

**HAWK MK66
HUOLTOVÄLINEMATERIAALIN
SOVITTAMINEN OSAKSI TOIMIVAA
JÄRJESTELMÄLOGISTIikkaA
ILMAVOIMIEN
KOULUTUSKONEYMPÄRISTÖSSÄ**

Teemu Männistö

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2012
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Lentokonetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Lentokonetekniikka

TEEMU MÄNNISTÖ:

Hawk Mk66 huoltovälinemateriaalin sovittaminen osaksi toimivaa järjestelmälogistiikka ilmavoimien koulutuskoneympäristössä

Opinnäytetyö 74 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Kesäkuu 2012

Puolustusvoimat osti vuonna 2007 vanhenevien Hawk Mk51 suihkuharjoitushävittäjien korvaajiksi Sveitsistä 18 uudempaa ja vähemmän käytettyä Hawk Mk66 konetta. Koneiden mukana tuli paljon sekalaisia käyttöhuolto-, huolto- ja korjaamotason huoltovälineitä. Ennen käyttöönottoa huoltovälineille tehdään järjestelmälogistisia toimenpiteitä. Toimenpiteiden mahdollistamiseksi oli huoltovälineet tunnistettava ja verrattava niitä Mk51:n vastaaviin huoltovälinekokonaisuuksiin. Tunnistus ja vertailu tapahtui huoltovälinekirjallisuutta ja huoltovälinetiedostoja tutkimalla. Työn teoriaosuudessa perehdyttiin järjestelmälogistiikan oleellisiin seikkoihin teoreettisesti. Teoriatietoa sovellettiin selvitettyjen huoltovälineiden käyttöön ottamiseksi.

Työn tuloksena molempien konetyyppien huoltovälinetiedostot täydennettiin tunnistustyön aikana löytyneillä tuotetiedoilla. Tulosten perusteella eri konetyyppien huoltovälineiden yhtenevyydet ovat selvästi havaittavissa. Työn aikana tunnistetut huoltovälineet jaettiin tunnistetietojen perusteella kolmeen ryhmään. Ryhmiin jaottelu helpottaa tulevaa käyttöönottoprosessia. Tavoite kaikkien huoltovälineiden tunnistamisesta saavutettiin hyvin. Konetyyppien yhtenevyydestä kertovan informaation liittäminen huoltovälinetiedostoihin jäi kuitenkin tavoiteltua suppeammaksi. Yhtenevyydestä kertova informaatio on kirjattuna sveitsiläiseen huoltovälinetiedostoon, mutta suomalaista tiedostoa ei ehditty määrääjässä kokonaan täydentämään vastaavilla tiedoilla.

Yhtenevyystutkimus kahden konetyypin huoltovälineiden osalta jatkuu vielä pitkään. Tämä työ aloitti tuon selvitystyön luomalla hyvät lähtökohdat erilaisten huoltovälineiden käyttöönotolle. Työssä esitetään myös laajasti mahdollisia keinoja yhtenevyyksien ja eroavaisuuksien huomioimiseen ilmavoimien järjestelmälogistisissa toiminnoissa.

Asiasanat: huoltovälinemateriaali, järjestelmälogistiikka, elinkaari.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Aircraft Engineering

TEEMU MÄNNISTÖ:

Integrating Hawk Mk66 Service Material into Finnish Air Force Integrated Logistics Support

Bachelor's thesis 74 pages, appendices 2 pages
June 2012

Hawk Mk66 service equipments were stored at Finnish Air Force Material Command's warehouse in Tampere. Before commissioning equipments needed several logistics support actions. Before actions could be made equipments needed to be identified and both Swiss and Finnish equipment Excel-files to be supplemented with product information found from the equipments and equipment documents. Mk66 service equipment entirety also needed to be compared with Mk51 service equipment entirety. In this thesis the basics of Integrated Logistics Support was examined widely and the knowledge applied to commissioning project.

For the result of this thesis both Finnish and Swiss equipment files were supplemented with found product numbers. By this result the similarities of the equipment entireties of two different Hawks can be easily compared from the files. Identified equipments at the warehouse are organized into three groups by their found identifying information. The goal to identify all the equipments were accomplished very well. Fulfilling the Swiss file with the information of similarities is done satisfyingly.

Work with comparing the similarities continues for a while. This thesis work was a beginning of the project and created a great basis for becoming work. At the end of this thesis there are some ideas how to integrate the new material into the current system and how to notice the similarities and differences.

Key words: service material, system engineering, life cycle

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	5
2	ILMAVOIMAT.....	6
2.1	Joukko-osastot.....	6
2.2	Ilmavoimien materiaalilaitos.....	7
3	BAE HAWK.....	8
3.1	Hawk versiot.....	8
3.2	Hawk Suomessa.....	9
3.3	Hawk Mk51 ja Mk51A.....	10
3.4	Hawk Mk66.....	11
3.5	Ohjaamon modernisointi.....	13
3.6	Onnettomuudet.....	14
4	JÄRJESTELMÄLOGISTIIKKA.....	15
4.1	ILS – Integrated Logistics Support.....	15
4.1.1	LSA – Logistics Support Analysis.....	20
4.1.2	ILS ja LSA standardit	23
4.1.3	Vaatimusten käsittely.....	24
4.1.4	Riskien hallinta.....	26
4.1.5	Varaosatuki.....	29
4.2	Materiaalilogistiikka.....	30
4.3	Materiaalihallinta.....	32
4.4	SAP -toiminnanohjausjärjestelmä.....	33
4.5	LTJ.....	33
4.6	Nimike- ja yksilöhallinta.....	35
4.7	Elinkaaren hallinta.....	36
4.8	Elinkaarikustannukset.....	37
4.9	Hankinta	40
4.10	Tehokkuus.....	42
4.11	System Engineering.....	43
4.11.1	Järjestelmäsuunnittelun standardit	44
5	JATKOKOULUTUSKONEIDEN HUOLTOVÄLINEKOKONAISUUDET.....	46
5.1	Mk51 ja Mk66 huoltovälineiden yhteensopivuus.....	46
5.2	Välineiden huoltovaatimukset, modifikaatiot, kalibroinnit ym.....	47
5.3	Kuntoluokkavaatimukset.....	48
6	UUDEN MATERIAALIN SOVITUS JÄRJESTELMIIN.....	50
6.1	Tuotteen tunnistaminen	50
6.2	Sveitsiläisten omavalmisteet.....	54
6.3	Nimikkeet ja tuotenumerot sekä vastaavuus Mk51:een.....	55
6.4	Uuden nimikkeen luominen LTJ:lle.....	58
6.5	Uuden ja vanhan yhdistäminen.....	60
6.5.1	Kirjalliset dokumentit.....	60
6.5.2	Yhdistäminen LTJ:lle.....	64
6.6	Uuden materiaalin ottaminen järjestelmään.....	65
7	POHDINTA.....	68
8	LÄHTEET.....	70
9	LIITTEET.....	73

1 JOHDANTO

Suomen ilmavoimat osti 18 kappaletta Hawk Mk66 suihkuharjoitushävittäjiä Sveitsin ilmavoimilta vuonna 2007. Hawkit ovat vähän lennettyjä ja varastoituna olleita koneita, jotka Suomi osti edullisesti korvaamaan loppuun lennettyjä omia Hawk Mk51 koneita. Suomi sai koneet kahden uuden hinnalla, joten toiminnan jatko 2030 luvulle saakka on varmistettu erittäin edullisesti. Vuoden 2015 jälkeen Suomella on käytössä 18 Mk66 konetta sekä seitsemän vanhempaa Mk51 ja Mk51A konetta.

Konekaupan mukana tuli suuri määrä koneiden käyttöhuolto-, huolto- ja korjaamomateriaalia. Materiaali sisältää maa- ja mittalaitteita, työkaluja, suojia ym. Materiaalia kutsutaan ilmavoimissa huoltovälineiksi, jota käytetään myös tässä työssä kuvaamaan em. materiaalia. Huoltovälineet on varastoitu Ilmavoimien materiaalilaitoksen Tampereen toimipisteen varastoon. Suuri osa tästä materiaalista on tunnistamatta ja kirjaamatta järjestelmiin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä tähän materiaaliin ja pyrkiä tunnistamaan niitä huoltovälinekirjallisuuden ja Sveitsistä saatujen Excel -tiedostojen avulla sekä verrata niiden yhtäläisyyttä Mk51 konetyypin huoltovälinekokonaisuuksiin.

Työssä paneudutaan teoreettisesti järjestelmälogistiikan tärkeimpiin asioihin yleisestä ja ilmavoimien näkökulmasta syventymättä liiaksi yksittäisiin seikkoihin. Huoltovälineiden suhteen tavoite on saada tunnistettua kaikki tunnistamattomat Mk66 huoltovälineet. Tunnistaminen perustuu välineisiin merkittyihin tuotetunnuksiin. Tuotetunnuksille etsitään vastaavuutta kirjallisuudesta ja Excel -tiedostoista sekä täydennetään Sveitsistä saatua tiedostoa löytyneillä tuotetunnuksilla. Lisäksi verrataan samoja tunnuksia suomalaiseseen Mk51:n huoltoväline-tiedostoon, jossa ovat listattuna kaikki käytössä olevat huoltovälineet ja niiden kaikki tunnuksukset. Jos tuote löytyy molemmista tiedostoista, yhtäläisyys merkitään ylös.

Työn tarkoitus on saada huoltovälineet mahdollisimman selkeästi tunnistettua ja merkittyä. Merkityt tuotteet lajitellaan selkeästi projektin seuraavaa vaihetta varten. Tunnistettu materiaali kirjataan järjestelmään kuntoluokittain. Tunnistamattoman materiaalin osalta tunnistustyö jatkuu tämän työn jälkeen asiantuntijaselvityksillä. Työn aikana täydennettävää tiedostoa käytetään jatkossa toisen selvitystyön tekemiseen.

2 ILMAVOIMAT

Ilmavoimat on yksi puolustusvoimien kolmesta puolustushaarasta ja sen tehtävinä on vastata ilmatilan valvonnasta ja vartioinnista sekä ilmatilannekuvan muodostamisesta ja ylläpitämisestä (Ilmavoimat 2012). Ilmavoimilla on kaiken kaikkiaan seitsemän joukko-osastoa, joihin kuuluvat lennostot, koulut sekä Ilmavoimien materiaalilaitos.

2.1 Joukko-osastot

Lennostot ovat Lapin lennosto Rovaniemellä, Karjalan lennosto Kuopion Rissalassa sekä Satakunnan lennosto Pirkkalassa. Lentosotakoulu Kauhavalla, Ilmasotakoulu Tikkakoskella ja Ilmavoimien teknillinen koulu Jämsän Hallissa kouluttavat osaajia ilmavoimien tarpeisiin. Lentosotakoulu on keskittynyt sotilaslentäjien jatkokoulutukseen Hawk suihkuharjoitushävittäjillä, ja Ilmasotakoulu antaa ohjaajien peruslentokoulutusta, lennonopettajakoulutusta sekä vastaa Tukilentolaivueen palvelulentotoiminnasta. Ilmavoimien teknillisessä koulussa varusmiehiä koulutetaan lentokoneapumekaanikoiksi sekä järjestetään lentoteknisen henkilökunnan koulutusta.

Ilmavoimien Hornet-kalusto on keskitetty kolmeen lennoston ja Hawkit Kauhavalle. Muutos tehtiin vuonna 2006. Samalla Vinkat keskitettiin Ilmasotakouluun Tikkakoskelle. Tätä ennen Hornetit ja Hawkit toimivat yhdessä kussakin lennostossa ja Vinkat Kauhavalla. Tulevassa vuoden 2015 loppuun mennessä tehtävässä puolustusvoimauudistuksessa joukko-osastoja järjestellään uudelleen ja toimintaa tehostetaan. Uudistuksessa Satakunnan lennoston konekalusto muuttuu, kun Hornetit siirretään Kuopioon ja Rovaniemelle. Samalla perinteisen Kauhavan lentosotakoulun toiminta Kauhavalla loppuu, toiminnan siirtyessä Tikkakoskelle. Myös Ilmavoimien teknillinen koulu siirretään Tikkakoskelle ja Koelentokeskus Pirkkalaan.

2.2 Ilmavoimien materiaalilaitos

Ilmavoimien materiaalilaitos ”vastaa ilmapuolustuksen valvonnan ja johtamisen, lennonvarmistuksen sekä sotilasilmailun materiaalista ja sen kunnossapidon järjestelyjen johtamisesta hanke- ja hankintavaiheesta aina materiaalin käytöstä poistamiseen ja jälkikäsittelyn loppuun saakka (elinjaksovastuu).” (Materiaalilaitos 2011.)

Ilmavoimien materiaalilaitos perustettiin 1.1.2010 tuottamaan ilma- ja maavoimien sotilasilmailun materiaalipalvelut ja keskuskorjaamotason kunnossapitotyö sekä vastamaan joukkojen sodanajan varustamisesta. Materiaalilaitos hoitaa tehtäviään tiiviissä yhteistyössä strategisten kumppanien kanssa. (Materiaalilaitos 2011.) Ilmavoimien materiaalilaitoksen toimipisteitä on Tampereella, Tikkakoskella ja Hallissa. Tampereen toimipisteen vastuulla on ilmavoimien varusteiden varastointi. Tikkakoskella Ilmavoimien esikunnan yhteydessä on mm. materiaalilaitoksen ylin johto. Materiaalilaitoksen alainen Koelentokeskus toimii Hallissa. Samassa yhteydessä sijaitsevat Patrian toimitilat ja Ilmavoimien teknillinen koulu. Työntekijöitä laitoksella on kaiken kaikkiaan 560 henkilöä, joista Tampereen Vuoreksessa n. 270. Laitoksen tilaukset kotimaisilta strategisilta kumppaneilta työllistävät arviolta 700 henkeä. (Materiaalilaitos 2011)

Ilmavoimien materiaalilaitoksen tukeutumisjärjestelmäsektori on lentokalusto-osaston alainen sektori, ja sen vastuulla on myös ilmavoimien ja maavoimien lentokaluston maalaitteet. Sen tehtävänä on varmistaa maalaitteiden ja tukikohtamateriaalin jatkuva käytettävyys. Lentokalusto-osasto on laajempi kokonaisuus. Sen tehtävänä on vastata ”ilma-alusten, niiden järjestelmien ja laitteiden, lentosimulaattoreiden ja synteettisten koulutusvälineiden, lentoteknisen sotavarustuksen sekä tukeutumisjärjestelmien kunnossapidosta ja osallistua materiaalsuorituskyvyn suunnitteluun ja rakentamiseen.” (Ilmavoimien materiaalilaitoksen organisaatio 2011.) Tukeutumisjärjestelmäsektori pitää puolustusvoimien lentokaluston kaikkien konetyyppien toimintakyvyn edellyttämän tukeutumisjärjestelmän toimintakuntoisena ja suorituskykyisenä kaikkien järjestelmän osien elinkaaren ajan.

3 BAE HAWK

British Aerospace Systems Hawk T1 on englantilainen yksimoottorinen ja kaksipaikkainen suihkuharjoitushävittäjä, joka lensi ensilentonsa 1974 ja on kehitetty Englannin kuninkaallisten ilmavoimien tarpeisiin ja vaatimuksiin. Alunperin suunnittelu aloitettiin jo vuonna 1964. Hawkin suurimpia valtteja aikansa kilpailijoihin nähden olivat yksinkertaisuus ja peräkkäin istuttava ohjaamo, joka antoi oppilaalle realistisemmän kuvan yksinlennosta. Hawk oli tarkoitettu vientiin ja sitä onkin valmistettu vuoteen 2007 mennessä yli 900 kappaletta 18 maalle. Koneesta tehtiin myös lentotukialuskäyttöön soveltuva Goshawk, jota myytiin mm. USA:n laivastolle. (Wikipedia 2012.)

3.1 Hawk versiot

Alkuperäinen Hawk oli versioltaan T1 eli trainer Mark 1. Versio oli melko pelkistetty eikä siinä ollut aseistusta. Koneita tehtiin 176 kappaletta RAF:lle. Näistä koneista 89 muokattiin myöhemmin asekäyttöä silmällä pitäen. Koneet nimettiin T1A:ksi. Niissä oli 30mm Aden tykki rungon alla ja siipiripustimiin sai AIM-9L Sidewinder ohjukset. (Wikipedia 2012.)

Koneesta tehtiin myös vientiversio, joka sain tunnuksen Mk50. Kone varustettiin maltillisella aseistuksella, johon kuului tykki, ohjukset ja raketit. Näitä koneita on myyty Suomen lisäksi Kenialle ja Indonesialle. Hawk 60 rakennettiin korvaamaan 50-malli. Sen aseistusta kasvatettiin ja parannettiin. Koneeseen asennettiin myös uusi versio moottorista. Koneesta tuli siten hieman nopeampi. T-45 Goshawk on kehitetty Hawk 60 pohjalta. (Wikipedia 2012.)

Hawk 100 sarjan koneet suunniteltiin edistyneiksi taisteluharjoituskoneiksi. Koneen runko ja siipi poikkeavat jo huomattavasti aiemmista versioista. Koneessa on myös valmius infrapunatutkalle. Lähes täysiverinen taistelukone Hawk 200 on tehtaan edistynein

tuotos. Yksipaikkaisena se ei enää ole koulutuskone, vaan hyvin laajat taisteluominaisuudet omaava kevyt taisteluhävittäjä. (Wikipedia 2012.)

3.2 Hawk Suomessa

80-luvulle tultaessa ilmavoimilla oli tarve korvata vanhentuva jatkokoulutuskalusto. Ilmavoimat päätyi British Aerospace Hawk 50 sarjan koneisiin, joita se tilasi lopulta 50 kappaletta. Tehtaan tavan mukaan kunkin maan koneet saavat yksilöllisen tunnuksen. Suomen koneet saivat tunnuksen Mk51. Ensimmäiset koneet saatiin Suomeen vuonna 1980. Vuonna 1993 ilmavoimat teki lisätilauksen seitsemästä Mk51A koneesta. Mk51A oli hieman paranneltu versio. Parannuksia oli tehty mm. siipeen, rakenteisiin ja avio-
niikkaan. (Ilmavoimat 2012.)

Hawk korvasi aikanaan harjoitushävittäjät MIG15:n ja Fouga Magisterin. Valtaosa koneista koottiin lisenssillä Valtion lentokonetehdaalla (nyk. Patria), kuten Hornet kalustokin reilu kymmenen vuotta myöhemmin.

Suomen hävittäjäkalusto rasittuu käytössä hieman suunniteltua nopeammin. Nopea rasittuminen johtuu harjoitusalueiden läheisyydestä, jolloin pitkiä siirtolentoja ei synny ja rasittavan lentoajan osuus on suhteellisen suuri. Tästä syystä Hawkille tehtiin massiivinen rakenteiden vahvistusprojekti 1990-luvun lopulla (Ilmavoimat 2012). Ilmavoimissa päätettiin tehdä rakenteiden kuormitusseurantaprojekti, jossa testikoneisiin asennettiin venymäliuska-antureita, joilla seurataan rakenteiden kuormitusta. Samat ongelmat ja tutkimukset käsittävät myös Hornet-kaluston. Normaalisissa toiminnassa koneiden rasittumista seurataan väsymisindeksillä, jota lasketaan g-laskurin avulla. G-luvut kirjataan ylös jokaisen lennon jälkeen. Väsymisindeksi kasvaa koko ajan ja kriittisenä arvona pidetään lukua 100. Indeksien kasvunopeuteen vaikuttavat osaltaan suunnitellut arvot. Ilmavoimat pyrkii lentämään Hawkilla 6000h ilman rakennetarkastuksia ja -korjauksia. (Korhonen 2011, 249.)

Vuonna 2007 ostetut Sveitsin Mk66 Hawkit päätettiin modernisoida ennen käyttöönottoa. Modernisoinnin tekee Patria. Koneisiin asennetaan moderni lasiohjaamo ja kone tarkastetaan kokonaisuudessaan. Samalla vanhemmat Mk51A koneet modernisoidaan. Konehankinnat mahdollistavat lennot Hawkilla 2030-luvulle asti. Modernisointi on osa koko kaluston yhtenäistämistä, sillä se palvelee oppilaita siirryttäessä Hornetiin ja jatkokoulutukseen. Vanhat Mk51 koneet, joita ei modernisoida, poistetaan käytöstä vuoteen 2015 mennessä.

3.3 Hawk Mk51 ja Mk51A

Hawk Mk51 on Suomen ilmavoimille räätälöity versio suositusta englantilaisvalmisteisesta suihkuharjoitusohvattajasta. Kone on kokometallinen, kaksipaikkainen ja yksimoottorinen ohvattaja (kuva 1). Koneessa on Rolls Royce Adour Turbomeca Mk851 ohivirtaussuihkumoottori, jonka työntövoima on 23,1 kN. Koneen tarkemmat tekniset tiedot ovat liitteessä 1.



KUVA 1: Hawk Mk51 (Lentokalusto 2012)

Mk51 ja Mk51A eroavat toisistaan vain vähän. Mk51 mallin siipi todettiin jo melko varhaisessa vaiheessa lujudeltaan heikoksi. Sitä parannettiin tehtaan toimesta ja parannel-

tu Mk51A malli toimitettiin varustettuna uudella siivellä. Uusi siipi on rakenteellisesti huomattavasti lujempi kuin vanha. Siivessä ovat myös uudet rajakerrosaidat ja sakkausvaroitimet. Uuden mallisia siipiä asennettiin myös vanhempiin koneisiin. Pienempiä eroja on myös polttoaine- ja jarrujärjestelmissä. Esimerkiksi A-mallin runkopolttoainesäiliö on noin 50 litraa pienempi kuin vanhan mallin (RHS-1 1998, 0-30). A-mallin ta-kaohjaamo on myös pelkistetty pienillä muutoksilla, kuten polttoaineen kulutusmittarin poistolla (RHS-1 1998, 2-5).

Mk51:n kumpaankin versioon on tehty useita modifikaatioita ilmavoimien toimesta mm. helpottamaan huoltohenkilöstön toimintaa ja koneen soveltuvuutta Suomen oloihin. Modifikaatioita tehtiin myös turvallisuuden parantamiseksi. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaisten kylttien vaihtaminen suomenkielisiksi, erilaisten täyttöliittimien vaihto, luistonestojärjestelmän asennus ja joidenkin laitteiden tiiviiden parannus. A-mallissa osa näistä modifikaatioista on tehty jo tehtaalla, joten A-mallissa suomalaisia modifikaatioita on vähemmän. (RHS-1 1998, 0-19 – 0-20.)

3.4 Hawk Mk66

Hawk Mk66 on Sveitsin ilmavoimille myyty Mk60 sarjan suihkuharjoitushävittäjä (kuva 2). Se perustuu Mk50 sarjan koneisiin, mutta on monelta osin kehitetty versio. Eroja on mm. moottorissa ja aseistuksessa. Mk66 on mm. hieman nopeampi kuin Mk51 tehokkaamman moottorinsa ansiosta. Muilla eroilla ei ole juurikaan vaikutusta ohjaajan toimintaan, mutta huoltohenkilöstön toimintaan sillä on vaikutus mm. poikkeavien työkalujen osalta. Tarkat tekniset tiedot ovat liitteessä 2.



KUVA 2: Hawk Mk66 (Lentokalusto 2012)

Sveitsin koneet toimitettiin alun perin 1989-1991 Sveitsin ilmavoimille. Vain reilun kymmenen palvelusvuoden jälkeen Sveitsi päätti hylätä konetyypin lentokoulutusjärjestelmänsä uudistuksen yhteydessä, jolloin koneet varastoitiin. Vuonna 2007 Suomi osti vähän lennetyt koneet edullisesti ja turvaa tällä oman toimintansa 2030-luvulle.

Mk66 koneessa on Rolls Royce Adour moottorin kehitysversio Mk861. Se on hivenen vanhempaa moottoria tehokkaampi 25,4 kN työntövoimalla. Moottori on käyttötarkoitukseensa nähden riittävän suorituskykyinen. Hawkin suorituskyky riittää taisteluharjoituksiin ja liikehtimisen harjoitteluun. Koneella päästään syöksyssä transsooniselle nopeusalueelle (Mach 0,8-1,2), mikä antaa ohjaajille tuntumaa siirryttäessä ylisoonisiin taisteluhävittäjiin.

”Mk 66 -koneiden pyöräjarruja modifioitiin niin, että laskutelineen pyöräjarrujen jarrutuntuma on hyvin samanlainen kuin vanhemmissa suomalaiskoneissa. Lisäksi heittoistuimet ja happi- ja paineliitännät vaihdettiin 51- ja 51A-kaluston kanssa samanlaisiksi, jotta koneissa voidaan käyttää kotimaisia lentovarusteita. Koneisiin rakennettiin myös mahdollisuus laskeumatiedusteluun käytettävien ilmanäyteenottosäiliöiden asentamiseen siipiripustimiin.” (Puolustusvoimat 2012.)

3.5 Ohjaamon modernisointi

Ilmavoimat ja Patria ovat sopineet yhteensä 30 Hawkin modernisoinnista. Modernisoinnilla tarkoitetaan koneen muokkaamista erityisesti avioniikan osalta siten, että kone on ohjaajan silmin helpommin verrattavissa nykyisiin Hornet hävittäjiin. Koneisiin asennetaan moderni lasiohjaamo, heijastusnäyttö HUD, paremmat suunnistusjärjestelmät sekä paikka- ja asentotunnistusjärjestelmä (kuva 3). Koko järjestelmää ohjataan tietokoneella. Lasiohjaamo ja uudet järjestelmät mahdollistavat värilliset karttanäytöt, lentosuunnistusnäytön ja taktisen tilannenäytön. (Patria 2009, 5.)



KUVA 3: Hawk lasiohjaamo (Puolustusvoimat 2012)

Suunnistus- ja paikkatietoinformaatio saadaan satelliiteilta GPS:n (Global Positioning System) avulla. GPS on hyvin laajalle levinnyt, alun perin Yhdysvaltain armeijalle suunniteltu paikannusjärjestelmä. Koneessa on ohjaamon takana GPS-antenni, joka lähettää ja vastaanottaa radiosignaalia eri satelliiteilta, jotka tietokone laskee määrittääkseen sijainnin, jonka se näyttää kartalla ohjaamon näytöissä. INS eli inertial navigation system perustuu kolmeen eri akselin hyrrään, joiden avulla paikka- ja asentotieto ovat tarkasti laskettavissa. INS järjestelmä on varajärjestelmänä jokaisessa liikennelentokoneessa. Paikka- ja asentotiedon laskenta perustuu hyrriltä saatavaan kiihtyvyyssinformaatioon. Hawkissa sitä käytetään pääasiassa asentotiedon tuottamiseen HUD:lle.

3.6 Onnettomuudet

Suomessa Hawkeille on tapahtunut kaiken kaikkiaan kymmenen onnettomuutta, joissa on menehtynyt neljä ohjaajaa. Kaikissa tapauksissa kone vaurioitui käyttökelvottomaksi. Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa onnettomuuden syy on ollut ohjaajan virhe. Muissa tapauksissa syy on ollut lintutörmäys, moottorin sammuminen teknisen vian vuoksi, kova lasku tai ohjaajan virhe. Erikoisin teknisestä viasta johtunut onnettomuus tapahtui 1998 Pälkäneellä, kun koneen moottori sammui. Syynä oli väärin päin asennettu polttoainesuodatin.

4 JÄRJESTELMÄLOGISTIikka

Järjestelmälogistiikka on organisaation koko toiminnan kattava järjestelmä. Järjestelmälogistiikan keskeisiä kuvaavia sanoja ovat mm. elinkaarenhallinta ja kustannustehokkuus. Se käsittää keskitetysti materiaalihallinnan, logistiikan, hankinnat, investoinnit, käytöstä poistot, kunnossapidon suunnittelun, lentotoiminnan valvonnan, dokumentit ja henkilöstön. Järjestelmä on yhdistelmä erilaisia resursseja, jotka toimivat toisiaan tukien. Resurssit ovat myös tietyssä toiminnallisessa ja hierarkkisessa järjestyksessä. Järjestelmän tavoitteena on tyydyttää järjestelmää hallinnoivan elimen tarpeet. Resurssi käsitteenä tarkoittaa kaikkea mitä organisaatiolla on eli ihmisiä, laitteita, materiaalia, ohjelmistoja ym. Järjestelmän etuna on hierarkioiden välinen informaatio. Tässä kappaleessa esitellään järjestelmälogistiikan keskeisiä seikkoja laajahkosti keskittymättä liiaksi yksittäisiin asioihin.

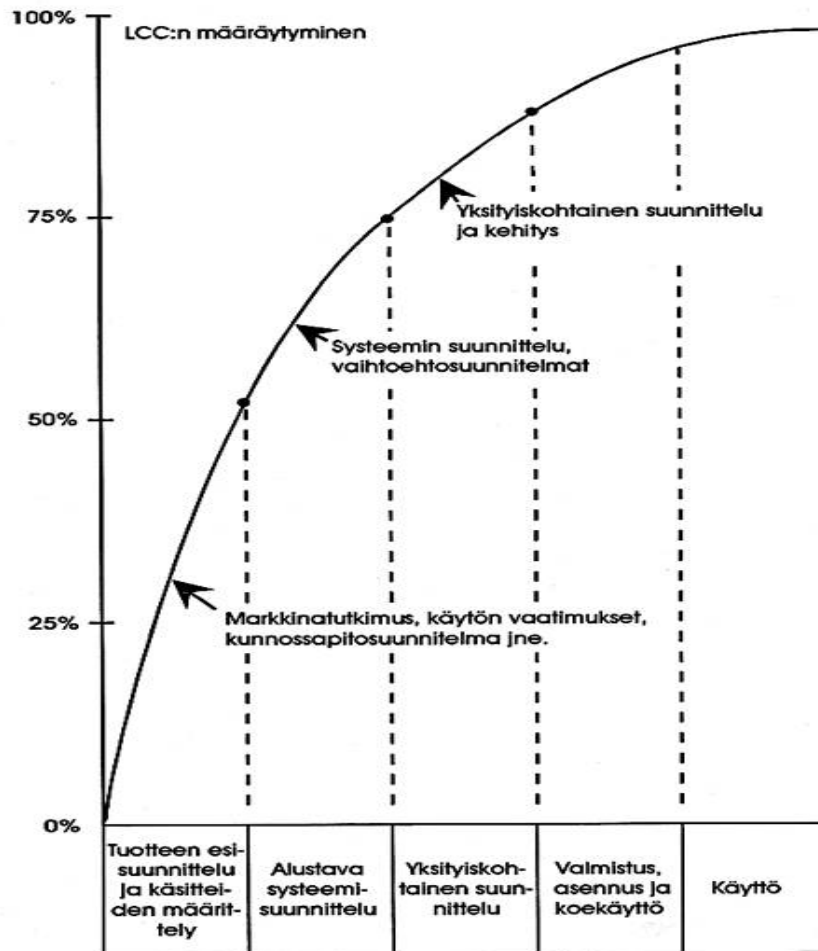
4.1 ILS – Integrated Logistics Support

ILS eli järjestelmälogistiikka on järjestelmällinen johtamislähestymistapa ja suunnittelukeskeinen elinkaaren hallintatapa (Järjestelmälogistiikka 2005, välilehti 7-dia 4). Eri-tyishuomio on järjestelmän tukitoiminnoilla. Järjestelmälogistiikan tavoitteena on varmistaa tuotteen tai järjestelmän toivottu suorituskyky koko suunnitellun elinkaaren ajan mahdollisimman edullisesti. Nykyään järjestelmälogistiikan tarve ja vaatimukset kasvavat jatkuvasti, minkä syynä ovat ennen kaikkea kustannukset. Tuotteet, järjestelmät ja tuotantolaitokset monimutkaistuvat ja kallistuvat, joten niiden ylläpitoon pitää panostaa entistä enemmän.

Esimerkkinä järjestelmästä mainittakoon nykyaikaiset hävittäjälentokoneet. Koneet ovat pullollaan aseistusta, avioniikkaa, omasuojajärjestelmiä ja ohjaajan työskentelyä helpottavia järjestelmiä. Aikaisemmin tällaisia ei koneissa ollut likimainkaan samassa mitta-kaavassa. Jotta koneita ja niiden kunnossapitoa hallinnoivat organisaatiot sekä valmistaja voivat hallinnoida koko konetta ja koko konelaivastoa, on niillä oltava hyvät järjestel-

mät koneiden ylläpitoon ja keskinäiseen kommunikointiin. Samat periaatteet pätevät myös mm. laivoihin, taloihin ja tuotantolaitoksiin. Tuotantolaitoksien voidaan ajatella olevan suuria koneita, joissa on useita järjestelmiä. Nämä järjestelmät ovat tehtaissa esimerkiksi eri liiketoiminta-alueita tai tuotannon eri vaiheita.

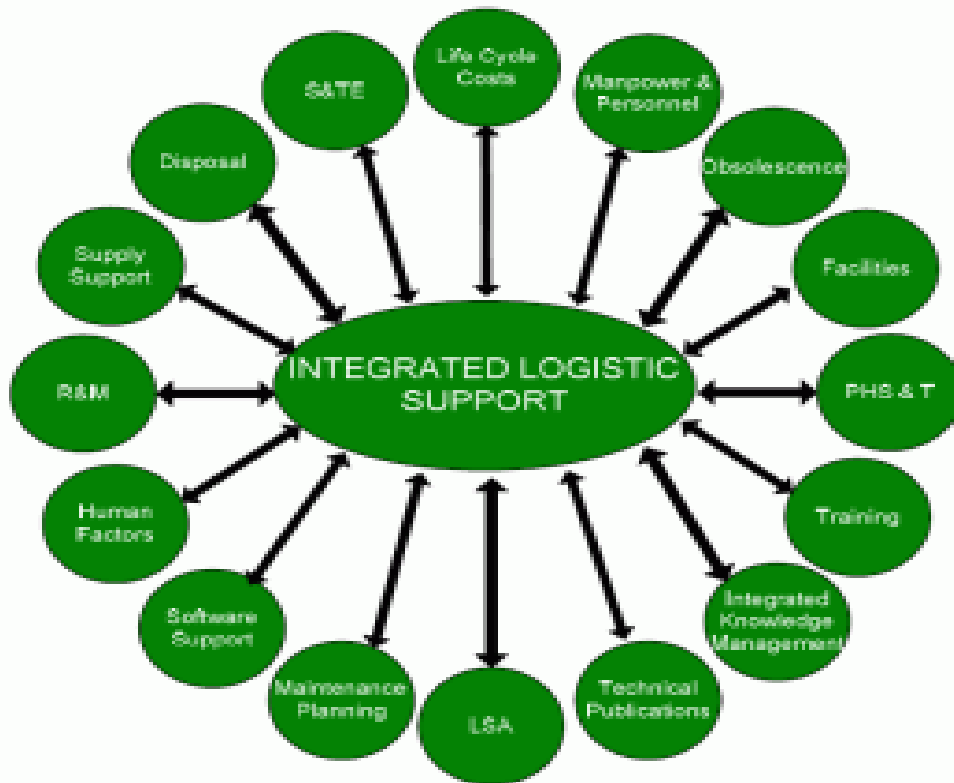
Kustannukset ja niiden alentaminen ovat koko järjestelmälogistiikan perusajatus, johon kaikki suunnittelu ja tavoitteet pohjautuvat. Organisaation toiminnot pitää saada hoidettua tehokkaasti eli minimikustannuksilla ja parhaalla mahdollisella suorituskyvyllä. Suurin osa tuotteen tai järjestelmän elinkaaren aikaisista kustannuksista syntyy käytön aikana. Merkittävimpiä niistä ovat ylläpito- ja käyttökustannukset. Järjestelmälogistiikan perusajatus onkin vaikuttaa positiivisella tavalla kustannuksiin jo hankintavaiheessa. Tarkoituksena on huomioida käytön aikaiset kustannukset jo hankintaa suunniteltaessa. Yleistettynä tämä tarkoittaa pyrkimystä laadukkaan, mutta edullisen tuotteen hankintaan, sillä hyvin suunniteltu ja laadukas tuote on ylläpitokustannuksiltaan yleensä edullisin ja pitkäaikaisessa käytössä edullisin myös kokonaiskustannuksiltaan (kuvio 1). Kuviosta havaitaan suunnittelun suhteellisen osuuden olevan erittäin merkittävä osa kokonaiskustannuksista. Mikäli organisaatio pystyy vaikuttamaan hankittavaan tuotteeseen tai järjestelmään jo suunnitteluvaiheessa, sillä on edellytykset hyvinkin alhaisiin suhteellisiin käytönaikaisiin kustannuksiin. Samalla järjestelmälogistiikan tavoite epäkurantin materiaalin minimoinnista helpottuu (Järjestelmälogistiikka 2005, 3-17).



KUVIO 1: Tuotteen elinkaaren eri vaiheiden vaikutus elinjakson kustannuksiin (Laitesuunnittelu 2012)

Käytön aikaiset kustannukset eivät ole kuitenkaan kaikki kaikessa. Järjestelmää suunniteltaessa ja hankittaessa on tärkeää havaita kaikki kustannukset, joita tuotteen elinkaaren aikana syntyy. Hankinnan ja käytön lisäksi kuluja aiheutuu myös, mikäli järjestelmä ei ole toimintakuntoinen ja suorituskykyinen. Se asettaa haasteita kunnossapidon suunnittelulle. Erittäin merkittävä osa elinkaaren kuluista koostuu elinkaaren ylläpidosta ja käytöstä poistosta. Käytöstä poisto on yllättävän merkittävä kustannuslisä ja vaatii melkoisesti resursseja. Käytöstä poisto on merkittävä kustannuslisä etenkin ilmavoimissa, sillä suuri osa materiaalista on arkaluontoista. Materiaalia ei voi suin päin lähteä myymään, hävittämään tai kierrättämään, vaan kaiken materiaalin poistosta tulee tehdä tarkka suunnitelma. Myöskään myyminen, kierrätys tai hävittäminen ei tapahdu itsestään, vaan kukin toiminto pitää organisoida. Materiaalia pitää kuljettaa, laatia myynti-ilmoituksia, maksaa kierrätysmaksuja ym.

ILS on erittäin laaja kokonaisuus. Perinteinen bisneslogistiikka käsittää vain tuotantoon liittyvät materiaalivirrat, kuljetuksen ja varastoinnin. Laaja järjestelmälogistiikka sen sijaan on koko organisaation laajuinen suunnittelu- ja hallinnointiketju. Se huomioi myös resurssit, koulutuksen ja järjestelmän kunnossapidettävyyden (kuvio 2). Ilmavoimissa tämä tarkoittaa lentokoneiden toimintavarmuuden ja suorituskyvyn ylläpitämistä kaikissa tilanteissa.



KUVIO 2: ILS osa-alueet (Quintec 2011)

Järjestelmälogistiikka on monivaiheinen suunnitteluprosessi. Sillä on kolme oleellista askelta kohti toimivaa järjestelmää. Niitä ovat vaatimusten määrittäminen tukeutumiseksi, resurssien määrittely ja hankinta sekä ylläpidon varmistaminen. Kaikki tämä pitää optimoida siten, että kokonaiskustannukset saadaan minimiin. Järjestelmän suunnittelutapoja voidaan ajatella olevan kaksi: jaksoittainen ja integroitu lähestymistapa. Jaksoittainen suunnittelu etenee nimensä mukaisesti vaiheittain järjestelmän suunnittelusta logistisen tuen suunnitteluun ja valmiiseen järjestelmään. Järjestelmälogistiikan kannalta parempi on integroitu lähestymistapa. Siinä järjestelmäsuunnittelu ja logistisen tuen suunnittelu kulkevat koko ajan käsi kädessä. (Järjestelmälogistiikka 2005, 7-11.)

Tuettavuus on yksi merkittävimmistä järjestelmälogistiikan tavoitteista. Suunnitteluvaiheessa selvitetään tärkeimmät kunnossapidolliset ja logistiset asiat, jotka järjestelmän tulee varmistaa. Tietoja täydennetään järjestelmän koko elinkaaren ajan, jotta kustannukset saadaan pidettyä minimissä toimintavarmuuden pysyessä parhaalla mahdollisella tasolla. Tuettavuus käsitteenä tarkoittaa logistiikan toimintavarmuutta toimittava tarvittavat varaosat, henkilöstö, polttoaine tms., sekä toisaalta järjestelmän tai tuotteen ns. kykyä ottaa vastaan kunnossapidollisia toimenpiteitä. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi kunnossapidon helppoutta, varaosien saatavuutta ja osaavaa henkilökuntaa.

Tuettavuus ja logistinen tuki ovat koko järjestelmän elinkaaren ajan erittäin merkittävässä roolissa. Logistinen tuki alkaa vaatimusten määrittelyllä jo hyvin aikaisessa järjestelmän suunnitteluvaiheessa. Samoin itse tuen suunnittelu aloitetaan yhdessä järjestelmän suunnittelun kanssa. Tuen suunnittelun toiminnan varmistamiseksi resurssien tulee olla käytettävissä tarvittaessa. On tärkeää, että tarvittavat resurssit on hankittu hyvissä ajoin ja varmistuttu niiden riittävästä suorituskyvystä. Tällä tavoin järjestelmällä on tarvittava tuki heti käyttöönoton alussa ja se jatkuu koko lopun elinkaaren ajan. Tuen riittävän toiminnan saavuttamiseksi jokainen em. porras voidaan toteuttaa ns. limittäin eli yhtäaikaaisesti. Tällä tavoin vaiheet täydentävät toisiaan ja ehkäisevät ongelmia. Tuettavuussuunnittelu on syytä aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Siten on mahdollista välttyä ongelmien kasaantumiselta ja niiden aiheuttamilta viivytyksiltä. Sama sääntö pätee missä tahansa projektissa. Ajoissa tehty suunnittelu on varmuudella myös edullisinta. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että ennen käyttöönottoa tehty suunnittelu mahdollistaa ongelmattomimman operatiivisen toiminnan. (Järjestelmälogistiikka 2005, 7-14 – 15.)

Kuten jo monesti tämän työn aikana on mainittu, järjestelmälogistiikka ja järjestelmäsuunnittelu ovat hyvin laajoja käsitteitä. Ne voidaan jaotella toimintoihin koko elinkaaren ajalta. Näitä osia ovat määrittely, alustava suunnittelu, tarkka suunnittelu, käyttöönotto, käyttö ja tukitoiminnot sekä käytöstä poisto. Jokainen näistä osista koostuu useammasta osasta eli tehtävästä. Tehtäviä ovat mm. erilaiset suunnitelmat, vaatimusten hallinta, testaus, tiedonkeruu, tukitoiminnot kussakin vaiheessa; kenties yksi tärkeimmistä on analysointi. Analysointia on hyvä tehdä koko elinkaaren ajan. Esimerkiksi kunnossapitotoimenpiteiden toimivuutta, testaustuloksia, asiakkaan vaatimuksia ja määrittelyjä pitää analysoida. Koko järjestelmän elinkaaren kattavan logistisen tuen analysointiin on

olemassa oma työkalunsa, LSA (Logistics Support Analysis.) Se on erittäin merkittävä järjestelmäsuunnittelun osa ja sitä käytetään nimenomaan järjestelmää suunniteltaessa. (Järjestelmälogistiikka 2005, 7-16.)

4.1.1 LSA – Logistics Support Analysis

LSA eli logistinen tukianalyysi on analyttinen työkalu järjestelmän tukivaatimusten huomioimiseksi sen suunnitteluvaiheessa. Analyysi yhdistelee monenlaisia tekniikoita ja analysoitua informaatiota. Se on eräänlainen yhdistelmä tai kooste suunnittelun eri vaiheista, ja sen tavoitteena on varmistaa järjestelmän logistisen tuen toimiminen. LSA työkaluna pyrkii yhdistämään järjestelmäsuunnittelun ja järjestelmälogistiikan tarjoamalla monipuolista informaatiota. Periaatteellisesti se kertoo suunnittelijalle järjestelmässä havaituista tai mahdollisesti syntyvistä ongelmista, jotta ne voitaisiin välttää tai poistaa sekä toisaalta toimivia asioita ylläpitää ja parantaa. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-3.)

Organisaation järjestelmälogiikasta vastaava elin on tyypillisesti taho, joka käyttää LSA:n tyyppistä kehitys- ja analysointimenetelmää. Sillä se maksimoi järjestelmän tukitoimintojen toimintavarmuuden koko elinkaaren ajan. LSA:n tavoitteet ovat täysin samat kuin koko järjestelmän ja sen suunnittelunkin: ylläpitää järjestelmän elinkaari mahdollisimman edullisesti ja toimintavarmasti parhaalla mahdollisella suorituskyvyllä. Pyrkimys on välittää tärkeää tietoa järjestelmän suunnittelijalle. Koska kyse on logistisen tuen turvaamisesta, organisaatio pyrkii keräämään tukitoiminnoista uutta ja kokemusperäistä tietoa, jota voidaan hyödyntää uuden järjestelmän suunnittelussa. Tärkeä ja oleellinen tieto kerätään eri lähteistä yhdeksi koosteeksi. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-5.) Tietoa on analysoitu ja se on pyritty saamaan ymmärrettävään muotoon, jotta asiat osataan ottaa suunnittelussa huomioon.

Ilmavoimien tapaisessa organisaatiossa tuotteen tai järjestelmän elinkaari on verraten pitkä ja toisaalta kaikille järjestelmille hyvin suurelta osin samanlainen. Tämän vuoksi uutta järjestelmää hankittaessa ei kannata suunnitella tukitoimintoja kokonaan uudelleen, vaan analysoida olemassa olevaa kokemustietoa uudelleen uutta järjestelmää vas-

taavaksi. Tämä on ennen kaikkea edullisin, mutta myös varma menetelmä. Aina kun suunnitellaan kokonaan uutta, syntyy väistämättä ongelmia, joita ei ole osattu ottaa huomioon. Kun vanhaa järjestelmää analysoidaan uudestaan, tietoa ongelmien aiheuttajista on jo olemassa.

Analyysin laajuus riippuu analysoitavasta käyttökohteesta ja käyttötarkoituksesta. Vähäpätöiselle järjestelmälle ei kannata tehdä kovinkaan laajaa analyysiä, mutta keskeiselle järjestelmälle kylläkin. Hinausaisan tai konekohtaisten portaiden logistinen hallinta ei ole kovinkaan merkittävää, koska koneeseen pääsee ilman niitäkin. Sen sijaan vaikkapa polttoainejakelu on erittäin merkittävä lentotoiminnan osa. Sille on siis tehtävä laaja ja syvälinen tukianalyysi. On huomioitava polttoaineen riittävyys lennostokäytössä ja toisaalta saatavuus maantietukikohtaharjoituksissa ja myös sodan aikana. Vuosittain järjestetään useita sotaharjoituksia, joissa näitä toimintoja testataan ja harjoitellaan. Harjoituksen onnistumista analysoidaan jälkikäteen ja suunnitelmia päivitetään tuen parantamiseksi. Sama pätee muuhunkin harjoituksissa käytettävään huoltovälinemateriaaliin.

Menetelmä voidaan jakaa suoritusjärjestyksessä osiin. Osat ovat periaatteessa samoja kuin minkä tahansa hankkeen etenemisivaiheet. Ensin muodostetaan kokonaiskuva analysoitavasta asiasta, luodaan suunnitelma, suunnitelmaa tarkennetaan, suunniteltu analyysi toteutetaan, tuloksia analysoidaan, viedään analyysi käytäntöön määrittäen tarvittava logistinen tuki ja lopuksi analysoidaan onnistuminen. Analyysin suunnittelussa määritellään tavoitteet, jotka logistisen tuen halutaan täyttävän sekä erilaisia mittareita tai arvoja, joilla mitataan logistisen tuen suorituskykyä. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-8.) Esimerkkejä tuen suorituskyvystä ovat esimerkiksi tuen tehokkuus ja huoltotehtävän suoritus-aika (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-10).

Logistiselle tuelle on olemassa lukuisia suorituskykymittareita. Mittarit määrittävät erilaisten resurssien ja toiminnallisuuksien tehokkuutta. Resurssimittareilla mitataan esimerkiksi tietojärjestelmän käytön helppoutta ja toimintavarmuutta, henkilöstön osaamista, saatavuutta ja koulutusmahdollisuuksia, huoltodokumenttien selkeyttä sekä varastojen ja kuljetuslogistiikan tehokkuutta. Kaikille resursseille yhteistä on kustannuskysymys. Sama pätee tukitoiminnoille, jotka on suoritettava edullisesti. Mitattavia toimintoja ovat mm. varaosien saatavuus, testilaitteiden ym. toimivuus, luotettavuus ja käyttö-

aika, vikaantuneen laitteen vaihtoaika järjestelmään sekä tilojen toimivuus ja riittävyys yhtäaikaisiin toimintoihin. Lukuisat suorituskykymittarit pitävät siis sisällään valtavan määrän tarkkoja määritelmiä. Osa määritelmistä on jopa hieman päällekkäisiä. Tehokkuus on kuitenkin läsnä kaikessa mahdollisessa toiminnassa. Jopa jätteen määrää ja järjestelmiin kirjautumiseen tarvittavaa aikaa mitataan ja pyritään vähentämään. On selvää, että kaikki hukka-aika ja hylätty materiaali kasvattavat kustannuksia.

Sen lisäksi, että tukianalyysissä mitataan ja analysoidaan tukeutumisen suorituskykyä ja toimivuutta, sitä täydennetään koko järjestelmän kattavilla analyysillä. Yhdistämällä koko järjestelmää koskevia tietoja yhteen ja vertaamalla niitä asetettuihin vaatimuksiin saadaan aikaan toimiva ja tehokas järjestelmäkokonaisuus. Kunnossapito-organisaatiolta, henkilöstöhallinnolta, tietojärjestelmistä, taloushallinnosta ja tiloja ylläpitävältä organisaatiolta saatua analysoitua tietoa yhdistelemällä on mahdollista tehostaa toimintaa ja vastata kaikkien tarpeisiin. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-11.) Kaiken tiedon yhdistäminen moniulotteiseksi kokonaisuudeksi pitää kuitenkin sisällään myös ongelmia. Budjettien rajallisuus saattaa johtaa laajojen suunnitelmien huonoon toteutukseen, jolloin koko systeemi ei toimi kunnolla. Toisaalta kokonaisvaltaisella suunnittelulla mahdollistetaan rajallisten varojen käyttö kokonaistehokkaasti. Rajojen tulee kuitenkin olla selvillä jo aikaisessa vaiheessa. Informaatiota elinkaarikustannuksista, kunnossapitosuunnitelmista, operatiivisesta toiminnasta ja sen vaatimuksista, käyttäjän kokemuksista, materiaalihallinnasta ym. on valtavasti, ja niiden yhteen liittäminen ja kokonaisuuden hahmottaminen mahdollistavat ymmärrettävän informaation koko järjestelmälle.

LSA itsessään tarjoaa järjestelmälogistiikkaorganisaatiolle tärkeää informaatiota. Tyyppillisimmin käytettyjä analyysimuotoja ovat luotettavuus-, korjaustaso- sekä vika- ja vaikutusanalyysit. Lisäksi keskeisiä ovat kunnossapitoanalyysit, huoltotehtäväänalyysit ja elinkaarikustannusanalyysit. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-12.) Nimet itsessään kertovat oleellisimman informaation. Nimien takana on kuitenkin jälleen kerran paljon erilaisia syvällisiä seikkoja. Esimerkiksi kunnossapitoanalyysit ovat yleensä luotettavuuskeskeisen kunnossapidon eli RCM:n (Reliability-Centered-Maintenance) analyysija.

Kyseinen kunnossapidon suunnittelun lähestymistapa on erittäin laaja kokonaisuus. Siinä suuri painoarvo on kokemuseräisellä kunnossapitotiedolla, jonka pohjalta kunnossa-

pitoa kehitetään turvallisemmaksi ja taloudellisemmaksi. Myös korjaustasoanalyysit ovat mittavia kokonaisuuksia. Niissä määritellään kuinka laajoja huoltoja tehdään missäkin elinkaaren vaiheessa sekä kuinka laajasti pitää huolta ja korjata kussakin mahdollisessa vikatilanteessa. Vika- ja vaikutusanalyysi määrittelee, mitä mahdollinen vika aiheuttaa järjestelmän toimintakunnolle ja suorituskyvyille sekä turvallisuudelle eli yksinkertaisesti kyvyille suorittaa sille annettu tehtävä.

Luotettavuusanalyysi on osin samansuuntainen analyysi. Se pyrkii määrittämään järjestelmän ja tukitoimintojen heikkoja kohtia luotettavuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi määräajaksi. Määräaika voi olla esimerkiksi huoltojakso. Huoltotehtäväänalyysi keskittyy huoltotehtävän, eli esimerkiksi laitevaihdon, tarkkaan määrittelyyn työvaiheiden, -menetelmien ja -välineiden osalta toimintakunnan mahdollisimman pikaiseen palauttamiseen. Osaltaan se tarkastelee myös tehtävän toistuvuutta määräajoin eli kuinka pitkän huoltojakson tehtävä toimenpide mahdollistaa.

4.1.2 ILS ja LSA standardit

Järjestelmälogistiikka ja logistiikan tukitoiminnot ovat hyvin laajoja ja monimutkaisia käsitteitä, kuten tässä työssäkin on annettu ymmärtää. Se tarkoittaa myös sitä, että niihin on kehitetty paljon standardeja helpottamaan tärkeiden asioiden hoitoa. Alunperin järjestelmälogistiikka on kehitetty sotilasjärjestelmiin, jotka vuosien mittaan ovat yleistyneet myös siviiliympäristössä. Keskeisiä ILS ja LSA standardeja ovat Defence standard 00-60 ja MIL-STD-1388. Kukin sisältää ohjeita menetelmien ja järjestelmien hyödyntämiseen käytännössä. LSA ja ILS ovat pääasiassa johdon ja päättävien elinten sekä suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden työkaluja, joten standardit on myös tarkoitettu em. tahoille. Esimerkiksi Def Stan 00-60 sisältää 14 osaa, josta osa 2 (part 2) käsittelee myös LSA tietokantaa, joka on rakenteellisesti standardisoitu työkalu analyysitiedon hallintaan. Tarkemmin sanottuna se on ohje LSA ja LSA tietokanta -menetelmien käyttöön. Osa 2 sisältää viisi alaosastoa, jotka kaikki on tarkoitettu logistisen tuen eri liiketoiminta-aloille, kuten johdolle, suunnittelulle ja logistiikalle. Lisäksi kukin alaosasto pitää sisällään erilaisia vaiheita tai tehtäviä suunnitelman tai analyysin asianmukaiseen suori-

tukseen. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-21 – 25.)

Defence standard 00 perheeseen kuuluu useampi muukin standardi, jotka käsittelevät mm. luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä, suunnittelumenetelmiä, elektroniikkatestausta jne. Järjestelmälogistiikkaan liittyviä MIL-STD standardeja on lisäksi useita. Esimerkiksi vika-analyysiin ja korjaustasoanalyysiin on olemassa omat MIL-Standardit. Yleisesti ottaen suurin osa järjestelmälogistiikan standardeista liittyy tuettavuuteen ja logistiikkaan. Tuettavuus tosin sisältää myös tässä kappaleessa mainitut analyysit ja paljon muita aiheita, kuten aiemmin on todettu. (Järjestelmälogistiikka 2005, 8-22.)

4.1.3 Vaatimusten käsittely

Hankintaa suunniteltaessa vaatimusten määrittely on yksi tärkeimmistä tekijöistä, jotta tilaaja saa mitä haluaa. Myös suunnitteluorganisaation ja valmistajan on syytä olla yhtä lailla ajan tasalla vaatimuksista. Sen lisäksi, että vaatimukset määritellään, niitä käsitellään koko prosessin ajan. Näin varmistutaan mahdollisten muutosten tai täydentävän informaation saamisesta lopputuotteeseen. Puutteellinen vaatimusten käsittely johtaa hyvin usein kustannusarvion pettämiseen. Syitä ovat mm. riittämätön kommunikaatio, huono vaatimusten määrittely ja vaatimusten jatkuva muuttuminen. Missä tahansa toiminnassa suunnittelulla on merkittävä vaikutus koko toiminnan elinkaaren kustannuksiin. Näin on myös järjestelmän suunnittelussa. Suunniteltaessa hankintaa tai järjestelmää, vaikutetaan jopa 70 %:iin järjestelmän elinkaaren kokonaiskustannuksista yhdistettäessä sitä olemassa olevaan järjestelmään. Toisaalta suunnittelun alkumetreillä tehtävillä isoilla päätöksillä vaikutetaan vieläkin enemmän järjestelmän kokonaiskustannuksiin. (Järjestelmälogistiikka 2005, 9-6.)

Vaatimusten käsittely on teoreettisesti ajateltuna kuin mikä tahansa laajempi suunnitteluprojekti. Kokonaisuus alkaa määrittelyllä, jatkuu vaatimusten analysoinnilla ja suunnittelulla ja päättyy toteutukseen ja testaukseen. Käytännössä vaatimusten käsittely eroaa tästä hieman joka osa-alueella. Ensimmäiset vaiheet eivät niinkään eroa, sillä ongelman määrittely ja sitä kautta vaatimusten määrittely kuuluu kaikkiin projekteihin. Jär-

jestelmään sopivia malleja ja tekniikoita suunnitellaan, tutkitaan ja vertaillaan, jotta löydetään paras tapa täyttää vaatimukset.

Seuraava askel on suunnitelmien sovittaminen järjestelmään ja järjestelmälle asetettavat vaatimukset. Jotta järjestelmä olisi suorituskykyinen, se tarvitsee tukitoimintoja, joita tässä työssä on jo käsitelty. Uuden järjestelmän suunnittelussa voidaan tukitoiminnoille luoda oma konsepti. Sama konsepti koskettaa tosin koko järjestelmää. Konseptin luonti on perusta kaikelle tukitoiminnalle eli se määrittelee tietyt tekijät, joihin kaikki laajempi toiminta ja suunnittelu perustuu. Konseptisuunnittelu varmistaa osaltaan tukitoimintojen huomioimisen koko järjestelmän suunnittelussa. (Järjestelmälogistiikka 2005, 9-28.) Konseptisuunnittelussa määritellään alustavasti mm. korjauspoliittiset asiat, vastuujaoilliset asiat ja tukiresurssit (Järjestelmälogistiikka 2005, 9-30).

Suorituskykymittareiden laatiminen on osa minkä tahansa järjestelmän suunnittelua. Se on merkittävä osa suunnittelua järjestelmän tehokkuuden varmistamiseksi. Lisäksi suorituskykymittareiden priorisointi eli tärkeysjärjestykseen laitto on tärkeää. Järjestelmän suorituskykyä ei kannata mitata jollakin epäoleellisella mittarilla eikä toisaalta antaa suurta painoarvoa vähäpätöisille tekijöille. Ilmavoimien tapauksessa järjestelmäksi määritetään esimerkiksi lentokone. Sen suorituskyvyn ja tehokkuuden kannalta tärkeintä on järjestelmän toimintavarmuus eikä niinkään yksittäisen lentäjän toimintakunto tai tukikohdan kunnossapito. Näillä tukitoiminnoilla nimittäin ei ole mitään merkitystä, ellei itse järjestelmä ole toimintakuntoinen.

Koko järjestelmä koostuu toiminnoista, joita suorittamalla järjestelmä tuottaa haluttua vastinetta panostuksille. Vaatimuskäsittelyn yhtenä vaiheena on toiminnallinen analyysi, jonka ideana on tunnistaa järjestelmän vaatimat toiminnot sekä niiden vaatimat resurssit. Toiminto voi olla esimerkiksi lentokoneen päivittäinen aamutarkastus. Analyysissä pyritään ottamaan huomioon kaikki mahdolliset toiminnot ja vaaditut resurssit, joista luodaan selkeä kuvaus. Kuvauksen perusteella luodaan suunnitteluvaatimuksia. Pätevä menetelmä vaatimusten täyttämiseksi on ns. lohkokaavio, jossa edetään vaihe vaiheelta kohti tarkkoja ohjeita toiminnan suorittamiseksi. Jottei toiminnallinen analyysi olisi

liian yksinkertainen, tarvitaan toiminnoillekin tukitoimia. (Järjestelmälogistiikka 2005, 10-3, 10-6.) Aamutarkastuksen tekeminen ilman taskulamppua tai täyttölaitteita on likipitään mahdotonta.

Vaatimuskäsittelyn erottaa tavanomaisesta projektista kenties selvimmin vaatimusten allokointi eli ositus. Se tarkoittaa sitä, että erilaisia vaatimuksia määritellään erilaisille toiminnoille ja järjestelmän osille. (Järjestelmälogistiikka 2005, 10-13.) Järjestelmälogistiikan vaatimuksia, kuten luotettavuus, suorituskyky ja logistinen tuki, määritellään esimerkiksi laiteasennukselle, koekäytölle tai muulle vastaavalle tehtävälle tai toiminnolle. Tämän jälkeen tietoja analysoidaan ja jalostetaan pidemmälle osaksi järjestelmäkokoaisuutta. Analyysiä tehdään ennen kaikkea suorituskyvyn ja taloudellisuuden näkökulmasta, mutta myös luotettavuus ja käytettävyys ovat merkittäviä mittareita. Ennen järjestelmän täysimittaista käyttöönottoa, pitää se ja sen osat testata ja tarvittaessa korjata.

4.1.4 Riskien hallinta

Kaikissa projekteissa tulee väistämättä vastaan pieniä tai suuria ongelmia. Pienet ongelmat tuskin pysäyttävät koko projektia, mutta suuret voivat jopa kaataa sen. Ongelman voi synnyttää periaatteessa mikä tahansa tekijä. Ongelmasta syntyy usein vähintään projektin viivytyksiä, joten on tärkeää, että ongelmiin varaudutaan. Yleisesti ongelmiin varautumista kutsutaan riskien hallinnaksi. Erityisesti ulkoisia ongelman aiheuttajia on melko harvoin mahdollista poistaa tai ennaltaehkäistä, joten projekteissa paneudutaan ongelmien seurauksien minimoimiseen.

Suunnittelu pyrkii lähes aina vaikuttamaan tavalla tai toisella tulevaisuuteen. Siksi suunnittelussa huomioitavat riskitekijät toteutuvat niin ikään tulevaisuudessa. Riskien esiintymistodennäköisyys kiinnostaa suunnittelijoita. Riskien hallinta on siis eräänlaista todennäköisyysmatematiikkaa. (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-3). Suunniteltaessa järjestelmää suunnittelija pyrkii ennakoimaan mahdolliset ongelmatilanteet ja niistä syntyvät riskit, jotka vaikuttavat negatiivisesti järjestelmän valmistumiseen. Suunnitteluvaiheessa mietitään mahdollisia skenaarioita ja ratkaisuja riskien välttämiseksi ja minimoimiseksi.

Luonnollisesti riskitekijöitä arvioidaan myös suunniteltavalle järjestelmälle ja sen toiminnalle eikä vain sen valmistukselle. Ilmavoimissa juuri järjestelmän toiminnassa esiintyvät häiriöt, viat ja ongelmat ovat riskejä. Ennen kaikkea ne aiheuttavat turvallisuusriskejä, joita ilmavoimissa ja ilmailualalla halutaan erityisesti välttää. Lentotehtävän aikana ilmenevä vika aiheuttaa aina turvallisuusriskin, vaikka vika olisi kuinka mitätön hyvänsä. Pienikin vika voi olla lähtölaukaus suuremmalle vialle. Siksi lentotehtävä keskeytetään aina välittömästi vian havaitsemisen jälkeen.

Korkeat turvallisuuskriteerit asettavat tiettyjä vaatimuksia suunnittelijoille riskien minimoimiseksi. Vuosikymmenten saatossa monet kriteerit ovat standardisoituneet ja käytössä jokaisessa koneessa. Koneita on toki useita eritasoisia, eikä harrasteilma-aluksilta vaadita samoja kriteerejä kuin matkustajakoneilta tai sotilasilma-aluksilta. Esimerkkinä selkeän turvallisuusriskin minimoimiseksi koneilta vaaditaan hydraulii- ja polttoainejärjestelmien kahdennusta. Vaatimus on varsin oleellinen, koska vuodon sattuessa yksinkertaisessa järjestelmässä kone ei välttämättä ole enää ohjattavissa.

Koko järjestelmän kattavassa riskien hallinnassa huomioidaan luonnollisesti myös muut tekijät kuin itse lentokoneen vikaantuminen. Henkilöihin kohdistuvia riskejä on varmuudella jokaisessa organisaatiossa. Niin on myös ilmavoimissa. Selvimpinä lienevät maahenkilöstöön kohdistuvat vaaratekijät koneiden maakäsittelyssä ja huolloissa. Myös lentomelu on riskitekijä, joka huomioidaan. Järjestelmälogistiikassa riskejä analysoidaan myös tukitoimintojen osalta ja jokainen järjestelmään vaikuttava tai osallistuva alaorganisaatio analysoi oman vastualueensa riskejä. Järjestelmä esimerkiksi pyrkii estämään tilanteen, jossa polttoaineen saatavuusongelmien vuoksi järjestelmälle annettuja tehtäviä ei voida täyttää. Erityisen tärkeää ilmavoimille on varautua mahdolliseen sodanaikaan. Esimerkki toisentyypisestä riskistä ilmavoimille voisi olla tietojärjestelmien ns. kaatuminen eli toimimattomuus. Se pysäyttäisi mahdollisesti koko materiaalogistiikan ja materiaalihallinnan. Pitkäaikainen toimimattomuus ilman varasuunnitelmaa olisi rauhan aikanakin vakava ongelma.

Järjestelmää suunniteltaessa ja koko sen elinkaaren ajan, jolloin riskejä analysoidaan ja niihin varaudutaan, käytettävissä on lukuisia riskinhallintamenetelmiä. Kenties loogisin menetelmä on ns. syy-seuraus -menetelmä. Se on selkeästi suunnitteluvaiheen analyysi-

menetelmä. Nimensä mukaisesti menetelmä tunnistaa esimerkiksi vian aiheuttamat seuraukset ja vaaratilanteet sekä tuettavuusongelmien aiheuttamat toimintahäiriöt. Se ei kuitenkaan ole varsinaisesti vaarojen tunnistukseen soveltuva menetelmä, vaan sopii enemmänkin onnettomuuksien analysointiin ja mallintamiseen (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-11). Sen avulla selvitetään, mistä jokin onnettomuus johtuu. Sen sijaan vaarojen tunnistamiseen eli kysymykseen ”mitä voi tapahtua” vastaamiseen on kehitetty useita siihen hyvin soveltuvia menetelmiä. Kukin menetelmä on räätälöity tietyn tyyppiseen toimintaan, karkeasti jaoteltuna toiminnasta johtuviin ja järjestelmästä johtuviin vaaroihin. Esimerkiksi toimintovirheanalyysi on selkeästi toiminnallinen vaarantunnistusanalyysi. Nämä kaikki menetelmät ovat periaatteeltaan vaaroja määrällisesti vähentäviä (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-7).

Laadullisia riskinhallinta-analyysejä on määrällisesti vähemmän, mutta periaatteeltaan ne ovat hyvin yksinkertaisia. Ilmailualalla erittäin yleisesti käytetty laadunvalvontamenetelmä on ns. tarkastuslistat eli check listit (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-7). Tarkastuslistaa ei välttämättä ole helppoa mieltää varsinaisesti riskinhallintatyökaluksi, mutta se on sitä asian varsinaisessa merkityksessä. Tyypillisin tarkastuslistamenettely on lentokoneen ohjaajilla lentoa valmisteltaessa ja lennolle lähdettäessä. Lentoonlähdön kannalta on oleellista, että laskusiivekkeet ovat oikeassa asennossa ja koneen muutkin järjestelmät toimintakuntoisia ja se, että painojakauma on oikea. Vastaavia listoja on lisäksi mm. käyttöhuolto- ja huoltohenkilöstöllä kullekin huoltotoimenpiteelle erikseen. Vastaavan tyyppisiä listoja käyttävät monenlaiset muunlaisetkin organisaatiot. Monessa tapauksessa tarkastuslista voi olla myös jonkinlainen ohje.

Riskin aiheuttaman vaaran tai ongelman suuruuden tai vaarallisuuden arviointi on riskinhallinnan avainkysymys. Riskin ns. laatua voidaan kuvata eräänlaisella taulukolla tai matriisilla. (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-8.) Tyypillisesti mallinnetaan riskin todennäköisyyttä suhteessa vakavuuteen. Erittäin todennäköisesti tapahtuva vakava riski on järjestelmälle suuri ongelma ja se on ehkäistävä pikimmiten resursseja säästämättä. Toisesta ääripäästä löytyy harvoin esiintyvä vähäpätöinen riski, jonka ehkäisemiseen ei aina kannata uhrata resursseja kovinkaan paljon. Matriisin halutusta laajuudesta riippuen syntyy eritasoisia riskiryhmiä. Järjestelmä tai organisaatio määrittelee kullekin ryhmälle sopivia ehkäiseviä tai laadunvalvonnallisia toimia. Pienelle riskille riittää yleensä määrääjain tehtävä seuranta ja suurelle riskille pitää tehdä toimenpiteitä heti.

(Järjestelmälogistiikka 2005, 11-9.) Vasta suunnitteluvaiheessa olevalle järjestelmälle on hankala tehdä välittömiä toimenpiteitä, mutta riskin ja sen sivuvaikutusten huomioiminen on suunnitteluvaiheessa kuitenkin edullista.

Riskienhallinta on prosessina melko yksinkertainen. Prosessi alkaa aina riskien tunnistamisesta, joka on ylivoimaisesti koko prosessin tärkein vaihe. Ilman tunnettua riskiä on mahdotonta rakentaa ehkäiseviä toimenpiteitä. Kun riskit on tiedossa, voidaan niitä alkaa analysoida. Analysoinnin perusta on em. riskiluokan määrittely. Sen pohjalta voidaan selvittää riskin ehkäisyyn tarvittavat resurssit ja vaadittava taloudellinen panostus. Ehkäisevät toimenpiteet eivät välttämättä ole yksinkertaisia tai pieniä, joten myös ne on syytä suunnitella huolella. Tätä riskienhallintaprosessia suoritetaan organisaatioissa jatkuvasti ja koko järjestelmän elinkaaren ajan. Esimerkiksi koko järjestelmän kunnossapito on riskienhallintaa.

4.1.5 Varaosatuki

Esimerkkinä logistisen tuen analyysistä on varaosatuki. Se käsittää periaatteessa kaikki samat järjestelmälogistiikan toimenpiteet kuin mikä tahansa järjestelmä tai tuote, mutta keskittyen vain varaosiin. Varaosatuen näkökulmasta pitäydytään kuitenkin pääasiassa vain ns. perinteiseen logistiikkaan eikä niinkään elinkaaren ylläpitämiseen. Suunnittelu ja analysointi paneutuvat kysymyksiin, joita ovat esimerkiksi mitä varaosia tarvitaan, missä ja kuinka paljon. Logistinen analyysi ja suunnittelu paneutuu näihin kysymyksiin koko järjestelmän elinkaaren ajan. Sen tehtävä on selvittää, mistä varaosia tarvittaessa saadaan mahdollisimman vaivattomasti. Varaosatuen suunnittelussa pyritään saamaan aikaan toimiva kokonaisuus, joka käsittää toimittajat, toimitusajat, järkevän ostopolitiikan sekä myös analyysin mahdollisesta omavalmistuksesta. (Järjestelmälogistiikka 2005, 7-21.) Tämän tiedon hallinta kokonaisuutena on tuen avaintekijä. Toimitusketjun hallinnasta käytetään logistiikassa termiä Supply Chain Management.

Samat periaatteet koskevat myös tuki- ja testivälineitä eli ilmavoimien tapauksessa huoltovälineitä. Työkalut, testilaitteet ja lennolle valmistelutarvikkeet, kuten suojat, hi-

nausaisat ja täyttölaitteet, tulee olla saatavilla toimintakuntoisina myös sodanaikana. Valtaosa tästä materiaalista on hankittu samalla kuin koneetkin. Myös huoltovälinemateriaalia poistuu jatkuvasti ja sitä pitää hankkia lisää. Samat logistiset kysymykset koskevat huoltovälineitäkin, vaikka niitä ei tarvitsisikaan jatkuvasti hankkia lisää. Niiden tulee olla toimintakuntoisia ja käytettävissä tarvittaessa järjestelmän toimintakunnon ja suorituskyvyn ylläpitämiseksi. On myös merkityksellistä, missä mikäkin laite sijaitsee. Ilmavoimilla on monia testilaitteita ja työkaluja, joita on vain yksittäisiä kappaleita, jolloin on tärkeää, että kyseinen laite on juuri siellä missä sitä tarvitaan. Esimerkiksi Patria tekee ilmavoimien koneiden suurimmat huollot, jolloin tietyt laitteet tulee olla Patrialla, koska niillä ei ole mitään käyttöä lennostoissa.

Kaikki em. asiat koskevat järjestelmälogistiikan kaikkia osatekijöitä, henkilöstö-, tila-, IT-, ym. resursseja sekä perinteisiä logistiikan ja varastoinnin toimintoja. Kaikkiin pätevät samat lähtökohdat: missä tarvitaan, koska ja kuinka paljon, miten resurssit järjestetään paikoilleen, mitä kaikki maksaa ja mitä ne vaativat toteutuakseen. Vaatimuksia on hyvin laajalla skaalalla ja siksi suunnittelu onkin tärkeää.

4.2 Materiaalilogistiikka

Logistiikka käsitteenä on hyvin laaja. Sillä tarkoitetaan ”työvoiman, varaosien ja materiaalin, kunnossapitolaitteistojen, tilojen, varastoinnin, telineiden, koulutuksen, teknisen dokumentoinnin ja alihankintojen yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta.” (PSK 6201 2003, 3.) Kyseessä on siis erittäin laaja suunnitteluprosessi, jonka tavoitteena on täyttää asiakkaan vaatimukset nopeasti ja edullisesti. Yleisesti ajatellaan, että logistiikka on varastoinnin ja kuljetusten hallintaa, mutta se on myös paljon muuta. Kaiken edellä mainitun hallinta on yrityksissä ja organisaatioissa erittäin keskeinen liiketoiminnan osa. Militääri- eli armeijaympäristössä logistiikka jaetaan karkeasti kahteen osaan, järjestelmätukeen ja sotajoukkojen logistiikkaan (Järjestelmälogistiikka 2005, 2-11). Tässä työssä keskitytään järjestelmätukeen eli järjestelmälogistiikkaan.

Yritysten liiketoimintalogistiikka eli ns. bisneslogistiikka käsittää turhan usein vain materiaalien hankinnan, tuotannon ja luovutuksen asiakkaalle sekä näihin liittyvät kuljetukset ja varastoinnit. Perusajatuksena tällaisessa logistiikassa on aina raha ja tehokkuus. Tekniseltä kannalta logistiikkaa tulee ajatella laajemmin. Yrityksen logistisen toiminnan pitää olla tehokasta, mutta myös toimivaa. Tämä tarkoittaa sitä, että ilman työvoiman, tuotannon, kunnossapidon ja varaosamateriaalin kunnollista hallintaa yritys ei kokonaisuudessaan ole tehokas.

Materiaalilogistiikalla tarkoitetaan samaa kuin logistiikalla yleensä, mutta se käsittää vain materiaalin ja siihen liittyvät toiminnot. Materiaalilogistiikan suunnitteluprosessissa otetaan huomioon ensisijaisesti kustannukset, joita syntyy mm. hankinnasta, varastoinnista, oman toiminnan kehityksestä ja laadunvarmistuksesta sekä hallinnosta. Nämä kustannukset ovat välttämätön paha, mutta hyvällä suunnittelulla ja organisoinnilla sekä hallinnon keventämisellä päästään usein kustannustehokkaisiin tuloksiin.

Niin logistiikan yleensä kuin erityisesti bisneslogistiikan keskeisimpiä asioita on varastoidun materiaalin määrä. Varastossa oleva materiaali nimittäin on laskennallisesti pääomaa, joka menettää arvoaan jatkuvasti. Niinpä varastot pyritään yrityksissä pitämään minimissään. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi välttämättömiä varaosia pidetään varastossa vain vähän ja harvemmin tarvittavaa materiaalia hankitaan vasta tarpeen tullen. Liiketoiminnallisesti tuotantoon käytettävää materiaalia hankitaan varastoon reaaliaikaisesti tuotantomäärien mukaan. Toisaalta tuotantoa pidetään yllä vain sen verran, että olemassa olevat tilaukset valmistetaan mahdollisimman nopeasti, jolloin valmiita tuotteita ei synny varastoon. Asiakkaalle saattaa tästä johtuen koitua haittaa esim. varaosien saatavuudessa ja toisaalta yrityksille voi tulla tuotantoseisahduksia varaosien puuttumisen vuoksi.

Ilmavoimilla ja puolustusvoimilla yleensä tilanne on aivan toinen. Puolustusvoimien tarkoitus on vastata maamme koskemattomuudesta kaikissa tilanteissa (Puolustusvoimat 2012). Ilmavoimat puolustusvoimien puolustushaarana varustautuu ja pitää yllä valmiutta mahdollisen sodan ajalle. Tämä tarkoittaa sitä, että puolustusvoimien materiaalin ja reservin tulee olla toimintakykyinen mahdollisessa konfliktissa. Toimitusketjun tai toimintakyvyn menetys olisi paha takaisku. Puolustusvoimain varastot ovatkin siviilii-

ke-elämään nähden huomattavan suuret. Puolustusorganisaatio ei voi ajatella vain varastopääoman pitämistä minimissään. Materiaalilogistiikka suunnitellaankin toimimaan pahimmassakin tilanteessa tehokkaasti ja varmasti. Pääosa ilmavoimien varaosamateriaalista on keskitetty Ilmavoimien materiaalilaitoksen alaisuuteen, mutta jokapäiväisen toiminnan mahdollistama materiaali on joukko-osastoissa.

Toimiva materiaalilogistiikka edellyttää erittäin täsmällistä ja toimivaa kommunikointia, jotta toimintakyky säilyy myös sodanaikana. Ilmavoimien logistinen hallinto perustuu SAP -toiminnanohjausjärjestelmään sekä LTJ -tietojärjestelmään, joilla hallitaan mm. materiaalivirtoja, varastoja ja henkilöstöä. Hallinnollisissa tehtävissä olevilla henkilöillä on pääsy päätöksenteon kannalta oleellisiin tietoihin. Vastaavasti materiaalihuollosta vastaavat pystyvät vaivatta hoitamaan joukko-osastoista tulevia tilauksia. Kaikki tarpeellinen informaatio kulkee järjestelmien kautta, jolloin sekaannuksilta puhelimesta tai turhilta sähköposteilta vältytään.

4.3 Materiaalihallinta

Materiaalihallinnan tehtävänä on koordinoida ja hallita erilaisia toimintoja, jotka liittyvät tuotteiden, varaosien ym. materiaalin liikkumiseen. Tehtäväkenttään kuuluvat ostaminen ja toimittajien hallinta, varastonhallinta, tavaroiden vastaanotto, varaston ylläpito, tuotantolaitoksessa olevista materiaaleista huolehtiminen, tuotannonsuunnittelu, -aikataulutus ja -hallinta sekä logistiikka.

Materiaalihallinta on Ilmavoimien materiaalilaitoksen tärkeimpiä yksittäisiä tehtäviä ja perusta kaikelle logistiselle toiminnalle. On ensiarvoisen tärkeää, että mm. toimituksista vastaavat tahot, varastohenkilökunta sekä hankintaosasto ovat selvillä materiaalin sijainnista, määrästä sekä kulutuksesta. Tilannetta, jossa jotakin tuotetta ei ole tai ei löydy, ei saisi tulla.

Materiaalihallinta perustuu nimikkeisiin ja tuotenumeroihin. Kullakin tuotteella on oma tuotetunnuksensa ja tunnuksella jokin nimike. Toisaalta samalla nimikkeellä voi olla useita tuotetunnuksia. Ilmavoimien kaikki lentotekninen materiaali on koottu LTJ -järjestelmään, jossa materiaalia on helppo hallita.

4.4 SAP -toiminnanohjausjärjestelmä

SAP eli Systems, Applications, Products in Data Processing on hyvin yleisesti yrityksissä ja organisaatioissa käytetty tietojärjestelmä. Puolustusvoimat halusi yhtenäistää monen eri järjestelmän yhdeksi järjestelmäksi vuonna 2003, jolloin Siemens toimitti SAP järjestelmän vaiheittain. Alkuun SAP sisälsi lähinnä talouden-, hankinnan ja materiaalihallinnan toiminnot sekä käyttöomaisuuskirjanpidon, mutta 2005 siihen liitettiin myös toiminnanohjaus. Toiminnanohjaus oli suurehko kokonaisuus, joka sisälsi mm. kunnossapidon, asiakaspalvelun, sisäisen laskennan ja projektinhallinnan toiminnallisuudet sekä pieniä osia laadunhallinnan toiminnallisuudesta ja dokumenttienhallinnasta. (Tolmunen 2008, 10.) Periaatteessa SAP toimii toiminnanohjausjärjestelmänä puolustusvoimille, mutta ilmavoimilla on käytössä LTJ -tietojärjestelmä, joka on ikään kuin osittain korvannut SAP -järjestelmän. SAP on siis ilmavoimien näkökulmasta lähinnä omaisuuskirjanpidollinen järjestelmä, kun LTJ -tietojärjestelmällä on merkittävä rooli tuote- ja yksilöhallinnassa. Järjestelmillä on voimakas yhteys keskenään ja LTJ:llä hallinnoidaan nimenomaan lentoteknistä materiaalia.

4.5 LTJ

Lentoteknillisen logistiikan tietojärjestelmä LTJ on käytössä kaikissa ilmavoimien ja lentotoimintaa harjoittavissa maavoimien joukko-osastoissa sekä puolustusvoimien kanssa yhteistyötä tekevässä lentokoneiteollisuudessa Patrialla ja Insta Groupilla. LTJ:n voidaan sanoa syntyneen jo vuonna 1964, jolloin ilmavoimat aloitti Saab Safir koneen manuaalisen valvonnan, koska se halusi parantaa koneen käyttövalmiutta ja turvallisuutta. Tuolloin järjestelmää kutsuttiin LHV:ksi (laitehuoltovalvonta). Aluksi se oli manuaa-

linen valvontamenetelmä, joka muuttui ATK-pohjaiseksi vuonna 1981. LHV koki paljon muutoksia ja parannuksia ennen kuin siitä tuli nykyinen LTJ vuonna 1998. (Lehtinen 2008, 17.)

Ennen LTJ:n syntyä ilmavoimilla oli useita eri järjestelmiä logistiikan, lentosuoritusten, vikailmoitusten, varastojen ym. hallintaan. Se halusi yksinkertaistaa ja yhdistää nämä kaikki tiedot samaan järjestelmään. Tiedot kasattiin uuteen järjestelmään ja nykyisin em. tiedot ovat kaikkien järjestelmän käyttäjien saatavilla. Tämä on erittäin kustannustehokas ja toimiva systeemi elinkaarenhallinnan kannalta. Järjestelmään voidaan helposti tallettaa kokemustietoja laitteen toiminnasta ja vikaantumisherkkyydestä, minkä perusteella kunnossapitoa voidaan suunnitella kustannustehokkaammaksi. (Lehtinen 2008, 17.)

LTJ:llä on talletettuna ilmavoimien kaikki lentotekninen käyttömateriaali. Materiaali on järjestelmässä nimikkeinä eli tuotteina. Kullekin nimikkeelle on määritelty käyttökohde, tunnistetiedot ja tarkat spesifikaatiot. Lisäksi selviävät olemassa olevien tuotteiden lukumäärät ja sijainti. Jokaisella tuotteella on LTJ:ssä nimettynä vastuuyksikkö, joka vastaa tuotteen elinkaaren ylläpitämisestä. Samalla tavoin ovat tiedot järjestelmästä, jossa tuotetta käytetään sekä tuoteryhmästä, johon tuote kuuluu. Esimerkiksi tuote voi kuulua Hawkin käyttöhuoltomateriaaliin ja siitä vastaa Ilmavoimien materiaalilaitoksen tukeutumisympäristö. Jokaiselle tuotteelle on tallennettu LTJ:lle käyttöohjeita, huolto-ohjeita, käyttöajat ja huoltojaksot sekä erilaista tuotetietoa. Näillä tiedoilla valvotaan tuotteen elinkaaren ylläpitoa.

Tietojärjestelmään talletetaan myös jokaisen lennon tiedot sekä vikainformaatiota ym. Tämänäyttöisillä tiedoilla valvotaan koneyksilöiden lentotuntikehitystä, huoltovälejä, vikaantumisherkkyyttä ja vikaantuvien kohteiden todennäköisyyttä, joiden pohjalta pyritään ylläpitämään järjestelmän toimintakykyä suunnittelemalla kunnossapitoa ennakkoivasti ja tehokkaasti. Nämä tallennetut tiedot ovat myös elinehto elinkaaren aikaisten kustannusten optimointiin. Luonnollisesti kustannusten optimoinnilla pyritään mahdollisimman pieniin kustannuksiin, mutta samalla toimintavarmaan järjestelmään. Yksinkertaisesti sanottuna tämä tarkoittaa resurssien järkevää käyttöä.

4.6 Nimike- ja yksilöhallinta

Nimikehallinta on ilmavoimien järjestelmälogistiikan kannalta erittäin tärkeä asia. Järjestelmän käyttämissä dokumenteissa ja tietojärjestelmissä käytännössä kaikki materiaali on ilmoitettu nimikkeinä eli tuotteina. Tietojärjestelmässä samalla nimikkeellä voi olla useita tuotetunnuksia, jotka ovat valmistajien antamia tunnuksia. Samoin samalla nimikkeellä voi olla useita yksilöitä, joilla kaikilla on oma yksilötunnus. Tuotetunnus määrittelee tietyn nimikkeen tietyn valmistajan tuotteeksi. Tietojärjestelmän nimikehallinta mahdollistaa osaltaan oikeiden tuotteiden käyttämisen oikeissa paikoissa. Myös nimikkeiden huollatusta hallitaan LTJ:llä. Järjestelmään on kirjattu erilaisia huoltovaatimuksia kuten huoltojen ajankohdat ja laajuudet. LTJ:llä voidaan myös suunnitella huollot erityisen suunnittelumoduulin avulla, jolla voidaan määrittellä mm. aikataulut ja henkilöstö. Materiaalihallinta, nimikehallinta ja erityisesti yksilöhallinta ovat koko LTJ järjestelmän perimmäinen tarkoitus.

LTJ:stä selviää myös, onko jollakin nimikkeellä yksilöitä. Yksilöllä tarkoitetaan nimikettä, jota halutaan valvoa. Nimikettä yksilövalvotaan, koska se on jollain tavalla erityisen tärkeä. Tuotetunnuksella määritellään nimikkeen yksilö, mutta yksilöidylle yksilölle annetaan oma tunnuksensa. Yksilövalvonta on Ilmavoimien järjestelmälogistiikassa edellytys vikailmoituksille, modifikaatioille, huollatuksellisille asioille ym. sekä yksilön fyysisen sijainnin seuraamiselle. Jos nimikettä ei ole määritelty valvottavaksi, voidaan em. toimenpiteitä määrittellä vain koko nimikkeelle yksilön sijaan. Asianmukainen valvonta on ilmailussa erittäin oleellinen asia turvallisen toiminnan ylläpitämiseksi. Organisaation täytyy olla varma, että lentotoimintaan luovutettu kone täyttää suorituskykyvaatimukset koko huoltojakson ajan. Hyvänä esimerkkinä aikavalvotusta huoltovälineistä on momenttiavain, joka tulee tarkastaa ja kalibroida määräajoin.

Tuote- ja yksilöhallinta perustuu tuotteelle annettuihin erilaisiin koodeihin. Yhdellä nimikkeellä voi siis olla useita eri tuotetunnuksia, joita ovat antaneet valmistaja, käyttäjä, huoltaja tai esimerkiksi kirjallisuuden tekijä. Tämän lisäksi yksilövalvottavien nimikkeiden yksilöt merkitään ilmavoimien omalla yksilöintitunnuksella, jota seurataan LTJ:n avulla. Yksilöintitunnus on huoltovälineiden osalta ilmavoimien järjestelmässä kuvattu F/Z -numerolla, joita ei ole olemassa kahta samanlaista, eli sillä merkitään nimenomaan

yksilöt. LTJ:n lisäksi F/Z -tunnus merkitään kyseiseen tuoteyksilöön vastaavalla tarralla tai kilvellä, jotta se voidaan fyysisesti tunnistaa muista vastaavista tuotteista.

4.7 Elinkaaren hallinta

”Tuotteen elinkaaren hallinta on integroitu, informaation ajama lähestymistapa, joka yhdistää ihmiset, prosessit/toimintamallit ja teknologian kaikkiin tuotteen elinkaaren näkökulmiin suunnittelusta valmistukseen, toteutukseen ja huoltoon - kulminoituen tuotteen poistamiseen valikoimasta ja lopulliseen hävittämiseen.” (Kuusela & Kulo 2009, 7.)

Ilmavoimissa elinkaaren hallinta perustuu LTJ järjestelmään tallennetun tuotekohtaisen tiedon analysointiin. Tuotteen tietoja täydennetään ja päivitetään sen koko elinkaaren ajan. Tällä tavoin kunnossapitoa voidaan tehostaa kokemusperäisen tiedon avulla turvallisemman ja edullisemman suorituskyvyn ylläpitämiseksi. LTJ:ltä selviää myös kunkin tuotteen suunniteltu elinjakso, jonka päätyttyä tuote poistetaan käytöstä tai peruskorjataan. Jos tuote on mahdollista peruskorjata ja se onnistuu edullisemmin kuin kokonaan uuden hankinta, se luonnollisesti kannattaa silloin korjata. Korjaamisen edellytys on kuitenkin se, että suorituskyvyn on oltava uutta vastaava.

Elinkaari koostuu useammasta eri vaiheesta tai pykälästä. Kaikkein pelkistetyimmissä ajattelumalleissa elinkaari koostuu vain kahdesta vaiheesta, hankinta ja käyttövaiheista, joihin sisältyy tarkempia määritelmiä. IEC 300-2 standardin mukaan elinkaaren osiksi eli vaiheiksi luetaan määrittely, suunnittelu, valmistus, käyttöönotto, käyttö ja käytöstä poisto (Järjestelmälogistiikka 2005, 5-5). Valtaosa yritysten eri toimintojen elinkaari-ajattelusta perustuu tämän kaltaiseen prosessiin. Kuviossa 3 on esitetty valtiovarainministeriön näkemys ulkoistamisen elinkaaren vaiheista.



KUVIO 3: Elinkaaren vaiheet (Valtiovarainministeriö 2009).

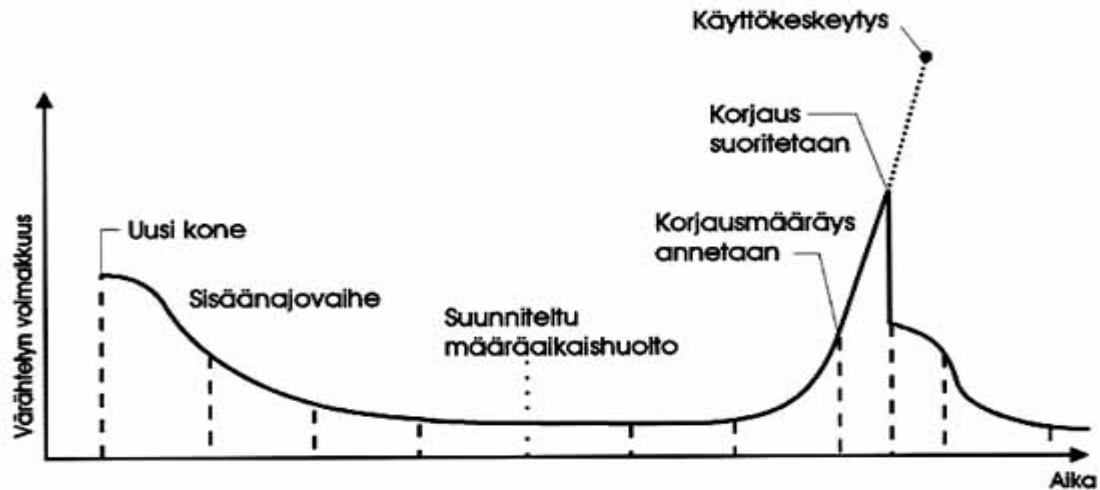
Monissa organisaatioissa, joissa ei valmisteta tuotteita itse, vaan ostetaan ulkoa, käytetään järjestelmälogistiikassa termiä elinjakso. Elinjakso määritellään kuten elinkaarikin, mutta siitä puuttuu suunnittelu ja valmistusvaiheet. Näissä tapauksissa omien vaatimusten määrittely on usein vieläkin tärkeämpää. Ilmavoimissa valtaosaa materiaalista ja omaisuudesta käsitellään elinjaksoperiaatteella. Valvonta toteutetaan LTJ:n avulla, ja valvonnasta vastaa kullekin tuotteelle nimetty vastuuyksikkö. Valmistajat ovat määrittäneet useille tuotteille odotetun eliniän, jonka jälkeen ei ole takuita tuotteen riittävästä suorituskyvystä. Tuotteen kuntoa tarkkaillaan valmistajan edellyttämällä tavalla tai kokemusperäisellä tiedolla. Jos on havaittu, että jokin tuote on rikkoutunut jollain kriittisellä tavalla, asian suhteen yleensä tehdään muutosohje tms., joka määrittää tarkempia tarkkailukriteerejä. Jos tuotteen määrittelyn elinajan jälkeen voidaan tarkastuksin osoittaa tuotteen hyvä kunto, ei tuotetta yleensä hävitetä.

Elinkaaren hallinta on paljon muutakin kuin vain tuotteen suorituskyvyn ylläpitoa. Elinkaaren aikana järjestelmää ylläpitävä organisaatio tekee jatkuvasti havaintoja ja suunnitelmia elinkaaren ylläpitämisen jatkamiseksi. Organisaatio suunnittelee mm. kunnossapitoa ja tukitoimintoja jatkuvasti. Järjestelmän ikääntyessä sen vikaantumisherkkyys yleensä kasvaa. Organisaatio pyrkii vastaamaan tähän ongelmaan kunnan seurannalla ja kunnossapidon hyvällä suunnittelulla. Vikaantuva järjestelmä tarvitsee sekä korjaavaa että ehkäisevää kunnossapitoa. Se vaatii paljon erilaisia resursseja, varaosia, henkilöstöä, tiloja ym. Myös näitä ongelmia ylläpito-organisaatio pyrkii välttämään.

4.8 Elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannukset ovat erittäin laaja käsite. Suuri osa hankittavan tai valmistettavan järjestelmän elinkaaren aikaisista kustannuksista pyritään huomioimaan jo suunnitteluvaiheessa. Pitkän elinkaaren aikana ilmenee kuitenkin aina paljon sellaisia asioita, joita ei ole osattu ottaa huomioon. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi suunnitteluvirheen aiheuttamat ennenaikaiset vikaantumiset, materiaalien huono laatu, jatkuvasti kohoavat kustannukset, päivitykset, muuttuvat toiminta olosuhteet ja koko organisaation taloudellinen tilanne.

Merkittävin elinkaaren aikaisista kustannuksista hankinnan jälkeen on kunnossapitokustannukset. Vanhenevan järjestelmän kunnossapitokustannukset nousevat väistämättä, ellei järjestelmään tehdä merkittäviä korjaustoimenpiteitä (kuvio 4).



KUVIO 4: "Ennakoivan kunnossapidon toteutusperiaate. Esimerkkitapauksena laakerin värähtelyn voimakkuuden mittaus." (Kunnossapidon toiminnot 2012)

Ilmavoimien tapauksessa tällaiset korjaukset tarkoittavat yleensä peruskorjausta, jossa järjestelmä korjataan uutta vastaavaksi, tai keski-iän päivitystä. Keski-iän päivityksellä eli MLU:lla (Mid-life Update), jota esimerkiksi Hornet kalustolle tehdään parhaillaan ja on tehty jo useita vuosia, halutaan sekä ylläpitää toimintakuntoa että parantaa mm. aseellista suorituskykyä. Kunnossapitoa toteutetaan myös muuten kuin suurilla korjauksilla. Jokapäiväinen järjestelmän kuntoa ylläpitävä kunnossapitotoiminta on koko kunnossapidon peruspilari. Tällaista tarkastuskunnossapitoa kutsutaan myös laadulliseksi kunnossapidoksi (Järjestelmälogistiikka 2005, 11-7). Kaikki tällainen ennakoiva tai korjaava kunnossapito tarvitsee resursseja, jotka lisäävät kustannuksia. Ilmavoimissa siirryttiin aikanaan korjaavasta kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon, jota kutsutaan RCM -periaatteeksi (Reliability Centered Maintenance). Sen ongelma oli kuitenkin resurssien haaskaus, kun ehjää korjattiin tai vaihdettiin turhaan.

Nykyisin on käytössä MSG – 3 -periaate (Maintenance Steering Group). Se koostuu järjestelmän kunnossapitoasiantuntijoista, käyttäjistä ja mm. valmistajan edustajista.

Tarkoitus on kehittää järjestelmän kunnossapidon vähimmäisvaatimuksia ilmailulainsäädännön puitteissa. (Ahmadi 2010, 26.) Kyseinen kunnossapitostrategia on ollut ilmavoimilla käytössä jo jonkin aikaa ja vähitellen se on alkanut yleistyä myös kaupallisessa ilmailussa. Strategia vaikuttaa erityisesti järjestelmän elinkaaren aikaisiin kunnossapitokustannuksiin. Kunnossapito yleensä - ja niin myös tämä strategia - pyrkii kustannustehokkaaseen toimintaan. Se tarkoittaa täydellistä kunnossapitoa, jossa järjestelmä on huollon jälkeen kuin uusi. Kustannuksellisesti parempi vaihtoehto on kuitenkin ns. minimi kunnossapito, jossa järjestelmälle ei tehdä toimenpiteitä ollenkaan. (Zhiqiang, Shudong, Shubin & Yannou 2008, 3.) Täydellisessä kunnossapidossa tarvitaan myös täydellisiä resursseja. Jonkun resurssin puuttuessa ei ole mahdollista tehdä täydellistä huoltoa. Mm. näihin kysymyksiin kunnossapidon suunnittelu pyrkii hakemaan ratkaisua. Erilaisen kokemus- ja tutkimustiedon yms. avulla se selvittää kunnossapidon tarpeellisuuden tietyllä aikavälillä toimintakunnon ja turvallisuuden vaarantumatta. Elinkaarikustannusten näkökulmasta tämä on merkittävä parannus taannoiseen, ns. takuuvarmaan ennakoivaan kunnossapitoon.

Tässä työssä on jo tullut esille erilaisia elinkaaren aikaisiin kustannuksiin vaikuttavia seikkoja. Asia, jota ei ole vielä käsitelty, on hankinnan ja ylipäättään omaisuuden aiheuttamat kulut laskennallisesti. Ostojen ja omaisuuden veropolitiikka sekä omaisuuden arvon aleneminen ovat organisaation taloudenpidossa isossa roolissa. Kirjanpidon kiemuroilla voidaan vaikuttaa positiivisesti mm. arvon alenemiseen. Nk. poistoilla tarkoitetaan ”menettelyä, jolla käyttöomaisuuden hankintamenot ja muut pitkävaikutteiset menot jaksotetaan vähennettäväksi tuotoista niiden käyttöaikana.” (Taloussanommat 2012.) Vastaavan tyyppisiä laskentamenetelmiä on kirjanpidossa useita, joihin ei tässä työssä kuitenkaan perehdytä tämän enempää. Sen sijaan omaisuuden arvonaleneminen on syytä ottaa tarkasteluun lyhyesti.

On selvää, että etenkin kulutushyödykkeet vanhetessaan eivät vastaa ominaisuuksiltaan vastaavan hetken uusia tuotteita. Siispä niiden arvo jatkuvasti alenee ja osittain tästä syystä varastot pyritään pitämään pieninä. Ilmavoimissa ja lentotoiminnassa arvon alenemista merkittävämpi seikka on tuotteen vanheneminen itsessään, eivät ominaisuudet verrattuna uuteen kehitysversioon. Monille tuotteille on määritetty ns. kalenteriaikaan perustuva käyttöikä. Vaikka tuote olisi täysin käyttämätön ja hyväkuntoinen, ei sitä yleensä saa käyttää, mikäli sen ilmoitettu käyttöaika on ummessa. Tällaisten tuotteiden

välttämisen varastoissa ja vaihto järjestelmään vasta kun vaihdettava tuote vanhenee, ovat jälleen esimerkkejä elinkaaren kustannusten minimoimisesta.

4.9 Hankinta

Jonkin tuotteen hankinta edellyttää aina tarpeen kyseiselle tuotteelle. Tarpeen määrittelyn lisäksi olennaista on määritellä ja suunnitella tarkasti halutut ominaisuudet ja budjetti. Tavallisen ihmisen arjessa nämä ovat usein riittävät määrittelykriteerit hankittavalle tuotteelle. Suuressa organisaatiossa tarvitaan myös huomattavasti pidemmälle meneviä kriteerejä. Järjestelmälogistiikan yksi perusajatus on koko järjestelmän tuntemus. Hankintavaiheessa tuleekin pyrkiä ottamaan huomioon tuettavuuteen vaikuttavat asiat. Kun tuettavuuteen vaikuttavat seikat on tunnistettu, voi organisaatio alkaa laatia vaatimuksia tuettavuudelle. Organisaatio asettaa hankinnalle jo suunnitteluvaiheessa määrättyjä kriteerejä, jotta se sopii järjestelmään strategisesti sekä fyysisesti ja tuettavuus voidaan helposti toteuttaa olemassa olevilla resursseilla ja logistisilla menetelmillä. Näillä suunnittelukriteereillä pyritään vaikuttamaan hankittavaan tuotteeseen tai vielä suunnitteluvaiheessa olevaan hankintaan.

Suunnitteluvaiheen valmistuttua toteutetaan suunniteltuja toimia. Laajassa organisaatiossa hankinnan ollessa suuri, hankinnalle tarvitaan yleensä erityinen tukiverkko eli tukitoiminnot. Tukitoimintoja toteutetaan suunnitellun strategian mukaisesti. Tukitoiminnoilla tarkoitetaan ensisijaisen toiminnan mahdollistamista ja avustamista toissijaisilla toimilla. Organisaation tulee päivittää resursseja hankinnan edellyttämälle tasolle. Tärkeimpiä päivitettäviä asioita ovat esimerkiksi henkilöstön osaaminen ja riittävä määrä, toimivan logistiikan ja materiaalivirtojen suorituskyvyn varmistaminen, tarvittavien varaosien saatavuus, teknisten dokumenttien tarkkuus ja käyttökelpoisuus sekä tilojen ja korjaamojen yhteensopivuus hankinnan kanssa.

Edellä mainittiin kaksi mahdollista hankintaperiaatetta. Ne ovat täysin uuden suunnittelu tai valmiin hankinta. Kuitenkin voidaan ajatella olemassa olevan kaikkiaan viisi hankinta- tai hankintaan verrattavaa menetelmää. Näiden kahden lisäksi on mahdollista mo-

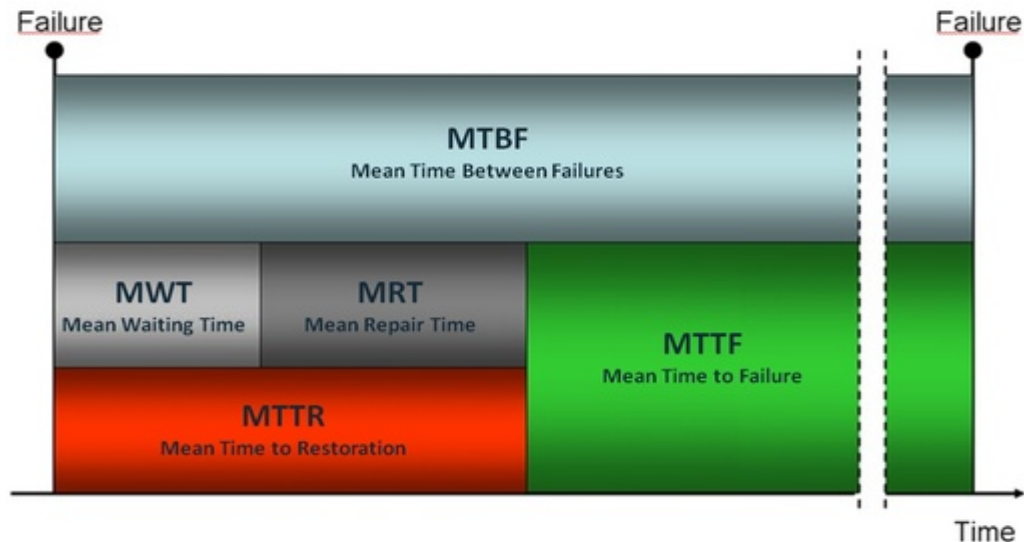
difioida vanhaa, modifioida valmista uutta tuotetta tai rakennella olemassa olevista osista uusi kokonaisuus. (Järjestelmälogistiikka 2005, 3-14.) Modifioinnilla tarkoitetaan muutosta. Mikäli hankinnalle on tarkat ja tiukat vaatimukset, ei sopivaa tuotetta välttämättä ole tarjolla. Jos myös budjetti on niukka, kannattaa tarjontaa tutkia kriittisesti ja innovatiivisesti. Pienilläkin muutoksilla olemassa olevaan tuotteeseen voidaan saada aikaan toimiva ja vaatimukset täyttävä tuote varsin edullisesti. Toisaalta sama prosessi on hyvä tehdä organisaation omalla omaisuudella. Tuotteen muokkaamisella voidaan välttyä uuden hankinnalta. Luonnollisesti, mitä vähemmän tarvitsee hankkia uutta, sitä vähemmän aiheutuu kuluja. Toisaalta, mitä vähemmän modifiointia, sitä vähemmän kuluja. Kuitenkin vanhan modifiointi on yleensä kaikkein halvinta. Vaikeusaste kuitenkin kasvaa aina mitä enemmän on uutta ja modifioitavaa uuden suunnittelun ollessa varmasti vaikeinta. On siis selvää, että olemassa olevan omaisuuden modifiointia ja päivitystä kannattaa aina harkita ennen uuden hankintaa.

Hankintaa voi ajatella myös toisesta näkökulmasta. Vanhan muokkaaminen toimivammaksi harvoin synnyttää ideoita täysin uudesta tuotteesta eli innovaatioista. Sen sijaan kokonaan uuden tuotteen tai järjestelmän suunnittelu saattaa synnyttää jotain täysin uutta, joka ei välttämättä liity suunnitelmiin millään tavoin. Menestyäkseen muuttuvilla markkinoilla kaupallisen yrityksen on välttämätöntä suunnitella jatkuvasti uutta, jotta innovaatioita syntyisi. Puolustusvoimien kaltaisessa organisaatiossa innovaatioita tärkeämpää on toimiva tuote tukitoimintoineen mahdollisimman pienellä rahallisella panostuksella. Toimivarma järjestelmä pyrkii välttämään kalliita virheitä ja epäonnistuneita hankintoja, joita innovaatiohakuisessa yrityksessä syntyy väistämättä. Puolustusvoimat ja ilmavoimat ovat kuitenkin organisaatioina melko uniikkeja suuremmissakin mitakaavassa. Monissa asioissa valmiin ja järjestelmiin sopivan tuotteen löytäminen voi olla mahdotonta ja ns. yksittäiskappaleen valmistaminen tai valmistuttaminen saattaa olla ainoa vaihtoehto. Tällöin kustannukset ovat varmasti korkeat. Puolustusvoimilla on useita strategisia yhteistyökumppani yrityksiä, joilla on valmius valmistaa tai muuten toimittaa tuotteita, joissa on tiukat vaatimukset.

4.10 Tehokkuus

Tehokkuus eli ”mahdollisimman paljon mahdollisimman nopeasti mahdollisimman halvalla” on nykypäivänä ehkä merkittävin yrityksen tai organisaation toiminnan mittari. Puhuttaessa järjestelmän kokonaistehokkuudesta, käyttökustannukset ovat päälimmäisinä mielessä. Kustannuksia syntyy kuitenkin myös muista toiminnoista. Järjestelmän kokonaistehokkuus koostuu toiminnallisuudesta, käyttövarmuudesta, teknisestä tehokkuudesta ja elinkaarikustannuksista. Kolme ensin mainittua muodostavat yhdessä operatiivisen tehokkuuden. (Järjestelmälogistiikka 2005, 3-19.)

Toiminnallisuus ja käyttövarmuus kustannuksineen määritellään suurelta osin jo suunnitteluvaiheessa. Toiminnallisuutta suunniteltaessa huomioitava asia on järjestelmän tuleva toimintaympäristö. Ympäristöllä on merkittävä vaikutus toimintaan ja tehokkuuteen. Vääriin olosuhteisiin tai ympäristöön riittämättömällä suorituskyvyllä väärin toimiva järjestelmä ei voi olla tehokas. Käyttövarmuus kuvaa järjestelmän kykyä suorittaa sille annettu toiminto määrättyissä olosuhteissa. Käyttövarmuus on riippuvainen järjestelmän kohteen, koneen, ohjelmiston tms. toimintavarmuudesta sekä käytettävissä olevista resursseista. Toimintavarmuutta kuvataan yleensä käsitteellä MTBF-Mean Time Between Failure, eli aikana vikaantumisten välissä. Mitä pidempi käyttöaika ilman viikoja, sitä parempi toimintavarmuus. Järjestelmän käyttövarmuus riippuu myös kohteen kunnossapidettävyydestä eli siitä kuinka hyvin kohde on toimintakuntoinen tai palautettavissa toimintakuntoon oikein huollettuna sekä myöskin tuettavuudesta. (Järjestelmälogistiikka 2005, 3-21.) Kunnossapidettävyyden ja tuettavuuden mittareina hyviä ovat MWT ja MRT (kuvio 5.)



KUVIO 5: Käyttövarmuuden aikamääreitä (Ramentor 2012)

Tekninen tehokkuus mittaa käytön kustannuksia. Siihen sisältyy käyttökustannukset, kunnossapitokustannukset sekä logistiikan kustannukset. Logistiikan kustannukset ovat hivenen häilyvä käsite, mutta kuten aiemmin tässä työssä on todettu, sisältyy siihen mm. materiaalihallinta, varastot, henkilöstö ym. Myös kunnossapito kustannuksineen on erittäin laaja käsite. Kunnossapidolla ajatellaan järjestelmän kohteen toimintakunnon ylläpitoa suunnitelmallisilla huoltotoimenpiteillä, vikakorjauksilla ja modifikaatioilla koko kohteen elinkaaren ajan. Kunnossapidon tavoite on pitää kohde suorituskykyisenä.

4.11 System Engineering

Järjestelmäsuunnittelu eli system engineering on prosessi, joka pyrkii muuntamaan käyttäjän tarpeen järjestelmän ymmärtämäksi informaatioksi. Informaatio syntyy määrittelemällä, analysoimalla, suunnittelemalla, testaamalla ja arvioimalla eli samoin keinoin kuin mikä tahansa suunnitteluprosessi. Suunnittelun tavoitteena on täyttää asiakkaan tarve järjestelmälogistiikan periaatteiden mukaisesti toimivaksi. Suunnittelulla haetaan yhteensopivuutta koko järjestelmään ja mahdollisimman hyvää luotettavuutta, tuettavuutta, kunnossapidettävyyttä, turvallisuutta ym. toimivan järjestelmän peruspilaria halutun suorituskyvyn ja elinkaaren mahdollistamiseksi. (Järjestelmälogistiikka 2005, 6-4.)

Pelkistetysti ajateltuna tuotteen suunnittelussa pyritään sen toimivuuteen, edullisuuteen sekä valmistuksen helppouteen ja edullisuuteen. Järjestelmäsuunnittelussa otetaan huomioon kriteerejä laajemmalla tasolla. Kuten aiemmin tässä työssä on mainittu, järjestelmän kannalta tärkeitä asioita ovat mm. elinkaaren kustannukset ja kunnossapidettävyyys. Suunnittelussa otetaan huomioon elinkaaren ylläpidon vaatimukset jokaisessa tilanteessa sekä vaikutukset muuhun järjestelmään. Esimerkiksi milloin on tarpeen tehdä peruskorjauksia ja mitä seurauksia ja vaatimuksia se aiheuttaa muulle järjestelmälle ja sen kokonaissuorituskyvyille. Mitä vaikutuksia on polttoainejakelun katkeamisessa hektisessä tilanteessa esimerkiksi ilmavoimille ja kuinka se voidaan estää tai haittavaikutuksia minimoida.

Suunnitteluprosessi etenee asteittain. Järjestelmän tilaaja esittää omasta eli käyttäjän näkökulmasta vaatimuksia, joita suunnittelija alkaa pilkkoa osiin ja tarkentaa. Suunnittelun jälkeen järjestelmää testataan yleensä prototyypillä vaadituissa olosuhteissa ja parannetaan tarpeen mukaan. Vaatimusten täytyttyä järjestelmää aletaan rakentaa. Otettuaan järjestelmän käyttöön käyttäjä pitää sitä yllä erilaisilla kunnossapitotoimilla. Vanhetessaan järjestelmä ei aina vastaa uusiutuvaa ympäristöään, jolloin sitä on tarvetta päivittää eli tehdä muutoksia tai laajempia korjauksia. Kun järjestelmää ei enää kannata päivittää, se hävitetään suunnitellulla tavalla. Koko elinkaaren ajan käyttäjä ja toimittaja antavat toisilleen palautetta ja tietoa järjestelmän toiminnasta. Kokemusperäistä tietoa käytetään kunnossapidon suunnittelussa ja kokonaan uusien järjestelmien kehittämisessä.

4.11.1 Järjestelmäsuunnittelun standardit

Järjestelmäsuunniteluun on olemassa myös lukuisia standardeja. Alunperin sotilasympäristöön kehitetty Mil-Std-499 -standardi määritteli, kuinka luodaan vaativia järjestelmiä. USA:n puolustusministeriö loi standardin jo vuonna 1969. Standardi keskittyi lähinnä projektin johtoon ja hallintomenetelmiin. Mil-Std-499A luotiin täydentämään 499-standardia v.1974. Se antaa ohjeita suunnitteluprosessin arviointiin ja osoittaa, miksi järjestelmäsuunnittelu kannattaa. Vuonna 1994 Mil-Std-499B korvasi kaksi aiempaa standar-

dia. Sitä ei kuitenkaan koskaan hyväksytty USA:n puolustusministeriön käyttöön. (Redshaw 2009, 4.)

Vastaavaan tarkoitukseen GEIA (Government Electronics & Information Technology Association) loi oman EIA-632 -standardin samoihin aikoihin. Myöhemmin ISO organisaatio (International Organization for Standardization) loi oman standardinsa ISO-15288 järjestelmäsuunnitteluun ja elinkaaren hallinta prosesseihin. EIA-632 muokattiin myöhemmin, jotta se vastaisi ISO 15288 standardia. Mitkään standardit eivät ole täysin verrattavissa toisiinsa, koska ne ovat eri organisaatioiden tekemiä ja kukin organisaatio tekee standardeja hieman eri näkökulmasta. Esimerkiksi GEIA on pääasiassa IT-alalle keskittynyt organisaatio, kun taas ISO on melko yleismaailmallinen ja Mil -standardit on luotu sotilasjärjestelmien kehittämiseen. Edellä mainittujen merkittävien standardien lisäksi mainittakoon GEIA:n standardi IEEE-1220, joka standardisoi järjestelmäsuunnittelun suunnitteluprosessia ja menetelmiä käytännönläheisesti laadukkaan järjestelmän kehittämiseksi. Kyseinen standardi keskittyy enemmän juurikin suunnitteluprosessin vaatimukseen toisin kuin aiemmin mainitut, jotka ovat enemmän kokonaisvaltaisia ohjeita järjestelmän kehitysprosessille. (Järjestelmälogistiikka 2005, 6.)

5 JATKOKOULUTUSKONEIDEN HUOLTOVÄLINEKOKONAISUUDET

Tässä kappaleessa pyritään tuomaan esille uuden ja vanhan konetyypin huoltovälineiden eroja, jotka vaikuttivat omaan työhöni sekä toisaalta tulevat vaikuttamaan projektin tulevissa vaiheissa. Lisäksi kappaleessa käsitellään asioita, joilla on iso rooli uuden materiaalin käyttöönotossa sekä koko elinkaarenhallintaa ajatellen.

5.1 Mk51 ja Mk66 huoltovälineiden yhteensopivuus

Yksi tärkeimmistä tämän opinnäytetyön tarkoituksista oli kartoittaa uusien ja vanhojen Hawkien huoltovälineiden yhteensopivuutta. Kuten aiemmin on mainittu, koneversiot eroavat toisistaan lähinnä aseistuksen ja moottorien osalta. Todennäköisesti näille järjestelmille on olemassa myös omat huoltovälineet, jotka eivät sovellu Mk51:n ja päinvas-toin. Jo aiemmin on selvitetty, että koneilla on sekä yhteensopivia että yhteensopimattomia huoltovälineitä. Oma tehtäväni oli jatkaa tätä selvitystä.

Työ alkoi välineen tuotetunnuksien selvityksellä. Kaikille Sveitsistä tulleille tuotteille pitäisi löytyä tuotteeseen merkitylle tunnukselle vastine sveitsiläisiltä saadusta Excel-tiedostosta. Monesta tuotteesta löytyy valmistajan tunnus, jolloin se todennäköisesti löytyy myös huoltovälinekirjallisuudesta. Aina näin ei kuitenkaan ole. Jos tuote löytyy kirjoista, on vertaaminen vanhan koneen dokumentteihin helppoa ja yhtenevyyden tarkastelu vaivatonta.

Jos tuotetta ei löydy kirjallisuudesta, vertaaminen on haasteellisempaa. Tiedossa on, että osa tuotteista on ns. omavalmisteita, eli niitä ei tule kirjallisuudesta löytymään. Tällöin tarvitaan asiantuntijoiden apua selvittämään mihin tarkoitukseen kyseinen tuote on tehty. Jos asiantuntija tunnistaa tuotteen käyttötarkoituksen, sille voidaan luoda LTJ:lle uusi nimike ja rekisterinumero sekä muut tarpeelliset tunnistetiedot. Selvitystyössä havaittiin, että iso osa tuotteista, joita ei löydy kirjallisuudesta on jonkinlaisia avaimia, kuten ruuvimeisseleitä, hylsyjä tai erikoislenkkiavaimia.

Selvitystyössä löytyi myös tuotteita, jotka eivät ilmavoimissa lukeudu huoltovälineisiin. Näitä tuotteita ei löytynyt huoltovälinekirjallisuudesta huolimatta siitä, että niiden tunnistettiin kuuluvan johonkin järjestelmään. Tällaisesta esimerkkinä hydraulijärjestelmän käsipumppu, joka on kiinnitettynä koneessa. Vastaavat tuotteet ovat koneen eri järjestelmien varaosia, joiden selvitys ei kuulunut tämän työn piiriin. Tällaisia yksittäisiä tuotteita kuitenkin tunnistettiin, koska ne olivat huoltovälineiden kanssa samoilla lavoilla.

5.2 Välineiden huoltovaatimukset, modifikaatiot, kalibroinnit ym.

Yksilöseurattavilla huoltovälineillä on kullakin tiettyjä huoltovaatimuksia. Vaatimuksia voivat olla rakennetarkastukset, kalibrointitarkastukset, käyttöikä, voitelu tms. Tällä tavoin varmistutaan, että huoltovälineen ominaisuudet vastaavat suunniteltuja vaatimuksia. Huoltovälineiden kunto on erittäin tärkeä lähtökohta turvalliselle ilmailulle. Huoltovaatimuksia voi olla myös huoltovälineille, jotka eivät kuulu yksilövalvonnan piiriin.

Huoltovaatimusten pohjana on yleensä valmistajan ohjeet. Tapauskohtaisesti myös käyttäjä tai vastuuorganisaatio voivat määritellä huoltovaatimuksia. Niitä noudattamalla varmistutaan asianmukaisesta huollosta. Elinkaariajattelussa tähdenetään edullista ja riittävää kunnossapitoa tuotteen mahdollisimman pitkän ja edullisen elinkaaren varmistamiseksi. Huoltovaatimuksia muokataan ja täydennetään kokemuseräisellä tiedolla, jota tuotteen käyttäjät, valmistaja ja viranomaiset jakavat keskenään. Jos on havaittu huoltovälineen ennaaikainen vikaantuminen, siitä raportoidaan muille ao. tahoille. Tarvittaessa viranomainen määrää rajoituksia tai kieltoja, kunnes vian syy on selvitetty.

Huoltovaatimusten täyttämässä isossa organisaatiossa järjestelmälogistiikalla on merkittävä rooli. Kullekin tuotteelle ja tuoteryhmälle on esimerkiksi ilmavoimissa nimetty tuotevastaava, joka vastaa siitä, että huoltovaatimukset ovat ajan tasalla. Käyttäjät joukko-osastoissa ovat itse vastuussa huoltojen valvonnasta ja siitä, että käytössä on voimassa olevat huoltovaatimukset. Manuaalinen tuotetietojen valvonta paperilla on nykymaailmassa hyvin haastavaa, ellei jopa mahdotonta. Ilmavoimien mittakaavassa valvottavia tuotteita on kymmeniä tuhansia, jolloin valvontaan tarvittaisiin mahdollisesta sato-

ja ihmisiä. Se tarkoittaa resursseja, jotka ovat kalliita. Nykyisen modernin järjestelmälogistiikan ja tietojärjestelmien ansiosta yksi ihminen voi vastata huomattavasti suuremmasta materiaalmäärästä kuin aiemmin samalla työmäärällä. Pelkästään materiaalin määrä ei ole ongelmallista, mutta sen ylläpito ajantasaisena ja päivitykset teettävät paljon töitä.

Modifikaatiot mm. peruskorjauksen ohella ovat hyvä tapa parantaa laitteen toimivuutta sekä pidentää elinikää ja alentaa elinkaaren kustannuksia. Modifikaatiolla tarkoitetaan johonkin tuotteeseen tehtävää mitä tahansa muutosta. Muutos voi olla esimerkiksi ulkomuodon fyysinen muutos, toiminnan muutos, ohjelmiston muutos tai rakenteen muutos. Muutoksille pitää tietenkin olla syy tai tarve ja muutos pitää suunnitella perinpohjaisesti. Huoltovälineisiin tehtäviä muutoksia hallitaan ohjeistetuilla toimintatapamalleilla ja LTJ -järjestelmässä olevilla hallintatyökaluilla. Tapauskohtaisesti muutoksiin liittyy myös erilaisia viranomais- tai valmistajalupakäytäntöjä. Huoltovälinemuutoksia tehtäessä voi tulla kyseeseen myös käyttöönhyväksyntäprosessin uudelleen käynnistäminen. (Hietanen 2012.)

Monelle yksilövalvonnan piirissä olevalle tuotteelle on määritelty huoltovaatimuksissa huollon yhteyteen kalibrointi. Kalibroinnilla tarkoitetaan jonkin toimilaitteen, mittarin tai työkalun mittojen tai toimintojen tarkastusta ja säätöä vertailuarvoihin. Klassinen esimerkki yksilövalvottavasta ja kalibroittavasta tuotteesta on momenttiavain. Momenttiavaimen arvoja testataan testilaitteella ja avainta säädetään tarvittaessa, jotta sen arvot ovat todelliset ja tarkkuus on vaadituissa toleranssirajoissa.

5.3 Kuntoluokkavaatimukset

Ilmavoimien kaikelle materiaalille on määritelty kuntoluokka. Tarkoituksena on, että käytössä oleva materiaali täyttää niille annetut kriteerit. Tuotteen kuntoluokka määritellään uudelleen, jos se ei enää täytä senhetkisen kuntoluokan vaatimuksia. Kuntoluokkaa

voidaan joko laskea tai nostaa. Ilmavoimissa kuntoluokkia on viisi, kl. 0-4: Kuntoluokka 0 on tehdasuusi ja 1 tarkoittaa kunnossa olevaa tuotetta. Kl.2 vaatii laaduntarkastuksen, kl.3 on korjauskelpoinen ja kl.4 on korjauskelvoton (Hietanen 2012.)

Kuntoluokkia määriteltäessä tuotteeseen perehtynyt henkilö tarkastaa tuotteen kunnan ja määrittää kuntoluokan. Kuntoluokka 2:n tuotteet toimitetaan laaduntarkastukseen ja tarvittaessa kalibroitaviksi. Korjauskelpoinen tuote ei itseisarvollisesti ole rikki, vaan esimerkiksi vanhentunut huolto- tai kalibrointijakso ovat riittäviä tekijöitä. Toisaalta kuntoluokan 4 laite tai materiaali ei välttämättä myöskään ole rikki, mutta sen ominaisuudet eivät enää täytä vaatimuksia eikä niitä kannata korjata tai muuttaa.

Oman työni tekemisessä oli päätetty, että kaikki tunnistetut tuotteet menevät kuntotarkastukseen, jossa kuntoluokka määritellään. Selkeissä tapauksissa minulla kuitenkin oli lupa määritellä kuntoluokka joko 4:ksi tai 2:ksi. Tällaisia tapauksia tosin oli hyvin vähän, joissa saatoin varmasti sanoa tuotteen olevan korjauskelvoton tai kelvollinen.

6 UUDEN MATERIAALIN SOVITUS JÄRJESTELMIIN

Tekemäni varustekokonaisuuksien tunnistustyön menetelmiä ja tuloksia selvitetään tässä kappaleessa. Lisäksi tavoite oli verrata hankitun Mk66:n huoltovälinekokonaisuutta ja sen sisältöä vanhaan Mk51:n huoltovälinekokonaisuuteen. Vertailun saavutuksia ja puutteita esitellään tässä kappaleessa mahdollisimman tarkoin materiaalin käyttöönoton ja lisäselvitysten helpottamiseksi. Lisäksi esitetään ideoita ja mahdollisuuksia uuden materiaalin sovittamiseksi järjestelmään.

6.1 Tuotteen tunnistaminen

Koko varastolla tekemäni selvitystyön perusta oli tunnistamattomien huoltovälineiden tunnistus. Periaatteeltaan se oli yksinkertaista, mutta käytäntö osoittautui hieman hankalaksi. Lähtökohtaisesti tutkin tuotteita etsimällä tuotteessa olevia tuotetunnuksia Sveitsistä saadusta Excel -tiedostosta. Tiedoston lisäksi etsin tuotteita koneen huoltovälinekirjallisuudesta tuotetunnuksien ja hakusanojen avulla. Hakusanoilla tarkoitetaan kuvaavia sanoja, joita kirjallisuuden sisällysluettelossa käytetään. Samalla tavoin etsin tuotetta suomalaisesta Mk51:n huoltoväline-tiedostosta. Tarkoitus oli tunnistaa tuote ja täydentää sveitsiläinen tiedosto kaikilla löytyneillä tunnuksilla. Lisäksi suomalaiseen tiedostoon oli tarkoitus tehdä merkintöjä, mikäli tunnistetun tuotteen tunnuksilla löytyi vastaavuus.

Sveitsiläisen tiedoston ja löydettyjen tunnuksien vertaaminen suomalaiseen tiedostoon oli koko työn perimmäisimpiä tarkoituksia. Vertaamalla tunnistettuja, uusia tuotteita olemassa oleviin vanhoihin tuotteisiin saatiin selville varustekokonaisuuksien yhtenevyyksiä. Kaiken kaikkiaan tuotetunnusten perusteella yhteneviä tuotteita löytyi melko vähän, vaikka tuotteita kokonaisuudessaan tunnistettiin paljon. Yhtäläisten tuotteiden vähäistä määrää selittää osaltaan se, että työn alkuvaiheessa ei ollut käytössä suomalaista huoltoväline-tiedostoa. Koska suomalaista tiedosto ei ollut käytettävissä, etsittiin tunnistettavia tuotteita varastohenkilökunnan kanssa suoraan LTJ -järjestelmästä. Tästä syystä kaikkia yhtenevyyksiä ei ole kirjattu suomalaiseen tiedostoon. Sen sijaan tuotteet, jotka löytyivät jo LTJ -järjestelmästä, on merkitty sveitsiläiseen tiedostoon. Suoma-

lainen Mk51 tiedosto on siis yhtenevyyksien merkintöjen osalta puutteellinen. Jälkikäteen ajatellen Mk51:n tiedostoa olisi voinut täydentää työn edetessä tiedostoja vertaamalla, vaikka osa tuotteista oli jo kirjattu järjestelmään. Rajallisten aikaresurssien vuoksi tiedostojen vertaaminen jäi myöhempään ajankohtaan.

Tunnistustyössä tunnistettu materiaali jaettiin kolmeen ryhmään. Näitä ovat materiaali, jolle löytyi suomalainen rekno, materiaali, jolle löytyi valmistajan tunnus tai kirjallisuuden tunnus sekä materiaali, jolle ei löytynyt muuta tunnusta kuin sveitsiläinen tuotetunnus. Kaikkia ryhmiä tarkennetaan työn edetessä. Pelkästään sveitsiläisellä tunnuksella varustettujen tuotteiden tunnistus oli vaikeinta. Tunnukset olivat merkittynä tuotteeseen, joten tunnusta ei periaatteessa tarvinnut arvailla. Osassa tapauksista tunnus oli kuitenkin merkitty erittäin huonosti, mikä vaikeutti tunnistustyötä. Joissain tuotteissa tunnusta ei ollut ollenkaan.

Kolme edellä mainittua ryhmää jakautuu lähtökohtaisesti kahdenlaisiin tapauksiin, joista toinen edelleen kahteen kategoriaan. Kummassakin tapauksessa tuotteeseen oli merkitty sveitsiläinen tuotenumero. Toisessa tapauksessa materiaaliin oli merkitty tavalla tai toisella myös jonkinlainen valmistajan tuotetunnus. Tämän tunnuksen avulla etsin vastaavuutta huoltovälinekirjallisuudesta vaihtelevalla menestyksellä. Osa materiaalista löytyi kirjallisuudesta, mutta osaa ei löytynyt tunnuksista huolimatta. Toinen tapaus ilman valmistajan tunnusta oli kokonaisuudessaan vaikea. Tuotteessa oli sveitsiläisten oma tuotetunnus ja vastaavuus sveitsiläiseen Excel -tiedostoon siten selvillä. Muuta tunnusta näissä ei kuitenkaan ollut, joten niiden paikantaminen kirjallisuudesta oli täysin sattumanvaraista. Osan tuotteista kuitenkin löytyi kirjoista ilman tunnustakin.

Likimain kaikki materiaali löytyi Excel -tiedostosta ja oli siten tunnistettavissa. Tunnistus oli kuitenkin hieman vajavaista pelkän sveitsiläisen tunnuksen ja tiedoston tietojen avulla, sillä nimike oli usein saksan kielellä. Vaikka nimikkeen olisikin osannut kääntää suomeksi tai englanniksi, ei siitä useinkaan ollut apua. Ilman valmistajan tunnusta yhtenevyys kirjallisuuteen oli epätodennäköistä. Vähäisen kokemuksen omaavan opinnäytteen tekijän on siten lähes mahdotonta todeta jonkin työkalun, testilaitteen tai apulaitteen käyttötarkoitusta. Nämä pelkällä sveitsiläisellä tuotetunnuksella olevat tuotteet ovat suurelta osin erilaisia erikoistyökaluja, yleistyökaluja tai testilaitteita tai niiden osia.

Näiden tuotteiden lopulliseen tunnistukseen ja tarpeellisuuden määrittelyyn tarvitaan välttämättä asiantuntijoita. Päivittäin näiden tuotteiden kanssa tekemisissä olevat henkilöt osaavat nimen tai ulkomuodon perusteella tunnistaa huoltovälineen. Syy, miksi tuotteissa on vain sveitsiläinen tunnus tai jokin muu tunnistamaton tunnus, on todennäköisesti ns. omavalmiste. Niitä ei siis ole valmistettu alkuperäisvalmistajan toimesta. Ne eivät välttämättä edes kuulu alun perin suunniteltuun huoltovälinekokonaisuuteen, vaan saattavat olla jälkeempään suunniteltukin johonkin tiettyyn tarkoitukseen.

Materiaali, jolle löytyi vastaavuus huoltovälinekirjallisuudesta, jakautui edelleen kahteen kategoriaan. Kategoriat erotti suomalainen tuotetunnus eli rekisterinumero. Jos tuote löytyi valmistajan tai kirjallisuuden tunnuksella Mk51:n tiedostosta, sille löytyi silloin myös rekno. Reknon löytyessä voitiin olettaa, että tuotteelle löytyy vastaavuus Mk51:n huoltovälinekokonaisuudesta. Reknon löytyminen ei silti takaa, että tuote olisi käytössä. Sveitsiläistä materiaalia on käyty hieman läpi jo aiemmin, jolloin joitain tuotetunnuksia on lisätty myös sveitsiläiseen tiedostoon. Mk51:n ja Mk66:n huoltoväline-tiedostojen yhtäläisyyksien tunnistus oli siis jo aloitettu, mitä itse jatkoin. Samoin merkitsin yhtäläisyydet 51:n tiedostoon. Osalle Sveitsin materiaalista oli myös jo luotu uusia nimikkeitä LTJ:lle. Näiden osalta on oletettavaa, että niitä ei ole aiemmin ollut Suomella käytössä tai ne ovat erilaisia, kuin Mk51:n vastaavat. Uudelle materiaalille luodut nimikkeet erottaa vanhoista juuri rekisterinumerolla. LTJ -tietojärjestelmä antaa nimikettä luotaessa sattumanvaraisen tunnuksen, joka kuitenkin kasvaa järjestysluvun omaisesti uusia nimikkeitä luotaessa. Alkuperäiset tunnukset ovat esimerkiksi 19 -alkuisia, uudet tyypillisesti 47 -alkuisia.

Toinen kategoria oli materiaali, jolle löytyi valmistajan tunnukset, mutta ei vastaavuutta suomalaiseen Mk51 tiedostoon. Tässä tapauksessa tuotteelle ei löytynyt suomalaista tuotetunnusta ellei sille oltu luotu uutta nimikettä. Jos tuotteelle oli luotu uusi nimike, tunnus oli merkittynä sveitsiläiseen listaan. Merkitsin kaikki löytämäni tuotetunnukset samaiseen listaan riippumatta siitä, löytyikö tuotteelle suomalaista reknoa. Näissä tapauksissa, joissa vastaavuus kirjallisuuteen on tiedossa, mutta Suomen järjestelmä ei niitä tunne, ratkaisu on mielestäni melko yksinkertainen. Niille voidaan tiedossa olevien tunnusten avulla luoda uudet nimikkeet, mikäli ne määritellään tarpeellisiksi ja kunnollaan riittäviksi.

On myös olemassa mahdollisuus, että käytössäni olleet tiedostot eivät täysin vastanneet ilmavoimien tietojärjestelmä LTJ:ssä olevaa materiaalia. On hankala sanoa, kuinka täydellisiä tiedostot olivat. Mikäli tämä mahdollisuus on realistinen, vaikeuttaa se tuotteiden vertailua. Henkilökohtaisesti pidän puutteellisuuden todennäköisyyttä hyvin pieneenä. Toisaalta oli havaittavissa, että etenkin suomalaisen tiedoston asettelu ei aina toiminnut. Erityisesti huomasin, että huoltovälinekirjallisuuden koodi alkaessaan numerolla nolla ei välttämättä ollut samassa muodossa tiedostossa, vaan alkoi ensimmäisellä nolasta poikkeavalla numerolla. Tämä on Excel- taulukkolaskentaohjelman yksi harmittavimmista ominaisuuksista, joita ei aina osaa ottaa huomioon. Omassa työssäni tällä huomiolla oli hyötyä kuitenkin lähinnä yksittäisissä tapauksissa.

Yleisessä tiedossa on, että suurimmat erot Mk51:n Mk66:n välillä ovat aseistuksessa ja moottoreissa. Huoltovälineet, joille löytyy valmistajan tunnus, mutta ei reknoa, ovat näkemykseni mukaan suurimmaksi osaksi juuri aseistus- ja moottorijärjestelmän huoltomateriaalia. Missään tapauksessa kaikkea tästä materiaalista ei voi julistaa moottori- tai aselaitteiksi. Joukossa on mm. erilaisia suoja, joita vain ei ole ollut Suomessa käytössä.

Sveitsistä tulleen materiaalitiedoston hyvin laaja sisältö herätti aluksi jopa pelkoa, mutta vähitellen rivi toisensa jälkeen oli käsitelty. Vaikka työ huoltovälineiden osalta on tehty, jäi listaan paljon tarkastamattomia rivejä. Se johtuu siitä, että lista pitää sisällään myös kaikkea muutakin Sveitsistä tullutta materiaalia kuin huoltovälineitä. Omaan työnkuvaani kuului vain huoltovälineet eikä niinkään erilaiset ja lukemattomat varaosat. Lisäksi listassa olevia tuotteita on jo aiemmin käyty läpi. Työn ollessa loppuillaan osa täysin tunnistetuista ja suomalaisen tuotenumeron omaavista huoltovälineistä on jo kirjattu järjestelmiin ja järjestelty merkittyihin paikkoihin varastoissa. Loppu materiaali on edelleen samassa varastossa, mutta järjesteltyä uudelleen.

Kuten jo mainittu, huoltovälineitä on työni jälkeen kolmessa eri ryhmässä. Välineet, joille on löytynyt rekno, ovat omilla kuormalavoillaan, joita ei ole merkitty tarkemmin. Merkintöjä ei ole siitä syystä, että tuotteet otettaisiin mahdollisimman pikaisesti järjestelmään eikä tällöin tuotekohtaisesta sijaintitiedosta olisi merkittävää hyötyä. Sen sijaan kaikki tuotteet, joille ei ole suomalaista tuotenumeroa ovat merkityillä kuormalavoilla ja tieto kuormalavasta on Excel -tiedostossa. Lavat on nimetty luokkansa mukaan

WAK1.x:ksi tai WAK2.x:ksi. Kummallakin lavalla on ns. alalavoja, esim. WAK1.2. WAK1 sarjan lavoilla on huoltovälineitä, joille löytyy tiedot kirjallisuudesta ja WAK2 lavoilla on vain sveitsiläisellä numerolla varustettuja huoltovälineitä. Kummassakin lavaryhmässä on joitain poikkeuksia, koska nämä tuotteet saattavat kuulua johonkin huoltovälinekokonaisuuteen. Kaikki tuotteet, joille löytyi tunnuksia, on pyritty merkitsemään tulevaa työtä helpottamaan keltaisilla tarralapuilla. Lappuihin on kirjattu kaikki tiedossa olevat tunnuksat. Kaiken tämän lisäksi varastossa on yksi lava, jolla on täysin tunnistamatonta materiaalia.

Kaiken kaikkiaan selvitystyö sujui hyvin. Työ valmistui jopa suunniteltua lyhyemmässä ajassa. Lähes kaikille tunnistetuille tuotteille löytyi vastaavuus jostain dokumentista ja vain murto-osaa ei löytynyt mistään. Työn edessä päätettiin, että epäselviin tapauksiin ei kuluteta turhaa aikaa, vaan sellaiset tuotteet jätetään asiantuntijoiden käsiteltäviksi. Jälkeenpäin ajateltuna olisi ollut viisasta odottaa 51:n huoltoväline-tiedostoa ennen kuin valmiita tuotteita kirjattiin järjestelmään. Tällöin kaikki yhtenevyydet olisivat tiedossa samassa paikassa. Nyt helposti nähtävissä on vain osa ja muiden osalta joudutaan tekemään erikseen vertailua sveitsiläiseen tiedostoon.

6.2 Sveitsiläisten omavalmisteet

Huoltovälinemateriaalin joukossa oli siis paljon materiaalia, joka vaikutti sveitsiläisten omavalmisteilta. Ne vaikuttivat omavalmisteilta, koska näissä tuotteissa ei ollut alkupe-
räisvalmistajan tuotetunnusta. Toisaalta tuotetta ei löytynyt hyvilläkään vihjeillä huoltovälinekirjallisuudesta. Tällöin heräsi aina ajatus omavalmisteesta ja usein myös omasta suunnittelusta. Osa tuotteista vaikutti nimittäin siltä, ettei niitä ole alun perin ajateltu tarvittavan koneen huoltotoiminnassa. Näiden tuotteiden jatkotunnistukseen ja tuleviin toimenpiteisiin pätee periaate, joka tässä työssä on jo mainittu. Tunnistamiseen tarvitaan laitteiden kanssa tekemisissä olevia asiantuntijoita, jotta niille löydetään oikeat käyttökohteet ja nimikkeet.

Esimerkkinä omavalmisteesta ovat eräänlaiset pyöräkiilat. Ne olivat selvästi tarkoitettu koneen maakuljetuksiin. Kyseiset kiilat koostuivat kahdesta osasta, joista toisessa oli pitkä liuska pyörän kulkua varten ja johon toinen osa kiinnitetään. Suomella on käytössä pyöräkiiloja päivittäisessä käyttöhuoltotoiminnassa, mutta vastaaviin en ole itse koskaan törmännyt. Tunnistamattomia materiaalia oli lopulta suhteellisen vähän, vaikka aluksi tuntui, että valtaosa materiaalista tulee olemaan mysteerä. Merkille pantavaa on suuri yksittäisten tuotteiden suhteellinen osuus. Materiaalissa oli yllättävän vähän tuotteita, joita olisi ollut samalla tunnuksella useampi. Sen sijaan yksittäiskappaleita oli melko paljon odotuksiin nähden. Monet yksittäiskappaleista olivat jonkinlaisia erikoistyökaluja, jotka vaikuttivat myös omavalmisteilta.

Tunnistamattomien tuotteiden joukossa vaikutti olevan myös tuotteita, jotka eivät olisi omavalmisteita vaan täysin alkuperäisiä. Useimmat olivat jonkinlaisia testilaitteita. Tuotteissa ei kuitenkaan ollut minkäänlaista tunnusta, joka viittaisi alkuperäisyyteen. Ainut tunnusmerkki oli englanninkielinen teksti tai alkuperäisen näköinen ulkokuori. Mielestäni ne voivat olla jonkin isomman kokonaisuuden osia tai yhtä hyvin kokonaan omavalmisteita. Osa tuotteista, joille ei aluksi löytynyt tuotetunnuksia ja vaikuttivat omavalmisteilta, löytyivät sattumalta huoltovälinekirjoista. Näille tuotteille löytyi siten huoltovälinekoodi eli kirjallisuuden tunnus sekä valmistajan tuotetunnus. Tämä ei kuitenkaan ollut tae suomalaiselle tuotetunnukselle.

6.3 Nimikkeet ja tuotenumerot sekä vastaavuus Mk51:een

Kaiken kaikkiaan Hawkissa käytettävää varaosa-, kunnossapito- ja käyttömateriaalia on LTJ -järjestelmässä erilaisina nimikkeinä useita tuhansia. Jo pelkästään huoltovälineateriaalia on useita satoja. Nimikkeiden sisällä variaatioita on lisäksi huomattavan paljon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että erilaisia tuotteita saattaa olla samalla nimikkeellä järjestelmässä. Toisaalta tätä esiintyy yleisesti ottaen myös päinvastoin eli yhtä tuotetta voi järjestelmässä esiintyä usealla nimikkeellä. Kyseinen asia on järjestelmän kannalta hieman ongelmallinen, mutta toisaalta hyväkin asia.

Hyvä puoli asiassa on nimikkeen sallima tuotevaihtelu. Toisin sanoen nimike ei välttämättä määrittele jotakin tuotetta tiettyyn tarkoitukseen, vaan käyttötarkoitukseen sopii mikä tahansa tietyt kriteerit täyttävä tuote. Työtä tehdessä lähes klassiseksi esimerkiksi muodostunut momenttiavain on tässäkin hyvä esimerkki. Jos nimike on 20-200Nm momenttiavain, käy työhön periaatteessa mikä tahansa kyseisen momenttialueen avain. Mikä tahansa avain ei kuitenkaan käy; avaimen täytyy täyttää vähintään yleiset ilmaussäädökset ja laatuvaatimukset. Tällöin ei aina tarvitse käyttää jotain tiettyä tuotetta, vaan työvaiheeseen käy myös toisen valmistajan tuote. Asian kääntopuoli on tuote- ja nimikehallinta. Jos yhdellä nimikkeellä on useita eri tuotteita, se aiheuttaa järjestelmälle hankaluuksia. Tällöin järjestelmään pitää ainakin teoriassa merkitä kaikkien olemassa olevien ja nimikkeen vaatimuksia vastaavien tuotteiden tiedot. Jos jollain nimikkeellä on esimerkiksi 10 eri tuotetta, teettää se paljon työtä materiaalihallinnolle ja toisaalta tietojärjestelmään saattaa tulla liikaa informaatiota kyseiselle nimikkeelle.

Kaikki käytössä oleva materiaali on siis tietojärjestelmässä omina nimikkeinään ja nimikkeellä voi olla useita tuotteita. Kullakin nimikkeellä on oma rekisterinumeronsa, jolla niitä hallitaan. Kullakin tuotteella puolestaan on tuotenumero, jolla tuote voidaan yhdistää nimikkeeseen. Sen lisäksi, että tuotenumeroilla hallitaan tuotteita logistisesta ja elinjaksollisesta näkökulmasta, ne ovat osa jokaista huolto-ohjetta ja käyttöohjekirjaa. Näissä tuotteet on mainittu kaikilla tässäkin työssä esillä olleilla tuotenumeroilla. Suomalaisista rekisterinumeroa ei käytetä huoltovälinekirjoissa eikä muissakaan alkuperäisissä dokumenteissa. Sen sijaan valmistajan tunnuksia ja huoltovälinekoodeja käytetään. Osaltaan tämä on mielestäni merkittävä ongelma. Jos työohjeessa mainitaan useita eri tuotteita, joista jokainen eri tavalla, aiheuttaa se varmasti hämmennystä.

Suomalaisen tunnuksen löytyminen tarkoittaa käytännössä tuotteen yhteensopivuutta vanhan konetyypin eri ohjeisiin. Näitä tuotteita oli kuitenkin harmittavan vähän. Yhteensopimattomia ja tunnistamattomia tuotteita sen sijaan on paljon. Näiden tuotteiden ottaminen käyttöön on jo käsitelty, mutta ohjeiden suhteen tilanne on yhtä vaikea. Koko huoltovälinekokonaisuuksien käyttö perustuu valmistajan ohjeisiin ja tunnuksiin. Valmistajan tunnuksien perusteella uusi sekä vanha materiaali voidaan määritellä toisiaan vastaavaksi. Näissä tapauksissa yhdistämisiongelmia ei pitäisi syntyä, jos tunnukset vastaavat toisiaan.

Toinen tapaus on tunnistettu materiaali ilman suomalaista tunnusta. On mahdollista, että osa tuotteista on yhteensopivia Mk51:n kanssa, vaikka laitteen tuotetunnus olisi eri. Valmistaja ei ole määritellyt tuotteidensa yhteensopivuutta, mikäli tuotteilla on eri tunnukset. Samaan käyttötarkoitukseen eri konetyypeille voi siis olla eri tuote. On asiantuntijoiden tehtävä määrittellä esimerkiksi testaamalla mahdollinen yhteensopivuus ja mahdollisten modifikaatioiden hyödyllisyys konetyyppien yhteiskäytössä. Ilman tunnuksia olevien ”omavalmisteiden” suhteen toimitaan samoin, kunhan tuotteet on tunnistettu. Nimikkeet luodaan vasta käyttökohteen löydyttyä ja toimivuuden varmistuttua.

Nimikkeiden osalta tilanne on likipitään sama kuin tuotetunnuksilla. Jos tunnukset täsmäävät vanhaan materiaaliin, ei uuden materiaalin liittämässä järjestelmään samoilla nimikkeillä ole ongelma. Jos materiaalille ei asiantuntijaselvityksessäkään löydy vastaavuutta olemassa olevaan materiaaliin, täytyy niille luoda omat nimikkeensä. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että uudelle materiaalille löytyy käyttökohteita ja erityisesti nimikkeitä, joita on jo käytössä. Silloin joudutaan eriyttämään uusi materiaali vanhasta, mikäli ne eivät ole yhteneviä eikä niitä modifioida yhteneviksi.

Kaikista käsitellyistä huoltovälineistä arviolta kolmannes löytyi sellaisenaan myös 51:stä. Osa näistä välineistä otettiin jo järjestelmän saldoihin tunnistamalla ne suoraan LTJ -järjestelmästä. Näiden tuotteiden yhtenevyyttä Mk51:n huoltoväline tiedostoihin ei siis ole merkattu. Tästä syystä 51:n tiedostoissa yhteneviä nimikkeitä on vain n. 10-15%. Loput yhtenevyyksistä täytyy tarkastaa tiedostoja vertaamalla tai tietojärjestelmää tutkimalla. Tämä tilanne ei ollut tarkoituksenmukainen, mutta pääsi syntymään, koska vanhan kaluston tiedostoja ei ollut alusta asti saatavilla. Toinen kolmannes oli huoltovälineitä, jotka voitiin helposti tunnistaa ja viimeinen kolmannes mahdollisia omavalmisteita. Osa ns. omavalmisteita oli aiemmin tunnistettu ilmavoimien tai Patrian toimesta ja niistä oli maininta tiedostossa. Näille tuotteille luodaan omat nimikkeensä ja ne mahdollisesti lähetetään esimerkiksi juuri Patrialle. Joukossa olleista yksittäisistä huoltovälineistä osaa voidaan käyttää myös 51:ssä, vaikka sellaista ei välttämättä olisi aiemmin ollut olemassa.

6.4 Uuden nimikkeen luominen LTJ:lle

Peruslähtökohta uuden nimikkeen luomiseen LTJ -tietojärjestelmään on tiedot nimikkeen käyttökohteesta ja tuotteista, jotka sisältyvät kyseiseen nimikkeeseen. Nimike sisältää paljon erilaista tietoa. Tietueessa on mainittuna mm. rekisterinumero eli rekno sekä kaikki muut tiedossa olevat tuotenumerot, vastuuyksikkö, varastointipaikka ja nimikkeen kuvaus käyttökohteesta ym. Nimikkeen tiedoissa on mainittuna myös se järjestelmä, johon tuote kuuluu ja tarkemmin mihin materiaaliryhmään tuote kuuluu. Esimerkiksi hinausaisa kuuluu käyttöhuoltomateriaaliin jne. Nimikkeen tiedoissa on mainittuna ns. pyt -numero, joka tarkoittaa pääyksilöintitunnusta. Sillä määritellään se tuotetunnus, jolla tuote on tunnistettavissa parhaiten ja tätä tunnusta käytetään mm. erilaisissa ohjeissa. Samalla numerolla nimikettä haetaan järjestelmästä ja sillä tunnuksella se varmimmin löytyy.

Uutta nimikettä luotaessa juurikin tämä pyt -numero on tärkeässä osassa. Jotta järjestelmäkohtaiset ja yksilökohtaiset dokumentit olisivat helppokäyttöisiä koko järjestelmän näkökulmasta, pitää tuotetunnusten käyttö kussakin tapauksessa määritellä tarkkaan. Jos huolto-ohjeessa käytetään huoltovälinetunnusta ja pyt -numerona valmistajan tunnusta LTJ:llä, aiheuttaa se varmuudella ongelmia. Asiantuntijat tietävät käytettävät tuotteet usein ilman ohjeitakin, mutta koko järjestelmän kattavaa materiaalihallintoa varten nimikkeiden ja tuotteiden on oltava standardoidusti merkittyjä. Tällä hetkellä tuotetunnuskäytäntö ei ole ohjeiden osalta standardisoitu vaan käytössä on em. pyt. Tapauskohtaisesti se voi olla valmistajan tunnus, kirjallisuuden tunnus, rekno tai esimerkiksi Nato yhteensopiva tunnus. Materiaalihallinnan osalta käytetään tietojärjestelmässä vain reknoa.

Luotaessa täysin uutta nimikettä LTJ:lle, tietokanta luo sattumanvaraisen rekno:n nimikkeelle. Rekno:n luominen perustuu järjestyslukutyypiseen ratkaisuun eli rekno on luku, joka suurenee aina yhdellä uutta nimikettä luotaessa. Mielestäni tätä voisi käyttää hyödyksi tietyn materiaaliryhmän identifioimiseen. Nyt Hawk Mk66:n huoltovälinemateriaalia tarkasteltaessa on havaittu, että joukossa on paljon tuotteita, joita ei ole käytetty Suomessa aiemmin. En ole tietotekniikka-asiantuntija, mutta jos rekno:n määrittely manuaalisesti olisi mahdollista, kannattaisi sitä hyödyntää. Tällaisen toiminnon avulla voisi

koko uuden järjestelmän nimikkeet määrittää tietyn tyyppisiksi numerosarjoiksi. Esimerkiksi käsittelyssä olevat Mk66 tuotteet voisi määrittellä vain 5-alkuisiksi numerosarjoiksi. Tällä hetkellä rekno:t ovat täysin sekalaisia järjestelmästä riippumatta, koska ovat määrittyneet luontiajan mukaan. Samalla tavoin Mk51:n tuotteet voisivat olla esimerkiksi 4-alkuisia ja Hornetin materiaalit 2-alkuisia jne. Rekno:n muutokset jälkikäteen kaikelle materiaalille olisi valtava työ, mutta siitä voisi olla hyötyä esimerkiksi logistiikassa ja varastoinnissa. Kyseistä periaatetta voisi myös laajentaa identifioimaan järjestelmän sisäisiä materiaalikonaisuuksia: esimerkiksi käyttöhuoltovaruusteet ja korjaamovaruusteet sekä varaosat voisi erottaa omalla numerollaan. Vanhan ja uuden Hawkin yhteensopivien nimikkeiden tietoihin voisi merkitä rinnakkaisen tunnuksen eli tiedoissa olisi sekä 51:n että 66:n tunnus.

Järjestelmäkohtaisen rekno:n lisäksi on syytä kiinnittää huomiota myös muihin tuotenumeroihin ja eri dokumentteihin. Dokumenteissa käytetään tällä hetkellä varsin sekalaisia tuotetunnuksia tarkentamaan käytettävää materiaalia. Yleisimmin käytetään valmistajan tuotetunnusta tai kirjallisuuden tunnuksia. Kaikki dokumentit ovat joko alkuperäisiä valmistajan tekemiä dokumentteja tai niiden pohjalta tehtyjä suomalaisia dokumentteja. Dokumenteja on käytetty Hawkin kohdalla jo 30 vuotta ja niihin on jo totuttu. Järjestelmän, henkilöstön ja dokumenttien yhteistoiminta voisi kuitenkin yksinkertaistua ja helpottua, jos kaikissa dokumenteissa olisi yhtenäinen käytäntö, joka toistuisi myös LTJ:lä. Tämä tarkoittaa dokumenttien muokkaamista siten, että jokaisen mainitun tuotteen tuotetunnus, joka dokumenteissa mainitaan nimikkeen yhteydessä, olisi tyyppiltään sama. Toisin sanoen, dokumenteissa voisi käyttää vain kirjallisuuden koodeja tai vain valmistajan koodeja. Silloin myös pyt -numero olisi aina tyyppiltään sama. Jos käytetään kirjallisuuden koodeja, selviää kirjallisuudesta myös kaikki muu informaatio materiaalia koskien. Tässä piilee kuitenkin ongelma. Materiaalikirjallisuutta on järjestelmäkohtaisesti melko paljon, jolloin kyseisen materiaalikonaisuuden merkintä esimerkiksi ohjekirjallisuuteen saattaa olla haastavaa, jotta informaatiosta saadaan riittävän tiivis. Toisaalta valmistajan tunnusta käytettäessä lisäinformaation löytäminen kirjallisuudesta on hankalampaa.

Nimikkeen luomiseen liittyy myös paljon muuta kuin tuotetunnuksien määrittely. LTJ nimittäin sisältää kullekin nimikkeelle ominaista tuotetietoa. Tuotetieto koostuu mm. huoltovaatimuksista ja tuotespesifikaatioista. Näihin sisältyy tietoa mm. hankinnoista,

elinkaaren ylläpidosta ja spesifikaatioista. Lisäksi tuotekohtaista tietoa on tallennettuna LTJ:llä huoltovaatimusten lisäksi melko huomattava määrä. Siihen sisältyy mm. erilaisia ohjeita. Kullekin tuotteelle on tallennettu mm. käyttö- ja huolto-ohjeita sähköisessä muodossa LTJ:lle. Mikäli tuote vaatii yksilövalvontaa, on tämäkin tieto tallennettu järjestelmään. Yksilövalvottu tuote on merkitty omalla F/Z numerolla, joka on merkittynä niin LTJ:llä kuin tuotteeseen liimattunakin. (MAPO 2010.)

6.5 Uuden ja vanhan yhdistäminen

Tämän opinnäytetyön tarkoitus sen lisäksi, että varastoitu materiaali käytiin läpi ja tunnistettiin, oli löytää tapoja yhdistää uusi materiaali osaksi koko järjestelmää. Koko hankitun materiaalin käyttöönottoprosessi on vasta aluillaan ja tässä työssä pyrittiin luomaan prosessin jatkolle mahdollisimman hyvä ja kattava pohjustus. Mk66:n eroavuudet huoltovälineiden osalta Mk51:stä tulevat olemaan tärkeässä roolissa jokapäiväisessä toiminnassa lennostoissa ja huolto-organisaatioissa. Tällä hetkellä konetyypit 51 ja 51A eroavat toisistaan lähinnä kosmeettisesti, mutta siinä määrin merkittävästi, että erot on otettu huomioon mm. kirjallisuudessa. Samalla tavoin Mk66:n erot ovat tärkeitä selvittää käyttäjille. Eroja on selvästi aiempaa enemmän ja monet ovat kunnossapidon kannalta kriittisempiä kuin aiemmin.

6.5.1 Kirjalliset dokumentit

Tällä hetkellä 51:n ja 51A:n erot on merkitty pääasiassa erityisillä huomioilla kaikissa käyttöohjekirjoissa ja koneen dokumenteissa. Näiden konetyyppien erot ovat niin pieniä, ettei koneilla ole esimerkiksi erilaisia työkaluja. Jokapäiväiseen käyttöhuoltotoimintaan eroilla ei ole juurikaan vaikutusta. Mk66 konetyypin erot vanhoihin ovat siinä määrin merkittävämpiä, että ne varmasti vaativat omat ohjeensa. Ohjeiden toteutukseen on luonnollisesti useitakin eri vaihtoehtoja. Selvää on kuitenkin, että kaikkiin ohjeisiin, joita erot koskettavat, on muutoksia tehtävä.

Hawk:iin liittyviä dokumentteja on ilmavoimilla useita erityyppisiä. Oleellisimpia dokumentteja ovat koneyksilökohtaiset kirjat ja tukitoimintoihin liittyvät kirjat. Kuten kaikilla lentokoneilla, konekirjassa on informaatio huolloista, laitteista, käyttöajoista jne. Lisäksi niissä on liitetty tarkastuslistat, joita päivittäisissä tarkastuksissa täytetään. Tämä kirja on aina konekohtainen eikä sitä ole syytä muuttaa tai täydentää konetyyppi-kohtaisilla eroavaisuuksilla. Tukitoimintoihin liittyvät dokumentit ja niiden päivitykset ovat asia erikseen. Tukitoimiin liittyy huolto-ohjeita, käyttöohjeita, huoltovälinekirjallisuutta ja tiedot LTJ:llä. Lisäksi opetusmateriaali on syytä sisällyttää tähän tarkasteluun.

Materiaalin selvitystyön aikana paneuduin erityisesti uuden konetyypin huoltovälinekirjallisuuteen ja myös vertasin sitä vanhemman konetyypin huoltovälinekirjoihin. Kirjallisuutta verratessa voi sanoa, etteivät kirjat eroa toisistaan juuri mitenkään. Yksittäisiä eroja kuitenkin löytyi. Viimeisimpänä huomiona testilaitte, joka oli tullut uuden konetyypin mukana, löytyi vanhan konetyypin kirjallisuudesta, mutta ei uuden koneen kirjasta. Testilaitetta ei kuitenkaan ole ollut käytössä. Tämän tyyppisiä pieniä eroja kirjoista löytyy. Jos uuden konetyypin huoltovälinekirjallisuutta on tullut koneiden mukana riittävästi kaikkien niitä tarvitsevien osapuolten käyttöön, en näe syytä näiden kirjojen minäänlaiseen yhdistämiseen. En näe yhdistämiselle syytä, koska näissä kirjoissa lähinnä listataan koneeseen kuuluva materiaali. Sen sijaan, jos kirjoja ei ole riittävästi, voisi olla hyödyllistä merkitä esimerkiksi sisällysluetteloon konetyyppien erot ja täydentää kirjat vastaamaan toisiaan.

Yksinkertainen ratkaisu täydennykseen voisi olla kirjojen haltijoille lähetettävät valmiit täydennyssivut ja ohjeet miten kirjat täydennetään. Luonnollisesti jonkun tahon tulisi ensin selvittää kirjojen erot ja toteuttaa sivutäydennys. Periaatteena tämä on samantyyppinen kuin yleisilmailun käsikirja AIP:n taannoiset päivitykset. Sittemmin kyseinen AIP on siirretty täysin internetiin, mikä voisi olla myös ilmavoimien huoltovälinekirjallisuuden tulevaisuus. Kirjallisuuden tallennus LTJ:lle kaikkien käytettäväksi voisi helpottaa eri osapuolten toimintaa. Samalla muutokset ja päivitykset kirjoihin olisivat yksinkertaisempia.

Varsinaisissa ohjekirjoissa, joissa ohjeistetaan vaikkapa päivittäistä lentotoimintaa tai selostetaan yleisiä huolto-ohjeita, erojen huomioiminen on selvästi ajankohtaisempaa.

Nyt Mk51:n ja 51A:n erot ovat huomioitu mm. huomautusteksteillä, kuvilla, modifikaatioluetteloilla tai jopa omilla kappaleillaan. Näin esimerkiksi on tehty koneiden painopisteen määrittelyn osalta. (RHS-1 1998.) Näissä ohjekirjoissa määritellään käytettävät laitteet, työkalut, kemikaalit jne., joita tarvitaan ohjeen määrittelemän toimenpiteen suorittamiseen. Hawk laivaston laajentuessa Mk66 koneisiin täytyy em. ohjeita päivittää. Jotta välttyään sekaannuksilta ja valtavalta määrältä erilaisia kirjoja, mielestäni ohjeita kannattaisi yhdistää niin suurelta osin kuin se on järkevää.

Moottori Mk66 koneessa on huomattavasti vanhasta päivitetty versio, joten sen ohjeistusta ei mielestäni kannata yhdistää Mk51:n ohjeisiin. Selvitystyön aikana kävi ilmi, että moottorin huoltomateriaalia oli paljon, jota ei aiemmin ole ollut käytössä. Kaiken lisäksi moottoreita ei huolleta joukko-osastoissa, joten eri konfiguraatioiden hallinta ei ole merkittävä ongelma. Se on toki ongelmallinen Patrialle, joka moottorit huoltaa. Patrian Linnanvuoren toimipiste on erikoistunut vain moottoreihin, joten ns. ylimääräiset dokumentit eivät ole ongelma, päinvastoin.

Muiden koneen järjestelmien osalta kannattaa mielestäni yhdistää vanhat ja uudet ohjeet. Menetelmä voisi olla sama kuin se on nytkin. Nyt se vain on hivenen sekava. Molemmille konetyypeille on omat kuvansa ja joissain tapauksissa täysin eriytetyt sivut. Jotta ohjeista saataisiin selkeät ja yhdistettyä ne kaikille konetyypeille samoihin kansiin, ohjeiden pelkistämistä on syytä harkita. Menetelmä, jossa esimerkiksi lähes identtiset kaaviokuvat korvataan yhdellä kuvalla, voisi olla toimiva. Yhdessä kuvassa olisi mainittuna pienet erot. Näin ei tarvita kaikille koneille omaa kuvaa, jonka suurin ero on esimerkiksi yksi mittari takaohjaamossa. Työohjeissa käytetyt välineet on nyt merkittynä itse ohjeistustekstissä. Mielestäni selkeämpää olisi kertoa tekstissä nimikkeet ja ohjeen perään lisätä lista käytetyistä nimikkeistä ja niiden tuotetunnuksista. Samalla listalla voidaan erottaa eri konetyypit, jos tarpeen. Koska Hawkeja modernisoidaan parhaillaan ja mm. niiden ohjaamot yhtenäistetään, on kirjojen päivitys joka tapauksessa ajankoh- taista.

Tätä ohjekirja ajatusta ei pidä sekoittaa kunnossapidon koneyksilökohtaisiin huolto- suunnitelmiin, jotka ovat aina koneyksilökohtaisia. Huoltosuunnitelmissa ja -listoissa määriteltävät huoltotoimenpiteet ovat kuitenkin periaatteessa samat kaikille koneille.

Voi olla, että jollakin koneyksilöllä tehdään esimerkiksi jonkin järjestelmän tai rakenteen tutkimusta, jonka vuoksi koneessa on jokin asia tai systeemi, johon on omat ohjeensa. Tämä ei kuitenkaan liity järjestelmien yhteensovittamiseen. Sen sijaan itse huolto-ohjeet kuuluvat selkeästi työhön. Periaatteessa huolto-ohjeisiin sopii mielestäni saman tyyppinen ratkaisu kuin käyttöohjeisiin. Huolto-ohjeet on kuitenkin luotu jollekin järjestelmälle tai huoltotoimenpiteelle. Käyttöohjeet sen sijaan ovat ohjeita esimerkiksi koneen maakäsittelystä.

Järjestelmäkohtaiset huolto-ohjeet ovat yleensä hyvin tarkkoja ohjeita. Konetyyppien yhteneviltä osin ei ole välttämättä syytä eriyttää ohjeistusta tässäkään tapauksessa. Sen sijaan järjestelmissä, jotka poikkeavat toisistaan, selkein vaihtoehto lienee omien ohjeiden luonti molemmille konetyypeille. Esimerkiksi juuri moottori on tällainen järjestelmä. Merkittävästi eroavia järjestelmiä tulee koneiden päivityksen jälkeen olemaan vähän, joten molemmat konetyypit voidaan mielestäni sisällyttää samaan ohjekokonaisuuteen. Pienet erot voidaan toteuttaa kuten käyttöohjeissakin, mutta isot erot on syytä toteuttaa vähintään omilla kappaleillaan. Sama pätee käytettävien huoltovälineiden merkitsemiseen. Yleistyksenä kaikkiin dokumentteihin mielestäni ei kannata luoda uusia vaan täydentää ja korjata vanhaa. Uudelle konetyypille pitäisi kuitenkin tehdä suomennetut ohjeet, joten yhdistäminen vanhaan on helpompaa ja vaatii vähemmän työtä.

Opetusmateriaalin suhteen erojen huomioiminen on, jos mahdollista, vieläkin oleellisempaa. Huoltotoiminnassa tehtäviä tarkastellaan huolellisesti ja käytettävät menetelmät ovat selkeästi ohjeistettu jo nyt, mutta opetustilanteessa erojen oivaltaminen on tärkeää myöhemmän käytännön soveltamisen kannalta. Tässäkään yhteydessä en pidä hyvänä asiana monen eri dokumentin opettelua ja vertailua. Useat eri opetusmateriaalit tekevät opiskelusta lähinnä haastavaa ja sekavaa. Siksi pidänkin parempana, että myös opetusmateriaali täydennetään uuden koneen tiedoilla. Tiedot on myös hyvä olla vertailtavissa samassa yhteydessä. Periaatteena selkeät kuvat tai taulukot, joissa esimerkiksi suoritusarvoja tai järjestelmän ominaisuuksia verrataan.

6.5.2 Yhdistäminen LTJ:lle

Uusien tuotteiden kirjaaminen LTJ-tietojärjestelmään on myös oleellinen ja haastava tehtävä. Selvitystyön aikana useita tuotteita otettiin jo järjestelmään, koska niille oli jo olemassa nimikkeet. Lähes kaikki tuotteet, joille löytyi vastaavuus LTJ:ltä, tullaan ottamaan järjestelmään sellaisenaan. Joidenkin tuotteiden osalta tarkastellaan tuotteen todellista tarpeellisuutta ennen kuin ne kirjataan järjestelmään.

Ilman nimikettä olevat tuotteet ovat haastavampi tehtävä. Tunnistamisen jälkeen on tarpeellista tarkastella kyseisiä tuotteita tarkemmin. Se tarkoittaa käytännössä tuotteiden etsimistä järjestelmästä tuotetunnusten avulla mahdollisen yhtenevyyden varmistamiseksi. Mikäli tuotteille ei löydy nimikettä, asiantuntijoiden on syytä tarkastella tuotteita niiden tarpeellisuuden ja uuden nimikkeen luomisen suhteen. Se tapahtuu fyysisen tarkastelun lisäksi mm. tässä työssä käytettyjen dokumenttien tutkimisella sopivan nimikkeen luomiseksi. Täydentämäni tiedosto auttaa tässä suhteessa melko paljon. Siinä ovat mainittuna kaikki tuotteelle löytyneet tuotetunnukset, joiden avulla nimikkeen luominen on helppoa. Tiedostoissa on myös mainittu, jos tuote löytyy myös 51:n tiedostosta. Toisaalta sveitsiläisessä tiedostossa on myös mainittu, jos tuotetta ei löydy 51:n huoltovälinetiedostosta. Se ei välttämättä tarkoita, ettei tuote olisi yhteensopiva 51:n kanssa. Tämä tarkastelu on tarpeen tehdä fyysisellä vertailulla, jos tuotteelle ei löydy nimikettä tunnuksien avulla. Vaikka tuotetunnuksella ei löytyisi yhtenevyyttä, saattaa samaan käyttötarkoitukseen tehty tuote siitä huolimatta sopia molemmille koneille.

Työn tekemisen aikana kävi ilmi, että tuotteelle saattaa löytyä jopa 51:n nimike, vaikka tuotetta ei ole 51:n huoltovälinetiedostossa. Syynä tähän on se, että tuote ei ole operatiivisessa käytössä. Samasta syystä monelle tuotteelle ei löytynyt yhtenevyyttä tiedostoista. Yhtenevyys saattaa silti löytyä tietojärjestelmästä. Fyysinen asiantuntijatarkastus on välttämätön ns. omavalmisteille. Se on käytännössä ainut tapa löytää tuotteille nimikkeet järjestelmästä. Vaikka nimikettä ei löytyisi järjestelmästä, tuotteille voi löytyä käyttötarkoitus. Käyttötarkoituksen löytyminen on vaatimus ja edellytys uuden nimikkeen luomiselle.

Työn aikana tunnistettu ja merkitty materiaali on järjestetty helpottamaan tätä asiantuntijaselvitystä. Omasta mielestäni edellytykset lopulliselle tunnistamiselle ja järjestelmään kirjaamiselle ovat nyt hyvät. Ilman suomalaista reknoa olevia tuotteita on kokonaisuudessaan vähän ja ilman valmistajan tunnuksia olevia tuotteita suhteessa vieläkin vähemmän. Koska tuotteita on kaiken kaikkiaan melko vähän, ei itse tunnistamiseen tarvita suuria resursseja. Sen sijaan tuotteiden kirjaaminen järjestelmään ja mahdollisten yksilöseurattavien merkintä on laajahko projekti edelleen. Huoltomateriaalia oli alun alkaen useita satoja, joten sen kirjaaminen järjestelmään on luonnollisesti iso työ.

6.6 Uuden materiaalin ottaminen järjestelmään

Uuden materiaalin suhteen on huomioitava myös järjestelmälogistisia seikkoja tunnistamisen ja järjestelmään kirjaamisen ohella. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi materiaalin todellinen tarve, varastoresurssit, ylläpitoresurssit jne. Mk66 koneiden hankinnan ohella tehdään laajaa puolustusvoimauudistusta. Sen tarkoitus pääpiirteittäin on tehostaa toimintaa pienemmillä resursseilla ja paremmalla laadulla. Hawk laivaston osalta se tarkoittaa vanhimpien koneiden käytöstä poistamista. Käytännössä se tarkoittaa konelaiivaston merkittävää pienentämistä. Ennen uusien koneiden hankintaa ilmavoimilla oli yli 50 konetta ja uudistuksen jälkeen vain n. puolet entisestä. Se tarkoittaa myös huoltovälineiden osalta pienempää määrällistä tarvetta.

Eteenkin yhteensopivan materiaalin osalta tilanne on selkeä, koska tarve vähenee ja materiaalin määrä lisääntyi. Kaiken lisäksi hankittu materiaali on vähän käytettyä. Tämä tarkoittaa käytännössä myös huoltomateriaalin kokonaisvaltaista uudistamista ja laadun paranemista. Laatu paranee, koska vanhaa, paljon käytettyä materiaalia voidaan poistaa käytöstä tarpeettomana ja korvata uudella. Yhteensopimattoman materiaalin osalta tilanne on hankalampi. Nimikehallinnan lisäksi saattaa tulla ongelmia materiaalin riittävyyden suhteen, koska huoltomateriaalissa oli paljon yksittäisiä tuotteita. Vielä ei tiedetä kaikkien tuotteiden tarpeellisuutta, mutta tilanteesta riippuen joitain tuotteita voidaan joutua hankkimaan tai valmistamaan lisää.

Käyttöönnotossa on tarpeen tarkastella erilaisia resursseja. Merkittävin resurssi materiaalihallinnassa ovat varastot. Varastojen ylläpito on kallista ja varastoista ylipäättään on pulaa. Siksi on tärkeää miettiä jonkin tuotteen todellista tarvetta. Ei ole järkevää pitää varastossa tuotteita, joille ei tule olemaan käyttöä edes sodanaikana. Samalla varaston ja materiaalihallinnan kuormitus laskee. Tässäkin suhteessa asiantuntijaselvitys on avainroolissa. Heidän tehtävänsä on määritellä käyttöön otettava materiaali. Pelkästään tarpeettoman materiaalin poistaminen ei välttämättä riitä. Tuotteen laadun kriittinen tarkastelu on lähtökohta vain parhaan ja riittävän määrän säilyttämiseksi ja käyttöönnotolle. Myös riittävän ja tarpeellisen varustuksen määrittäminen on asiantuntijoiden tehtävä.

Liika kriittisyys ei kuitenkaan aina kannata. Varsinkin ilmavoimien toiminnassa pitää muistaa varautuminen sodanajan tarpeisiin. Varastojen suhteen kannattaa pohtia riittävien varastointiolosuhteiden määrittäminen. On selvää, että lämmin varasto on kustannuksellisesti huono vaihtoehto; kylmä varasto on parempi. Jos varastotilaa on olemassa, on hyvä pitää mielessä vähemmän tarpeellisen ja huoltoa tarvitsemattoman materiaalin varastoiminen kylmään varastoon. Jos tällä tavalla kustannukset pysyvät riittävän alhaisina, omasta mielestäni silloin materiaalia kannattaa varastoida hävittämisen sijaan. Vaurauduttaessa sota-aikaan näen itse parempana runsaan materiaalmäärän kuin juuri ja juuri riittävän. Tässä suhteessa strateginen päätöksenteko ja suunnittelu on kuitenkin huomioitava.

Elinkaarellisesti tarpeettomien tuotteiden käytöstä poistaminen on todennäköisesti järkevää. Kokonaiskustannuksia ajatellen varastoiminen, järjestelmällinen ja tekninen ylläpito ym. seikat ovat todennäköisesti kustannuksellisesti kalliimpia kuin käytöstä poisto. Vaikka toimivan materiaalin käytöstä poisto ei sinällään ole kannattavaa, ylimääräisen materiaalin säilöminen on huonompi vaihtoehto. Materiaalin vähentyessä myös niiden ylläpitoon tarvittavia resursseja tarvitaan vähemmän. Aikavalvottuja tuotteita on jatkossa selvästi vähemmän, joten niiden vaatimia huoltoja ei tarvitse tehdä yhtä paljoa kuin ennen. Samalla valvontaan käytettäviä resursseja vapautuu muuhun käyttöön. Ennen kuin vanhoja ja huonokuntoisia tuotteita ryhdytään hävittämään, on huomioitava muutamia näkökohtia.

Tällaisia ovat esimerkiksi logistisen tuen toimivuus koko järjestelmän elinkaaren ajan. Toisin sanoen: riittävätkö jäljelle jäävät huoltovälineet täyttämään suorituskykyvaateet koko jäljellä olevan elinkaaren ajaksi. Myös huoltovälineiden varaosien suhteen tilanne on sama. Järjestelmän pitää pystyä olemaan logistisesti toimintavarma ja suorituskykyinen uudistuksista huolimatta. Uuden materiaalin ja vanhan poistamisen kanssa ei mielestäni saa kiirehtiä. Ennen kuin vanhaa hävitetään, pitää varmistua siitä, että uusi materiaali on täysin sopivaa korvaavaksi materiaaliksi.

Uuden materiaalin käyttöönotossa ilmavoimilla on omat prosessinsa. Materiaalin täytyy käydä nämä vaiheet läpi ennen kelpuutusta lentotoimintaan. Osaltaan tätä prosessia helpottaa olemassa oleva, jo käytössä ollut materiaali. Nyt materiaalia ei tarvitse hankkia ainakaan suuria määriä, joten hankinnan ongelmat ja viivytykset eivät aiheuta ongelmia. Samalla käyttöönottoprosessi nopeutuu. Nopea käyttöönottoprosessi onkin tärkeää, jotta materiaali on käytettävissä kun sitä tarvitaan. Samoin vanhan materiaalin poistamisprosessi pääsee alkamaan, jolloin sen vaatimia resursseja voidaan uudelleen organisoida.

Uutta materiaalia otettaessa käyttöön ja koko sen elinkaaren ajan pitää pystyä valvomaan kustannuksia ja toimintakuntoa. Siksi riittävä dokumentointi on heti alusta alkaen syytä varmistaa. Käytössä havaittavat viat ja soveltuvuusongelmat on tärkeää saada vastuorganisaation tietoon, jotta korjaavia toimenpiteitä on mahdollista tehdä ajoissa. Kun nyt uusia tuotteita otetaan järjestelmään ja osalle luodaan uusia nimikkeitä, mahdollistaa LTJ kaikenlaisen materiaaliin liittyvän dokumentoinnin. Dokumenttien ja toimintakunnon valvonnan suhteen resurssiongelmaa tuskin syntyy, mutta materiaaliin liittyvää raportointia vika ym. tilanteissa on syytä painottaa etenkin käyttöönoton alkutaipaleella.

7 POHDINTA

Tavoite kaikkien huoltovälineiden tunnistamiseksi varastosta onnistui hyvin olemassa olleisiin resursseihin nähden. Kaikki välineet käytiin läpi ja merkittiin löytyneet tunnukset ja lisätiedot tiedostoon. Läpikäytyt välineet on järjestelty siististi varastoon työssä mainittuihin ryhmiin. Löydettyjä yhtäläisyyksiä vanhemman Mk51 konetyypin huoltovälineisiin on kirjattu myös Mk51:n huoltoväline-tiedostoon. Näistä lähtökohdista tuleva käyttöönottoprosessi helppo aloittaa.

Uuden konetyypin ja sen huoltovälineiden käyttöönottoprosessi noudattaa työssä esitettyä järjestelmälogistiikan teoreettisia periaatteita hyvinkin tarkasti. Käyttöönotossa ja jo hankintavaiheessa on suunniteltu koneiden käyttöä 20 vuodeksi eteenpäin. Kuten työssä niin monesti mainittiin, tällaisten järjestelmien hallinta jo teorian tasolla on monimutkaista. Siksi sitä on syytä suunnitella laajasti ja mahdollisimman tarkasti jo aikaisessa vaiheessa. Elinkaaren kustannuksia, elinajan riittävyttä, järjestelmälogistiikkaa, materiaalihallintaa ym. toteutettaessa ja suunniteltaessa työhön sitoutuu suuri joukko asiantuntijoita, käyttäjiä ja strategisia kumppaneita. Asian monimutkaisuuden lisäksi hankaluuksia varmasti aiheuttaa suunniteltu puolustusvoimauudistus, joka leikkaa määrärahoja ja resursseja sekä teettää lisätyötä joukko-osastomuutoksilla. Uudistus kuitenkin pyrkii resurssien tehokkaampaan käyttöön pitkällä aikavälillä, jolloin myös huoltovälineiden selvitystyö ja sitä seuraava uudistus ja laadun parannus pääsevät oikeuksiinsa.

Työssä esitettiin erilaisia keinoja uuden huoltovälinemateriaalin sovittamiseksi ilmavoimien järjestelmälogistiikkaan toimivaksi kokonaisuudeksi ja soveltuvilta osin yhteensopivaksi vanhemman Mk51:n huoltovälinekokonaisuuden kanssa. Noin 30 vuotta käytössä ollut Mk51 tukitoimintoinen on vakiinnuttanut paikkansa ilmavoimissa eikä sen tukitoimia pidä sotkea uudella ja ihmeellisellä informaatiolla. Siksi tässä työssä annettiin pääosin hillittyjä ja erityisesti periaatteeltaan yksinkertaisia sekä järjestelmää selkeyttäviä ideoita. Pääasiassa tällä tarkoitetaan dokumenttien muokkaamista selkeämmäksi ohjetekstistä erotetuin huoltoväline- ja materiaalilistoin sekä yhdistetyin kuvin. Tietojärjestelmien suhteen selkeyttämistä haettiin pyt. numeron standardisoinnilla ja kaiken

materiaalin uudelleen organisointia konetyyppikohtaisiin ryhmiin. Ryhmät erotettaisiin toisistaan reknolla nykyisen sattumanvaraisen numeroinnin sijasta.

Järjestelmälogistiikka aiheena oli työtä aloittaessani täysin vieras aihe. Edes perinteistä bisneslogistiikka ei oltu käyty läpi opiskelujen aikana juuri ollenkaan. Terminologia ja kaikenlaiset periaatteet piti sisäistää ennen kuin työtä oli mahdollista tehdä. Fyysinen huoltovälinemateriaali ei ollut aivan yhtä vierasta, mutta kaikessa laajuudessaan tuotteiden tunnistus oli haastava työ. Olen lähtökohtiin nähden tyytyväinen koko työn tuloksiin. Fyysinen selvitystyö saatiin omalta osaltani päätökseen ja lähtökohdat tuleville projekteille ovat nyt otolliset. Kirjallisesta työstä tuli sopivan laaja ja on sisällöltään asiallinen.

8 LÄHTEET

- Ahmadi, A. 2010. Aircraft Scheduled Maintenance Programme Development, Decision Support Methodologies and Tools. Luleå University of Technology. Division of Operation and Maintenance Engineering. Doctoral Thesis.
- Ilmavoimat. 2012. Perustietoa ilmavoimista. Julkaistu 13.12.2011. Päivitetty 26.6.2012. Luettu 26.4.2012. www.puolustusvoimat.fi.
- Ilmavoimat. 2011. Organisaatio. Ilmavoimien materiaalilaitos. Julkaistu 30.11.2009. Päivitetty 5.8.2011. Luettu 26.4.2012. www.puolustusvoimat.fi.
- Ilmavoimat. 2011. Ilmavoimien materiaalilaitos. Julkaistu 25.1.2011. Päivitetty 21.6.2011. Luettu 26.4.2012. <http://www.puolustusvoimat.fi>.
- Hietanen, J. Suunnitteluinsinööri. 2012. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. jarmo.hietanen@mil.fi. Luettu 13.6.2012.
- Järjestelmälogistiikan peruskurssi -kansio. 2005. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Koulutusmateriaali.
- Korhonen, P. 2011. Lentokalustohankintojen suorien vastakauppojen toteutus ja kaluston ylläpito lentokaluston keskuskorjaamoilla. Tampereen yliopisto. Informaatiotieteiden yksikkö. Akateeminen väitöskirja.
- Kuusela, H., Kulo, E. 2009. Tuotteen elinkaaren hallinta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknistaloudellinen tiedekunta. Tuotantotalouden osasto. Kandidaatin työ.
- Lehtinen, H. 2008. YMPÄRISTÖJÄRJESTELMÄN TOIMILAITTEIDEN VIKANALYYSI. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- MAPO. 2010. Lentoteknillinen maapalveluohje. Ilmavoimat. Luku 10. Muutos 11. 02.2010.
- Patria focus. 2009. Konsernilehti. 2/2009. Partia Oyj. Helsinki.

Prosessiteollisuuden standardit PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. PSK standardisointi.

Puolustusvoimat. 2012. Ilmavoimien Hawkit päivitettiin 2010-luvulle. Artikkel. Julkaistu 14.11.2011. Päivitetty 17.2.2012. Luettu 26.4.2012
<http://www.puolustusvoimat.fi/>

Redshaw, M. 2010. BUILDING ON A LEGACY: RENEWED FOCUS ON SYSTEMS ENGINEERING IN DEFENSE ACQUISITION. A Publication of the Defense Acquisition University. 01/2010. www.dau.mil.

RHS-1. Hawk rakenne- ja huoltoselostus. HW1-11S1. Julkaistu 02.1998.

Taloussanommat. 2012. Taloussanakirja: Poisto. Luettu 11.6.2012.
<http://www.taloussanommat.fi/porssi/sanakirja/termi/poisto/0>

Wikipedia. 2012. BAe Hawk. Päivitetty 8.6.2012. Luettu 11.6.2012.
http://en.wikipedia.org/wiki/BAE_Systems_Hawk

Zhiqiang, C., Shudong, S., Shubin, S., Yannou, B. 2008. Maintenance Management System based on Bayesian Networks. International Seminar on Business and Information Management. Conference article. IEEE Computer Society.

KUVAT JA KUVIOT

Opetushallitus. 2012. Laitossuunnittelun vaikutukset kunnossapitokustannuksiin. Luettu 26.6.2012 http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_7-1_laitossuunnittelun_vaikutukset.html

Opetushallitus. 2012. Kunnossapidon toiminnot ennen vian ilmenemistä. Luettu 26.6.2012 http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-3_kunnossapidon_toiminnot_ennen_vian_ilmenemista.html

Puolustusvoimat. 2012. Lentokalusto. Hw51 ja Hw66. PDF. Julkaistu 16.8.2011. Päivitetty 2.1.2012. Luettu 3.5.2012. <http://www.puolustusvoimat.fi/>

Puolustusvoimat. 2012. Ilmavoimien Hawkit päivitettiin 2010-luvulle. Artikkel. Julkaistu 14.11.2011. Päivitetty 17.2.2012. Luettu 26.6.2012
<http://www.puolustusvoimat.fi/>

Quintec. 2011. Luettu 26.6.2012 <http://www.quintec.com/images/86.png>

Ramentor. 2012. Käyttövarmuus, käytettävyys, luotettavuus. Luettu 26.6.2012
<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>

Valtiovarainministeriö. 2009. Tietoturvallisuus ulkoistetun toiminnon elinkaaren eri vaiheissa. Julkaistu 8.10.2009. Luettu 27.6.2012. www.vahtiohje.fi

9 LIITTEET

Liite 1. Hawk Mk51 ja Mk51A tekniset tiedot. (Lentokalusto 2012.)

Tekniset tiedot (Mk 51 ja 51 A):

Siipien kärkiväli: 9,39 m.

Pituus: 11,9 m.

Korkeus: 3,99 m.

Tyhjäpaino: 3810 kg.

Suurin lentopaino: 7350 kg.

Rakenne: Kokometallirakenne.

Voimalaite: 1 Rolls-Royce Turboméca Adour Mk 851 -ohivirtausmoottori (työntövoima 2360 kp/23,1 kN).

Maksiminopeus: Matalalla 1038 km/h, korkealla 0,88 Mach.

Lakikorkeus: 14 500 m.

Aseistus: 30 mm Aden-tykki rungon alle asennettavassa säiliössä, siipiripustimissa enintään 2 infrapunaohjusta.

Varustus: Siipiripustimiin asennettavissa ilmanäytteenkeruusäiliöt tai savupodit. Modifioiduissa koneissa HUD-heijastinnäyttö ja LCD-näytöt liikkuvalla lentosuunnistuskartalla. Digitaalinen tehtävänvalmistelu- ja purkujärjestelmä.

Määrä Ilmavoimissa: Vuonna 2011 67 kpl (42 x Mk 51, 7 x Mk 51A, 18 x Mk 66), vuonna 2015 26 kpl.

Liite 2. Hawk Mk66 tekniset tiedot. (Lentokalusto 2012.)

Tekniset tiedot:

Siipien kärkiväli: 9,39 m

Pituus: 11,85 m

Korkeus: 4,00 m

Tyhjäpaino: 3635 kg

Suurin lentopaino: 7347 kg

Rakenne: Kokometallirakenne

Voimalaite: 1 Rolls-Royce Adour Mk 861 -ohivirtausmoottori (työntövoima 2587 kp/25,35 kN)

Maksiminopeus: 1013 km/h

Lakikorkeus: 14 500 m

Aseistus: 30 mm Aden-tykki rungon alle asennettavassa säiliössä, valmius infrapunaohjusten asentamiseen siipiripustimiin.

Varustus: Mm. ilmanäytteenkeruusäiliöt, lasiohjaamonäytöt liikkuvilla kartoilla sekä tehtävänvalmistelu- ja purkuohjelmisto.

Määrä Ilmavoimissa: 18 kpl.