin. Tieto on aina oikeaa, mutta välillä sen hakeminen on haasteellista. V10-järjestelmästä löytyy kenttä, johon korvaavuus voidaan sijoittaa (kuvio 7). Loogista olisi merkitä uusimman tiedon mukainen korvaavuus tietylle osalle tähän kenttään, mistä se saadaan tarkistettua. Kenttä hyväksyy vain olemassa olevat nimikkeet jolloin järjestelmä ei hyväksy väärin kirjoitettua nimikettä.

Materiaalinkäsittelijöitä haastatellessa selvisi myös tarve liittää Ilmavoimien materiaalilaitoksen käyttämä REK-tunnus myös Patrian käyttämiin nimikkeisiin. Nimikkeiden tietoja selatessa löytyi paikka, johon tämä tunnus olisi helppo lisätä. Nimiketiedoissa on välilehti FA-tiedot, jonne saa lisättyä nimikkeen toisia tunnuksia. Tähän listaa on mahdollista lisätä mitä tahansa nimikkeitä, jotka eivät ole V10-järjestelmässä jo valmiiksi. Tunnuksen luokaksi voi valikosta valita REK-numero, jonka jälkeen samalle riville voidaan lisätä relevantti REK-numero. Nimikeitä haettaessa tämä syötetty REK-tunnus näkyy heti tulosten esiintyessä, jolloin voidaan varmistua oikean

osan löytymisestä. Samaan tunnuslistaan voidaan myös valita tunnuksen luokaksi ALT ja syöttää korvaava nimike. Nyt nimikehaussa yhdelle nimikkeelle näkyisi kaksi tulosta, joista toisessa muu tunnus -kohdalla näkyy REK-numero ja toisen kohdalla korvaava osanumero (kuvio 16). Korvaavuuksia voi myös lisätä enemmän kuin yhden. Näin päästäisiin jäljille nopeasti osan korvaavaan nimikkeeseen. Käyttöön otettavien muutosten toteuttaminen vaatii logistiikka-organisaation hyväksynnän.

The screenshot shows a software interface for searching and managing parts. The main window is titled 'Nimikkeet - K87080 87080 GASKET METAFLEX (KORV. MJ142122)'. The interface includes a search form with fields for 'Nimike' (Name), 'Koodi' (Code), 'Nimi' (Name), 'AbcLuokka' (ABC Class), 'EAN koodi' (EAN Code), 'Tuoteluokka' (Product Class), 'Hakusana' (Search Term), 'Yritys' (Company), and 'Passiivinen' (Inactive). There are also radio buttons for 'Typpi' (Type) and 'Lajittelu' (Sorting). Below the form is a table of search results.

Nimikekoodi	Name	Nimi	ABC- luokka	Muu tunnus	Raaka-aine	Standardi	Mu oiti
K87080	87080 GASKET METAFLEX (KORV. M)			68586			MA
K87080	87080 GASKET METAFLEX (KORV. M)			MJ142122			MA
K87080	87080 GASKET METAFLEX (KORV. M)			MJ-75182X			MA

KUVIO 16: Korvaavuuksien näkyminen hakiessa alkuperäistä osanumeroa

#### 4 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli kehittää lentokonehuollon huoltojärjestelmää ja helpottaa eri osastojen työtakkaa ja virheriskiä. Luotujen osalistojen, niiden ylläpidon ja keräyslistojen käyttäminen varmistaa huollon etenemisen, vähentää varastohenkilöstön työkuormaa ja vähentää virheiden syntymistä. Keräyslistan nimikkeet ovat järjestelmässä, eikä näppäilyvirheitä pääse syntymään. Asentajien ei tarvitse kirjoittaa ottolappuja niin runsaasti kuin aikaisemmin, jolloin varaston saldot pysyvät paremmin hallinnassa. Inhimillisten virheiden määrä tulisi laskea.

Huollon tarvitsemat osalistat päivitettiin tutkimustyön aikana ja keräyslistat otetaan käyttöön Hawk Mk.66 -koneen määräaikaishuoltojen alkaessa. Uusi osalistojen rakenne mahdollistaa myös huollon seurannan tehostamisen V10-järjestelmällä. Kaikki määräaikaishuollon osalistan SIN-numeron määrittämät työtehtävät voidaan määrittää tehtäväksi työksi, jonka edistymistä seurataan. Työtehtävä voidaan myös ajoittaa huollon tiettyyn vaiheeseen ja työtehtävän nimikkeiden keräys voidaan ajoittaa tapahtumaan automaattisesti samaan aikaan. Tässä tapauksessa jokaiselle työlle saadaan luotua oma keräyslista, joka selkeästi määrittää mihin työhön jokainen nimike liittyy. Hawk Mk.66 -tyypin koneet alkavat valmistua ja määräaikaishuollot alkavat vasta myöhemmin, jolloin ennakkoon tehdyt järjestelyt alkavat toimia käytännössä. Uuden käytännön käyttöönotto tuo varmasti esiin muokattavia asioita osalistojen suhteen sitä mukaa kun asentajat, varastohenkilökunta ja työnsuunnittelu sopeutuvat uuteen käytäntöön. Työ luotiin sillä periaatteella että siinä esiteltyjä toimintamalleja on helppo ylläpitää ja muokata tulevien modifikaatioiden, korvaavuuksien, järjestelmän uusiutumisen ja päivittymisen varalta.

Lähtökohdiltaan työ saavutti halutun lopputuloksen. Huolloissa käytettävät nimikkeet päivitettiin ja varmistettiin Hawk Mk.66 -tyypin koneen huollossa käytettävien materiaalien tarve. Kattavien testien jälkeen V10-järjestelmän testiympäristössä keräyslistojen käyttöönotto on helppoa ja helpottaa päivittäistä huollon etenemistä ja työkuorman vähenemistä varastohenkilökunnan osalta. Luodut listat ovat liitteinä kuten myös tutkimustyön aikana selvinneet korvaavuudet.



## LÄHTEET

Friend, C. 1992. Aircraft Maintenance Management. Singapore: Longman Singapore Publishers Ltd

Ilmavoimat. 2011. Lentokalusto. [PDF]. Päivitetty 17.11.2011. Tulostettu 22.5.2012. <http://www.puolustusvoimat.fi/fi/Ilmavoimat/>

Ilmavoimien materiaalilaitos. Hawk Mk.66 Master Servicing Schedule. Muutostasot 00 / 12.2010 ja 01 / 03.2012.

Kinnison, H. 2004. Aviation Maintenance Management. New York: McGraw-Hill, cop. 2004.

Logica Oy. Esitteet, Askel kohti toiminnallista tehokkuutta. [PDF]. Tulostettu 2.5.2012. <http://www.logica.fi/we-are-logica/media-centre/factsheets/2011/v10---toiminnanohjusratkaisut/>

Mannismäki, H. Hawk Mk.66 Huoltojärjestelmän kehittäminen. Kone- ja tuotantotekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Opetushallitus. Kunnossapito-menestystekijä. Luettu 12.3.2012. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>

Palaveri. Osallistujat Kimmo Anttonen, Mauri Kunnas, Reija Tylli. Hallissa 9.1.2012

Palaveri. Osallistujat Kimmo Anttonen, Mauri Kunnas, Reija Tylli. Hallissa 15.5.2012

Patria intra. Tulostettu 15.5.2012. Patrian sisäinen informaatio-järjestelmä

Scandinavian Center for Maintenance Management. 1998. KEEP IT RUNNING: Industrial Asset Management. Loviisa: Painoyhtymä Oy

Triant Flouris and Dennis Lock 2008. Aviation Project Management. Hapshire: Ashgate Publishing Limited.

Yleisesitys 2011. Powerpoint -esitys 2011. Luettu 10.5.2012. Patrian sisäinen verkkohakemisto.

## LIITTEET

## Liite 1. Hawk Mk.66 -koneen G-huollon osalista

			MK.66 G-Huolto					
Järjestelm	MSS Nro.	Kohde	Osa	Osanumero	REK	Korvaava	REK	Määrä
15-10	151077B	Pyrstökartion asennus	Tiiviste	100-210-8815	171283	---		1
16-10	161001B	Siiven asennus: PA-holkit	O-rengas	100-122-0073	13043	---		2
			O-rengas	100-115-0073	13037	---		8
			O-rengas	100-217-0073	13057	---		6
			O-rengas	100-222-0073	13060	---		2
			O-rengas	100-214-0073	13054	---		4
			O-rengas	100-330-0073	13071	---		4
			O-rengas	100-218-0073	13058	---		1
O-rengas	100-213-8815	13053	---		2			
21-30	213005	Patopaineturbiinin imusuodattimen vaihto	Suodin	QA0155	30957	---		1
			O-rengas	QD1004-021	30960	---		1
23-10	231001	Yedenerottajan tarkastus	O-rengas	100-159-8810	13051	---		1
			O-rengas	100-160-8810	171282	---		1
			Pisaroitin	4217C120	16290	---		1
23-30	233001D	Cold Air Unit, asennus	O-rengas	BAS202-224S	20899	---		4
			O-rengas	100-231-1109	13068	---		1
			O-rengas	100-235-1109	13069	---		1
			Metaflex	87080	63558	MJH42122	434736	1
23-50	235005	G-venttiilin suodattimen vaihto	Suodatin	LAF219-001	310879	---		1
			Suodin	ARW130917-01	400645	---		1
40-10	401001B	Moottorin asennus	O-rengas	C11604-10B	2111	---		1
			O-rengas	C11604-20B	2112	3409893	185245	2
			Metaflex	136766-1	14041	MJ679339	426998	1
			Metaflex	67305-1	17664	---		1
			O-rengas	100-218-0073	13058	---		1
			O-rengas	100-131-0073	13047	---		1
			O-rengas	R33SL1013A	285638	05334F3300A50D7	462989	2
		Sokat	SP90C4	63826	---		2	
		Ilmälägnistin Generaattori Hydraulipumput	O-rengas (G)	AS12801-251	20558	---		1
			O-rengas (K)	507-207	16753	---		1
			O-rengas (H)	AS12801-235	20557	---		2
			O-rengas (G akseli)	AS12801-210	20556	---		1
			O-rengas (H akseli)	AS12801-113	20555	---		2
		Vuodatus	Tiivistelevy (K)	6225	21937	306225	194976	1
			Tiivistelevy	KB1081	184954	---		1
		Moottorin Pistokkeet	Tiiviste	237-7640-000	172573	---		1
						---		
Kiintyspantojen mutterit	Mutteri	AS20624	20570	---		2		
	Mutteri	AS20625	184437	---		6		
40-30	403001D	Suihkuputken asennus	Tiiviste	100-210-8815	171283	---		1
40-40	404007A	MP Polttoainesuodattimen vesitarkastus	Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
						---		
40-40	404007b	MP Polttoainesuodattimen vaihto	Suodin	MFFA582-2/MFFA	188665	L901813	188665	1
			Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
			O-rengas	AS43013-161	308778	---		1
40-70	407002	Öljysuodattimen vaihto	Suodin	005104025/MA1040	186298	9560145710	186300	1
			O-rengas	KB21076	185050	---		1
			Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
41-10	411012	Korroosionestopatruunoiden vaihto	Patruunat	KB280L0076-000	23696	---		4
48-10	481007B	Ilmakehittimen öljysäiliön tyhjennys ja täyttö	Tiiviste	043-04-02-007	12837	---		1
48-10	481012	GTS PA-suodattimen puhdistus	Tiiviste	20-6X2-64C8	14592	20,6X2-64C8	14592	1
			Tiiviste	R13308	30976	---		1
			Suodin	CG5704103461N00	21356	P5704-3	69678	1
48-10	481016	GTS Öljysäiliön suodattimien puhdistus	Tiiviste	R13308	30976	---		2
			Tiiviste	R13314	30979	---		1
			Tiiviste	R13306	30975	---		1
			Suodin	505-015	16742	---		1
			Suodin	007-24-02	12740	---		1

## Liite 2. Hawk Mk.66 -koneen F- ja E-huollon osalista

			MK.66 F- ja E-Huolto					
Järjestelmä	MSS Hro.	Kohde	Osa	Osanumero	REK	Korvaava	REK	Maara
15-10	151077B	Pyrstökartion asennus	Tiiviste	100-210-8815	171283	---		1
23-10	231001	Vedenerottajan tarkastus	O-rengas	100-159-8810	13051	---		1
			O-rengas	100-160-8810	171282	---		1
			Pisarotin	4217C120	16290	---		1
23-30	233001D	Cold Air Unit, asennus	O-rengas	BAS202-224S	20899	---		4
			O-rengas	100-231-1109	13068	---		1
			O-rengas	100-235-1109	13069	---		1
			Metaflex	87080	68586	MJ142122	434736	1
23-50	235005	G-venttiilin suodattimen vaihto	Suodatin	LAF219-001	310879	---		1
			(Suodin	ARV130917-01)	400645	---		1
40-30	403001D	Suihkuputken asennus	Tiiviste	100-210-8815	171283	---		1
40-40	404007A	MP Polttoainesuodattimen vesitarkastus	Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
40-40	404007b	MP Polttoainesuodattimen vaihto	Suodin	MFFA582-2/MFFA582-3	188665	L901813		1
			Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
			O-rengas	AS43013-161	308778	---		1
40-70	407002	Öljynsuodattimen vaihto	Suodin	005104025/MA104025	186298	9560145710	186300	1
			O-rengas	KB21076	185050	---		1
			Tiivistealuslevy	KB1081	184954	---		1
48-10	481007B	Ilmakehittimen öljysäiliön tyhjennys ja täyttö	Tiiviste	043-04-02-007	12837	---		1
48-10	481012	GTS PA-suodattimen puhdistus	Tiiviste	20-6X2-64C8	14592	20,6X2-64C8	14592	1
			Tiiviste	R13308	30976	---		1
			Suodin	CG5704103461N00	21356	P5704-3	69678	1
48-10	481016	GTS Öljysäiliön suodattimien puhdistus	Tiiviste	R13308	30976	---		2
			Tiiviste	R13314	30979	---		1
			Tiiviste	R13306	30975	---		1
			Suodin	505-015	16742	---		1
			Suodin	007-24-02	12740	---		1

## Liite 3. Hawk Mk.51 -koneen G-huollon osalista

			MK.51			
Järjestelmä	MSS Nro./HO	Kohde	Osa	Osanumero	Määrä	REK
15-10	151077B / HO-031	Pörsstökartion asennus	Tiiviste	100-210-8815	1	171283
16-10	161001 / RHS-2, luku 16-10	Siiven asennus: PA-holkkit	O-rengas	100-122-0073	2	13043
			O-rengas	100-115-0073	8	13037
			O-rengas	100-217-0073	6	13057
			O-rengas	100-222-0073	2	13060
			O-rengas	100-214-0073	4	13054
			O-rengas	100-330-0073	4	13071
			O-rengas	100-218-0073	1	13058
			O-rengas	100-213-8815	2	13053
21-00	HO-252	Hydraulisuodatin 1 ja 2 paine	Painesuodin	50583/51147	2	16743
			O-rengas	HDS1171-1-17	2	22650
			Kulhon tiiviste	HDS1171-4-22	3	22654
		Paluu 1	Paluusuoodin	50583	1	68267
			Tiiviste	HDS 1171-1-19	1	22651
		Vuotoputki	Vuotoputken suodin	41555	1	16257
			Tiiviste	HDS1171-1-7	1	22652
Tiiviste	HDS1171-4-7	1	22655			
21-30	213005 / HO-250	Patopaineturbiinin imusuodattimen vaihto	Suodin	QA0155	1	30957
			O-rengas	QD1004-021	1	30960
23-10	231001 / HO-149	Vedenerottajan tarkastus	O-rengas	100-159-8810	1	13051
			O-rengas	100-160-8810	1	171282
			Pisaroitin	4217C120	1	16290
23-30	233001D / RHS-3, HM 23-30/1	Cold Air Unit, asennus	O-rengas	BAS202-224S	4	20899
			O-rengas	100-231-1109	1	13068
			O-rengas	100-235-1109	1	13069
			Metaflex	87080	1	68586
23-50	235005 / HO-131	G-venttiilin suodattimien vaihto	Suodin	101004-03 tai -03FF	2	
			Varmistuslevyt	A-FF-501500-01	8	
			O-rengas	A-TP-091101-02	2	
			O-rengas	A-DN-104073-18	2	
40-10	401001B	Moottorin asennus	O-rengas	C11604-10B	1	21111
			O-rengas	C11604-20B	2	21112
			Metaflex	136766-1	1	14041
			Metaflex	67305-1	1	17664
			O-rengas	100-218-2129	1	171287
			O-rengas	100-131-0073	1	13047
			O-rengas	R33SL1013A	2	285583
			Sokat	SP90C4	4	63826
		Ilmakäynnistin Generaattori Hydraulipumput	O-rengas (G)	AS12801-251	1	20556
			O-rengas (K)	507-207	1	16753
			O-rengas (H)	AS12801-235	2	20557
			O-rengas (G.akseli)	AS12801-210	1	20556
		Vuodatus	O-rengas (H.akseli)	AS12801-113	2	20555
			Tiivistelevy (K)	KB1081	1	184954
Moottorin Pistokkeet	Tiiviste	237-7640-000	1	172573		
	Tiiviste					
Kiinityspantojen mutterit	Mutteri	AS20624	2	20570		
	Mutteri	AS20625	6	184437		
40-30	403001D	Suihkuputken asennus	Tiiviste	100-210-8815	1	171283

40-40	404007A	MP Polttoainesuodattimen vesitarkastus	Tiivistealuslevy	KB1081	1	184954
40-40	404007b / HO-005	MP Polttoainesuodattimen vaihto	Suodin	L901813/MFFA582A	1	188665
			Tiivistealuslevy	KB1081	1	184954
			O-rengas	AS43013-161	1	308778
40-70	407002 / HO-251	Öljysuodattimen vaihto	Suodin	9560145710	1	186300
			O-rengas	KB21076	1	185050
			Tiivistealuslevy	KB1081	2	184954
41-10	411012	Korroosionestopatruunoiden vaihto	Patruunat	KB280L0076-000	4	23696
48-10	481007B	Ilmakehittimen öljysäiliön tyhjennys ja täyttö	Tiiviste	043-04-02-007	1	12837
48-10	481012 / HO-157A	GTS PA-suodattimen puhdistus	Tiiviste	20-6x-64C8	1	14592
			Tiiviste	R13308	1	30976
			Suodin	P5704-3	1	69678
48-10	481016 / HO-158B	GTS Öljysäiliön suodattimien puhdistus	Tiiviste	R13308	2	30976
			Tiiviste	R13314	1	30979
			Tiiviste			
			Suodin	505-015	1	16742
			Suodin	007-24-02	1	12740
82-00	821002e / HO-024	Sisäripustimen asennus	O-rengas (Holkit)	100-022-0073	2	13037
			O-rengas (Holkit)	100-025-0073	2	13025
			O-rengas (Putket)	100-117-0073	2	13040
			O-rengas (Putket)	100-121-0073	2	13041

## Liite 4. Korvaavuustaulukko

