

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, aikuiskoulutus  
Lentotekniikka

Tutkintotyö

Harri Kuisma

## **KÄYTÄNNÖN HUOLTOSUUNNITTELU**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2005

Yliopettaja Heikki Aalto  
Blue1, valvojana DI Jani Wennerkoski

## TIIVISTELMÄ

Tässä työssä käsiteltiin lentoyhtiön huoltosuunnittelua, joka jakaantuu lyhyt- ja pitkäaikaiseen suunnitteluun. Lyhytaikainen huoltosuunnittelu ulottuu noin kolmen kuukauden aikajaksoon ja pitkäaikainen huoltosuunnittelu ulottuu vuosien päähän. Työhön kerättiin huoltosuunnittelussa huomioon otettavia tekijöitä ja huoltosuunnittelun peruskäsitteitä. Yhtiön suunnitteluprosessia kuvattiin menetelmien arvioimiseksi ja koulutusmateriaaliksi. Lähteenä käytettiin alan määräyksiä, yhtiön huoltokäsikirjoja ja kirjoittajan kokemusta suunnittelutyöstä.

Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota suunnittelun automatisointiin ja visualisointiin.

TAMPERE POLYTECHNIC  
Mechanical and Production Engineering  
Aeronautical Engineering  
Kuisma, Harri  
Engineering Thesis  
Thesis Supervisor  
Commissioning Company  
December 2005  
Keywords

Practical Maintenance Planning  
53 pages  
Heikki Aalto  
Blue1 Ltd, Supervisor: Jani Wennerkoski (MSc)  
aircraft, maintenance, planning

3

## ABSTRACT

Airline maintenance planning is divided to short and long term planning. Short term planning covers time frame up to three months and long term planning should be done for many years ahead. In this work it is concentrated to the basics of the maintenance planning and the matters to be taken into account during planning process. Target of this work was to evaluate presently used maintenance planning methods and to gather information for training purpose. This work is based on the regulations, manuals of the company and on the experience of the writer from the airline planning work. In the future more attention should be paid to the automatization of the planning and to the visualization.

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO .....	4
LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET, SANASTO.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 HUOLTO-ORGANISAATIO, HENKILÖSTÖ JA YHTEISTYÖKUMPPANIT.....	6
3 HUOLTO-OHJELMA JA TYÖTUNTISEURANTA.....	8
4 HUOLTOSUUNNITTELUN RAJOTTEET.....	13
5 VIRANOMAISVAATIMUKSET JA YHTIÖN MANUAALIT.....	15
5.1 JAR OPS 1.....	15
5.2 EASA Part M.....	15
5.3 EASA Part 145.....	16
5.4 Kansalliset viranomaismääräykset.....	16
5.5 CAME-Huoltotoimen käsikirja.....	16
5.6 MOE-Huolto-organisaatio käsikirja.....	17
5.7 CPM-Yhtiön menetelmät käsikirja.....	19
6 LINJA- JA PERUSHUOLTOSUUNNITTELU.....	19
7 ERIKOISTÖIDEN SUUNNITTELU JA MUUTOSTYÖT.....	23
8 VARAOSIEN HANKINTA JA LAITESUUNNITTELU.....	25
9 HUOLTOTÖIDEN DOKUMENTOINTI JA KIRJALLISUUS.....	27
10 ULKOPUOLISTEN TÖIDEN TILAUS, VASTAANOTTO JA TIETOJÄRJESTELMIEN PÄIVITYS.....	31
11 SUUNNITTELU TYÖKALUT.....	35
11.1 MasterPlan-suunnitelma.....	35
11.2 OPUS-järjestelmä.....	37
11.3 PlannedWork-etulehti.....	38
11.4 ManPowerPlan-miestyötuntisuunnitelma.....	40
11.5 Amicos-tietojärjestelmä.....	40
11.6 Suunnittelutyökalujen yhteiskäyttö ja arviointi.....	41
12 ESIMERKIT PERUS- JA LINJAHUOLTOSUUNNITTELUSTA.....	43
13 YHTEENVETO.....	52
14 LÄHDELUETTELO.....	53

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET, SANASTO

AD	Airworthiness Directive
AMM	Aircraft Maintenance Manual
AOC	Air Operators Certificate
APU	Auxiliary Power Unit
CAME	Continuing Airworthiness Management Exposition
CMM	Component Maintenance Manual
CMR	Certification Maintenance Requirements
COC	Certificate of Conformity
CP(M)	Company Procedure(Maintenance)
CRS	Certificate of Release to Service
CY	Cycle
DOE	Design Organisation Approval
DVI	Detailed Visual Inspection
EASA	European Aviation Safety Agency
EMM	Engine Maintenance Manual
EO	Engineering Order
FAR	Federal Aviation Requirements
FH	Flight Hour
FUT	Functional Check
INS	Inspection
IPC	Illustrated Parts Catalog
JAA	Joint Aviation Authority
JAR	Joint Aviation Requirements
LUB	Lubrication
MEL	Minimum Equipment List
MME	Maintenance Management Manual
MOE	Maintenance Organisation Exposition
MPD	Maintenance Planning Document
MRB	Maintenance Review Board
MSG	Maintenance Steering Group
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NDT	Non Destructive Testing
PEP	Parts Exchange Program
RAI	Removal and Installation
SB	Service Bulletin
SDI	Special Detailed Inspection
SL	Service Letter
SRM	Structural Repair Manual
TCDS	Type Certificate Data Sheets
TCH	Type Certificate Holder
WM	Wiring Manual

## 1 JOHDANTO

Usein lentokoneita huoltavat suuret lentoyhtiöt ovat sekä operaattoreita että huoltajia. Sama yhtiö suorittaa sekä linja- että perushuollot. Tästä poikkeuksena ovat valmistajat, jotka usein myöhemmässäkin vaiheessa vastaavat lentokoneen (TCH =Type Certificate Holder) tyyppihyväksynnän ylläpidosta ja suorittavat mahdollisesti koneiden perushuoltoja sekä suurempia korjauksia. Pienemmillä lentoyhtiöillä usein huoltotoiminta rajoittuu linjahuoltoon. Pienen laivaston perushuoltojen järjestäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. Usein pienet yhtiöt ovat yhteistyössä valmistajan tai jonkin suuremman lentoyhtiön kanssa. Heillä on ilmailumääräysten vaatima huoltosopimus perushuolloista toisen yhtiön kanssa. Samalla ulkopuoliset työt antavat perushuoltoja tekeville lentoyhtiöille lisätyötä, jos oma laivasto ei työllistä ympärivuotisesti.

Tässä työssä on käsitelty miten huoltosuunnittelua tehdään pienessä lentoyhtiössä. Tämä toimintamuoto on myös yleistymässä suurissakin lentoyhtiöissä toimintojen ulkoistamisen myötä. Tällä on vaikutusta kannattavuuteen. Tarvittavista palveluista maksetaan ja pidetään henkilöstön määrä pienenä. Kuitenkin toiminnan seurannan vaatimuksena on mitä erilaisimpien raporttien keräys, säilytys ja analysointi eri lähteistä ja yrityksistä lentokoneen luotettavuuden seuranta varten.

Jo lentoyhtiön sijainti palveluja tuottaviin yrityksiin nähden saattaa aiheuttaa toiminnalle katkoksia. Erityisesti jos linjahuollossa tehdään erityisammattitaitoa vaativia tarkastuksia tai laitekorjauksia. Tällöin hyvät yhteydet ja nopea suunnittelu ovat tärkeitä lentokoneen tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Suunnittelulla on myös vaikutus huoltoturvallisuuteen ja inhimillisiin tekijöihin.

## 2 HUOLTO-ORGANISAATIO, HENKILÖSTÖ JA YHTEISTYÖKUMPPANIT

### Huolto-organisaatio

Huolto-organisaatiolle ja henkilöstölle on vaatimuksia ilmailumääräyksissä. Organisaatiolla on kelpuutukset tehdä vain sille hyväksytyt huoltotoimenpiteet. Samoin henkilöstöllä on oltava kelpuutukset ja riittävä koulutus lentoalustyyppiin. Certifying Staff -käsite sisältää kelpuutuksen omaavat henkilöt. Heillä on niin sanottu kuittauskelpuus. Mekaanikoilla pitää olla

tyyppikoulutus. Huoltosuunnittelija suorittaa yleensä noin kolme päivää kestävästä Familiarisation-kurssin omaan konetyyppiin. Koulutuksen voi antaa hyväksytty koulutusorganisaatio. Koulutusorganisaatiolla on oltava EASA 147 -hyväksyntä /12/.

## Henkilöstö

Nominated Postholder Maintenance (huoltotoimenjohtaja) on viranomaisen vaatima yhtiön vastuuhenkilö.

Lupakirjamekaanikkoja on kolmenlaisia. B1-lupakirja mekaanikko on käynyt mekaanisen tyyppikurssin omaan konetyyppiinsä. B2-lupakirjamekaanikko on saanut avioniikka ja sähkö koulutuksen. C-lupakirjan haltija on kelpuutettu kuittaamaan perushuoltoja. A-lupakirjan haltijalla ei ole tyyppikoulutusta eikä siten kuittauskelpuutusta. Lupakirjat on määritelty EASA 66 -määräyksissä. EASA 66 -lupakirjan haltija ei yksin voi kuitata lentokonetta lentokelpoiseksi, vaan se on mahdollista kuulumalla Part 145 -organisaatioon. Lupakirjan myöntää EASA-viranomainen (European Aviation Safety Agency) ja sen tunnistaa myös muut EASA-jäsenviranomaiset./10, 145.A.30./

Mekaanikkoina voidaan käyttää myös vuokrahenkilöstöä. Henkilöiden kelpuutukset hyväksytetään yhtiöön. Erityiskelpuutukset kuten boroskooppaus-, hinaus- ja koekäyttökelpuutukset vaativat oman koulutuksensa./10, 145.A.30./

Huoltovalvojat työskentelevät kaksi- tai kolmivuorotyössä. He valvovat koneiden kiertoa siten, että suunnitellut huoltokoneet ja vikaantuneet koneet saadaan kotiasemalle. He ovat myös tekniikan linkki operatiiviselle puolelle.

Suunnittelijat työskentelevät päivävuorossa ja laativat huoltopaketit yö- ja viikonloppu huoltoajankohtiin. Riippuen laivaston koosta huoltosuunnittelija voi myös tehdä pitkäaikaista suunnittelua.

Tyyppi-insinööri vastaa siitä, että koneen huolto-ohjelma täyttää viranomaisten ja valmistajan vaatimukset. Vianetsintäinsinööri työskentelee läheisessä yhteistyössä tuotanto-osaston kanssa ja on yhteydessä lentokoneen valmistajaan.

## Yhteistyökumppanit

Pienillä operaattoreilla pitää olla huoltosopimus perushuolloista niitä tekevän organisaation kanssa. Myös linjahuolto voidaan ostaa ulkopuolelta. Sopimuksen voi tehdä myös usean huoltoja tarjoavan yhtiön kanssa. Tämä mahdollistaa kilpailuttamisen ja huollot eri yöpymispaikoilla. Laitteiden huolloista tehdään myös tarvittavat huoltosopimukset. Laitepoolit voidaan katsoa myös huoltoyhteistyökumppaneiksi./1/

Linjahuollossa on myös paljon muitakin kuin itse lentokoneen korjaukseen liittyviä huoltoyhteistyökumppaneita. Niitä ovat esimerkiksi pesuyhtiöt, jäänpoisto- ja asematasotoiminnat sekä catering- ja tankkauspalvelut.

## 3 HUOLTO-OHJELMA JA TYÖTUNTISEURANTA

### Huolto-ohjelma

Jokaisella yhtiöllä on oma huolto-ohjelma huollettavaan konetyyppiin. Tämän huolto-ohjelman on hyväksynyt huoltoluvan myöntämän maan ilmailuviranomainen. Huolto-ohjelma perustuu useisiin eri lähteisiin, kuten:

1. MRB, Maintenance Review Board
2. MPD, Maintenance Planning Document
3. kansalliset ilmailumääräykset (Suomessa AIR-määräykset)
4. AD, Airworthiness Directive.

MRB on vuosittain kokoontuva foorumi, jossa valmistaja, operaattorit ja toimittajat kehittävät ja ehdottavat huolto-ohjelman. Viranomainen hyväksyy huolto-ohjelman. MRB:ssä on usean maan viranomaiset edustettuina. MRB-vaatimukset on pakollisia suorittaa. Saab2000-koneen MRB perustuu olettamukseen, että operaattori lentää noin 2500 lentotuntia vuodessa ja 0.8 tunnin pituisia lentoja. MRB sisältää niin sanottuja CMR-huoltovaatimuksia (Certification Maintenance Requirements). Nämä vaatimukset on pakollisia suorittaa eikä niille myönnetä jatko-aikaa. Ne on listattu myös TCDS-dokumentissa. (Type Certificate Data Sheets) CMR-vaatimukset ovat peräisin koneen tyyppihyväksymisprosessista. Näillä huoltovaatimuksilla on suora vaikutus turvallisuuteen./5/

Muutostöiden yhteydessä FAR/JAR25.1309 -määräyksen mukaan JAR/FAR -vaatimuksista (Joint Aviation Requirements/Federal Aviation Requirements) tarkastellaan aina kyseistä revisioastetta, jolla kone on tyyppihyväksytty. Lisäksi MRB:ssä on lueteltu rakennetarkastuksia (Airworthiness Structural Items) ja elinikä rajoituksia (Airworthiness Life Limited Items), joille ei myönnetä jatko-aikaa./5/

Huoltovaatimukset on jaettu MRB:ssä järjestelmä ja rakenneohjelmaan (Systems & Structures program) sekä alueohjelmaan (Zonal Inspection Program). Järjestelmäohjelma sisältää kaikki järjestelmä ja moottori huoltovaatimukset. Järjestelmäohjelman huoltovaatimuksia voidaan eskaloida. Eskaloinnin hyväksyy viranomainen tai MRB. Myös otoksella (Sampling Program) voidaan tehdä osa huoltovaatimuksista. MRB ja valmistaja on vastuussa otoksista. Kun otoksen kynnysuollot tehdään, on viranomainen mukana todistamassa tarkastusta. Elinikä vaatimukset tulee tehdä moottori, potkuri ja lentokoneen TCDS-dokumentin mukaisesti. MSG-3 revisio 1-logiikkaa on käytetty lentokoneeseen kohdistuvien huoltovaatimusten kehityksessä./5/

MPD on valmistajan suosittelema huolto-ohjelma, jonka pohjalta operaattori voi luoda oman huolto-ohjelman, jonka paikallinen viranomainen hyväksyy. MPD perustuu MRB:hen. MRB-vaatimukset ovat määrääviä./6/

AD on viranomaisen asettama pakollinen huoltovaatimus. Kun AD-huoltovaatimusta toteutetaan huoltotoiminnassa, se on käytävä ilmi tekijälle työkortista.

Huolto-ohjelmaa muutetaan tarvittaessa lentokoneen käyttökokemuksen perusteella. Esimerkkinä on annettu lyhyt kuvaus Saab2000-potkuriturbiinikoneen huolto-ohjelmasta.

Saab2000-koneen määräaikaishuoltojaksot linja- ja perushuolloissa ovat kuvattu taulukossa 1 ja 2.

**Taulukko 1** Saab2000 linjahuollon määräaikaishuoltojaksot 2004 /6/

Check	Interval
Weekly	7Days
A1	300FH
A2	600FH
A3	900FH
A4	1200FH
A5	1500FH
A6	1800FH

FH=Flight Hour

**Taulukko 2** Saab2000 perushuollon määräaikaishuoltojaksot 2004 /6/

Check	Threshold	Interval
1C		3000FH
2C		6000FH
D		4000FH
9000FH		9000FH
12000FH		12000FH
15000FH		15000FH
18000FH		18000FH
20000CY	20000CY	3000CY
	20000CY	6000CY
	20000CY	7500CY
	20000CY	12000CY
	20000CY	20000CY
4Y/4Y	4Y	4Y
4Y/2Y	4Y	2Y
8Y/8Y	8Y	8Y
8Y/4Y	8Y	4Y
2YCCP		2Y
6Y/3YCCP	6Y	3Y
8Y/4YCCP	8Y	4Y

CY=Cycle, CCP=Corrosion Control Program, Y=Year

Huollot koostuvat erilaisista tehtävistä. Tehtävät on lajiteltu niiden luonteen mukaan:

1. FUT=Functional Check
2. CHK=Check

3. LUB=Lubrication
4. DVI=Detailed Visual Inspection
5. SDI=Special Detailed Inspection
6. INS=Inspection
7. RAI=Removal and Installation.

Saab2000 huolto-ohjelma koostuu järjestelmä vaatimuksista (System Tasks), moottorivaatimuksista (Power Plant Tasks), rakennevaatimuksista (Structural Tasks) ja aluevaatimuksista. (Zonal tasks) Näiden huoltojen lisäksi on yhtiökohtaisia vaatimuksia. Lisäksi on valmistajan Service Bulletin ja viranomaisen AD-vaatimukset./5/

Saab2000 huoltojaksoista nähdään, että riippuen lentotuntien määrästä kalenteriaikaan nähden on kovin vaikeaa saada eri tarkastukset samaan aikaan työlle. Tästä johtuen monissa tarkastuksissa jää aikaa käyttämättä. Tähän vaikuttaa myös koneiden ikä. Uusilla koneilla jaksot alkavat nollassa, mutta vanhoille koneille on yleensä tehty luovutushuolto ja se sotkee huoltojärjestelmää. Operaattoreilla on myös erilaisia tapoja käyttää huoltojaksoja. Kätevä tapa arvioida ja optimoida tarkastuksien suorittamista on esimerkiksi laittaa ne kuvan (kuva 13, s.45) mukaiseen taulukkoon. Lentomäärä vaikuttaa siihen miten lentotunti ja kalenteritarkastukset osuvat samaan aikaan, mutta käytännössä muut tekijät määräävät huoltojen ajankohdat. Eräillä koneilla huoltojaksot ovat määrätty laskeutumisten mukaan.

Taulukossa 3 on laskettu Saab2000 Maintenance Planning Documetin (MPD) antamat työtunnit eri tarkastuksille. Sarakkeessa ”Est. MH” on arvioitu todellisia käytettäviä tuntimääriä ennen kuin huollot on tehty. Myös huoltokustannukset lentotuntia kohden on laskettu.

#### Työtuntiseuranta

Tehokkaan huolto-ohjelman suunnittelulle on tärkeää arvioida ennakoituihin töihin käytetty aika. Tässä voidaan käyttää apuna valmistajan arvioimia aikoja. Kuitenkin parhaaseen tulokseen pääseminen edellyttää oman organisaation tekemien töiden kellotusta. Työhön kulunutta aikaa kannattaa seurata jonkin aikaa paremman otoksen saamiseksi ja laskea keskiarvo eri tekijöiden suorituksista.

**Taulukko 3** Saab2000-huoltojen miestyötunnit /6/

Check	Interval	NR of Task	MPD MH	Est. MH	MH/FH	MH cost	MH cost/FH	MH cost/check
Weekly	7Days		6	3	0,1091	50	5,4545	150
A1	300FH		4	5	0,0133	50	0,6667	250
A2	600FH		9	10	0,0150	50	0,7500	500
A3	900FH		2	2	0,0022	50	0,1111	100
A4	1200FH		2	5	0,0017	50	0,0833	250
A5	1500FH		3	10	0,0020	50	0,1000	500
A6	1800FH		2	3	0,0011	50	0,0556	150

Check	Threshold	Interval	NR of Task	MPD MH	Est. MH	MH/FH	MH cost	MH cost/FH	MH cost/check
1C		3000FH	65	49	98	0,0327	63	2,0580	4802
2C		6000FH	93	150	300	0,0500	63	3,1500	45000
D		4000FH	13	11	22	0,0055	63	0,3465	242
9000FH		9000FH	9	9	18	0,0020	63	0,1260	162
12000FH		12000FH	5	9	18	0,0015	63	0,0945	162
15000FH		15000FH	1	1	2	0,0001	63	0,0084	2
18000FH		18000FH	3	1	2	0,0001	63	0,0070	2
20000CY	20000CY	3000CY	17	20	40	0,0148	63	0,9333	800
	20000CY	6000CY	42	57	114	0,0211	63	1,3300	6498
	20000CY	7500CY	19	32	64	0,0095	63	0,5973	2048
	20000CY	12000CY	100	166	332	0,0307	63	1,9367	55112
	20000CY	20000CY	check		0	0,0000	63	0,0000	0
4Y/4Y	4Y	4Y	21	112	224	0,0204	63	1,2829	25088
4Y/2Y	4Y	2Y	1	17	34	0,0062	63	0,3895	578
8Y/8Y	8Y	8Y	100	345	690	0,0314	63	1,9759	238050
8Y/4Y	8Y	4Y	49	85	170	0,0155	63	0,9736	14450
2YCCP		2Y	check		0	0,0000	63	0,0000	0
6Y/3YCCP	6Y	3Y	check		0	0,0000	63	0,0000	0
8Y/4YCCP	8Y	4Y	check		0	0,0000	63	0,0000	0

0,9FH/CY  
2750 FH/Year, 50 weeks 55 FH/week

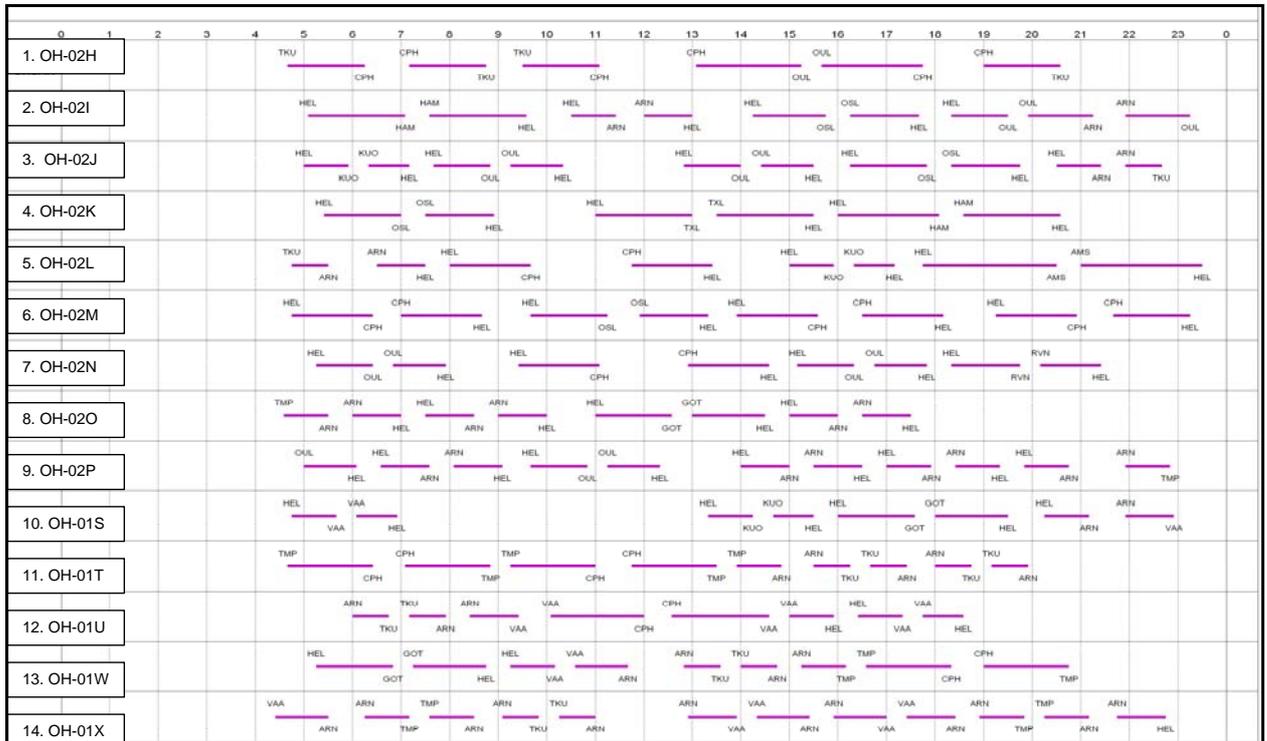
Linjahuollossa kellotus on tärkeää hyvään lähtöluotettavuuteen ja korkeaan käyttöasteeseen pääsemiseksi. Kun kellotus on tehty, voidaan määrittää kerroin valmistajan antamiin aikoihin nähden. Perushuoltojen eli suurien huoltojen aikaa arvioitaessa voidaan käyttää edellä saatua kerrointa ja valmistajan antamia lukuja. Jos perushuollot teetetään ulkopuolella, niin näitä lukuja voidaan käyttää tarjouskyselyissä apuna. Kannattaa myös kysyä tarjouksia mahdollisuuksien mukaan usealta huoltoyritykseltä.

Kun linja-huollossa tehtävät työt on kellotettu, voidaan arvioida paremmin paljonko aikaa jää ennakoimattomaan huoltoon eli vikojen korjaukseen huoltoseisokissa. Linjahuollossa ei kannata suunnitella koko käytettävissä olevaa aikaa ennakoituille töille, vaan varata myös aikaa vikojen korjaukseen. Tässä voidaan huomioida myös vuodenaika ja konetyypin erityisominaisuudet. Koneen vikahistoriasta määritetään vuodenaikat jolloin on eniten ongelmia ja näin voidaan varautua niihin ajoissa. Vikatöitä tehdessä kannattaa merkitä ylös niihin käytetty aika. Tästä on paljon hyötyä lyhytaikaisessa suunnittelussa. Voidaan arvioida tarkemmin aika, jonka lentokone

on pois käytöstä. Tämä on hyödyllinen tieto niin huollon suunnittelijalle kuin matkustajien korvaavien yhteyksien järjestäjälle lennon peruutuksien ja myöhästymisten yhteydessä. Tällä on vaikutusta siis asiakaspalveluun.

#### 4 HUOLTOSUUNNITTELUN RAJOITTEET

Tärkein ulkopuolinen rajoite huolto-ohjelman toteuttamiselle on lentoyhtiön liikenneohjelma. Liikenneohjelma usein määrää milloin ja kuinka kauan lentokone on käytettävissä huoltoihin. Usean koneen liikenne ohjelmassa osa koneista yöpyy ulkoasemilla. Koneiden päivästopit olisikin hyvä olla samaan aikaan samalla asemalla, jotta koneita voidaan riittävästi vaihtaa kotiasemille yöpymään. Tällä on suuri merkitys vikojen aukioloaikaan. Yksi rajoittava tekijä on myös miehistöjen kierto koneesta toiseen päivän aikana, mitä myös pyritään minimoimaan.



**Kuva 1** Liikenneohjelma (liikenneohjelma 1 – rivit 10-14 / liikenneohjelma 2 – rivit 1-9)

Kuvassa 1 on esimerkkinä kahden konetyypin liikenneohjelmat. Ensimmäisen konetyypin ohjelma on rajoittavampi kuin toisen. Ensimmäisessä liikenneohjelmassa on vain yksi kone

viidestä huollettavissa viikolla, muut neljä yöpyvät ulkoasemilla. Tämä rajoittaa suuresti huoltojen tekemistä, mutta toisaalta huoltohenkilöstöä tarvitaan keskimäärin kolme mekaanikkoa vuorossa. Liikenneohjelman etuna ovat aikaiset lähdöt ulkoasemilta, mutta haittana riski kahden lennon peruutuksesta koneen vikaannuttua. Viikonloppuna on varattu aikaa moottorin vaihdoille ja muille suuremmille töille. Ongelmana tässä liikenneohjelmassa oli saavuttaa hyvää lähtöluotettavuutta. Yhden koneen vikaannuttua joudutaan myös huoltovuorossa oleva kone ottamaan huoltopaikalle.

Tämä aiheuttaa lentojen peruutuksia. Jos jollakin toisella yöpymispaikalla olisi huoltovalmius, tämäkään ei olisi niin suuri ongelma. Suuri apu on, että liikenneohjelma sallii koneiden vaihdon ennen päivän viimeistä lentoa. Vielä paremman lähtöluotettavuuden saavuttamiseksi, huollot kannattaa tehdä vähintään päivää aikaisemmin kuin ne on määrä tehdä. Tällä järjestelyllä saadaan yksi varapäivä, jota voidaan käyttää hyväksi yhden koneen vikaannuttua. Viallinen kone voidaan ottaa korjattavaksi ja alun perin suunnitellun koneen huolto siirretään seuraavalle päivälle. Myös koko loppuviikon työt siirtyvät päivällä ja ne on ajoitettava uudelleen. Tämä lisää suunnittelijan työmäärää huomattavasti, mutta on kannattavaa kokonaisuuden kannalta. Perjantai-illaksi kannattaa suunnitella tarkastustöitä, joiden löydöksistä aiheutuu paljon miestyötunteja. Esimerkiksi moottorin boroskooppauksesta saattaa aiheutua moottorin vaihto. Pienet vikatyöt ulkoasemilla tehdään yleensä lähettämällä mekaanikko paikan päälle, jos kyseisellä ulkoasemalla ei ole huoltoyhteistyökumppania.

Toisessa liikenneohjelmassa on yhdeksän konetta, joista neljä yöpyy ulkoasemilla viikolla. Tämän johdosta huoltoja ei tarvitse välttämättä tehdä etuajassa. Vikaantuneet koneet voidaan järjestellä yöksi huollettaviksi. Kuitenkin on reittejä, joilta koneita ei saada yöksi omaan huoltopaikkaan. Siksi onkin hyvä olla huoltoyhteistyökumppaneita tai asemamekaanikkoja muilla yöpymispaikoilla. Koneiden lukumäärä aiheuttaa sen, että viikonlopuiksi kerääntyy paljon työtunteja. Lisäksi kun viikonlopuksi tulee monta konetta työlle niin koneiden siirtely vie oman aikansa. Viikolla yöksi on hyvä suunnitella töitä vain yhdelle koneelle ja ulko- tai sisäpesu toiselle koneelle. Laivasto on jo niin suuri ja kokemus konetyypistä sanoo, että normaalisti yksi tai useampi kone on vika korjauksessa yöllä. Kokemuksen mukaan kosteina ja kylminä vuoden aikoina koneet vikaantuvat herkemmin. Esimerkki tapauksessa maksimissaan kolme konetta saadaan halliin yöllä. Talviaikaan kokemus on osoittanut, että hallitilaa ei ole koskaan liikaa. Koneiden peseminen talviaikaan vaatii tietyn minimikuivumisajan, joka saattaa olla kuusi tuntia. Yökääntöjen ollessa viikolla lyhyitä, ulkopesut suunnitellaan viikonlopuiksi.

Huoltojaksojen tehokas hyväksikäyttö määräytyy myös siitä miten operaattori on päättänyt suunnitella suuremmat huollot ja kuinka suuri on laivasto. Myös huoltoaikojen eli slottien saanti vaikuttaa huoltosuunnitteluun erityisesti perushuolloissa. Huoltoaikojen saantiin vaikuttaa paljon konetyyppi ja tehdäänkö huollot itse vai ulkopuolisella palvelun tarjoajalla. Jos konetyypillä on useita pieniä operaattoreita, niin harvemmin kukaan huoltaa kaikkia huoltoja itse. Perushuoltoja tekeviä korjaamoita saattaa olla vain muutama, eikä huoltoja voi kilpailuttaa.

Taloudelliset rajoitteet on myös huomioitava. Yhtiöllä tulee olla tietty varallisuus, jotta operointiin saadaan luvat viranomaiselta. Lennoista saatavat tuotot ovat usein epätasaisesti jakautuneet. Sesonki aikojen tuottoja tuleekin säästää huonoimmille ajanjaksoille.

## 5 VIRANOMAISVAATIMUKSET JA YHTIÖN MANUAALIT

### 5.1 JAR OPS 1

Jokaisella JAA-jäsenvaltiossa toimivalla kaupallisella siviililentoyrityksellä tulee olla JAR OPS 1 - hyväksyntä. Tämä koskee operaattoreita, joiden koneiden MTOW (Maximum Take-Off Weight) on suurempi kuin 10 tonnia ja matkustajamäärä on suurempi kuin 20. Operaattorille myönnetään AOC (Air Operators Certificate), kun sillä on hyväksytyt vastuuhenkilöt, organisaatio ja huolto-ohjelmat. Kun kone on merkitty AOC:hen, tulee JAR-OPS 1 -menetelmiä noudattaa. JAR OPS -määräykset sisältävät vaatimukset operaattorille./1/

### 5.2 EASA Part M

Euroopan unionin yhteinen ilmailuviranomainen EASA on julkaissut tässä määräyskokoelmassa toimenpiteet, jotka on toteutettava lentokelpoisuuden säilymisen varmistamiseksi. Lisäksi se sisältää ehdot, jotka henkilöstön ja organisaation tulee täyttää. Se edellyttää, että hyväksytyllä organisaatiolla on toimintaa kuvaavat manuaalit, joista käy ilmi miten viranomaisvaatimukset on toteutettu. EASA Part M kuvaa miten jatkuva lentokelpoisuus säilytetään. Tämä määräyskokoelma korvaa aikaisemman JAR-OPS 1 Subpart M -määräykset. Enemmän EASA Part M -vaatimuksista on kerrottu luvussa 5.5./9/

### 5.3 EASA Part 145

EASA Part 145 -määräyskokoelma sisältää vaatimukset huolto-organisaatiolle. Tämä määräyskokoelma on korvannut aikaisemman JAR 145 -kokoelman. Hyväksytyt huolto-organisaation menetelmät tulee täyttää nämä vaatimukset. Nämä menetelmät on kuvattu huolto-organisaation käsikirjassa, jota on kuvattu kappaleessa 5.6./10/

### 5.4 Kansalliset viranomaismääräykset

Ilmailulaitos julkaisee Suomessa kansallisia viranomaismääräyksiä. Lentokonevalmistajan huolto-ohjelma voi viitata näihin määräyksiin. Nämä määräykset tulee huomioida yhtiön huolto-ohjelmaa laadittaessa./11/

### 5.5 CAME-huoltotoimien käsikirja/3/

CAME, Continuing Airworthiness Management Exposition on uusien EASA Part M AMC M.A. 704, Appendix V -määräyksen mukainen huoltotoimintakäsikirja. Se on korvannut aikaisemman MME-manuaalin (Maintenance Management Exposition), joka oli JAR OPS 1:n ja Temporary Guidance Leaflet 19:sta määrittelemä asiakirja.

Huoltotoimintakäsikirja sisältää yhtiön toimintaperiaatteet, joiden mukaan yhtiön ansiolentotoimilupa on hyväksytty. Huoltotoimenjohtaja vastaa siitä, että kaikki yhtiön menetelmät ovat huoltotoimintakäsikirjan mukaisia. Huoltotoimintakäsikirja sisältää johtohenkilöstön tehtävät ja vastualueet, organisaatiokartan, henkilömäärän ja koulutusohjelman.

EASA Part M -huoltomenetelmät ovat myös kuvattu huoltotoimintakäsikirjassa.  
Huoltomenetelmiin kuuluu

1. lentokoneen lokikirja ja yhtiökohtainen MEL (Minimum Equipment List)
2. huolto-ohjelmien kehityksen ja ylläpidon kuvaus
3. lentotuntien ja laskujen kontrolli sekä huoltotodisteiden käsittely ja säilytys
4. AD-huoltovaatimusten suoritus ja seuranta
5. huolto-ohjelman tehokkuuden analysointi

6. ei pakollisten muutostöiden suoritus
7. suurten muutostöiden suoritus
8. vikojen raportointi
9. engineering-toiminta
10. luotettavuusohjelma
11. ennen lentoa tehtävät tarkastukset
12. lentokoneen punnitus sekä massa- ja painopistelaskelmat
13. koelento menetelmät
14. poikkeavuudet yhtiön menetelmistä

Laatujärjestelmän kuvaus ja laadunseuranta suunnitelma sisältyvät myös huoltotoimintakäsikirjaan. Laadun seurantaan sisältyy myös johdon toiminnan sekä huolto-ohjelman tehokkuuden arviointia.

Käytettävien huoltoyritysten laaduntarkkailu ja huoltosopimusten noudattaminen huoltotoiminnassa kuuluu laatujärjestelmään. Laatuosaston henkilöstö ja koulutusvaatimukset on myös kuvattu huoltotoimintakäsikirjassa. Luotettavuusohjelma on myös määritelty EASA Part M -määräyskokoelmassa./9, M.A.302, M.A.712/

Huoltoyhteistyökumppanien valinta on myös kuvattu huoltotoimintakäsikirjassa. Huoltoyhteistyökumppaneita ovat esimerkiksi APU (Auxiliary Power Unit) ja moottori huoltoyritykset sekä perushuoltoja tekevät yritykset. Myös linjahuollossa käytetään ulkopuolisia huoltoyrityksiä. Huoltosopimusten seuranta ja töiden tilaus on kuvattu huoltotoimintakäsikirjassa.

#### 5.6 MOE-huolto-organisaatiokäsikirja/2/

MOE (Maintenance Organisation Exposition) huolto-organisaation käsikirja on ilmailuviranomaisen hyväksymä ja nimetyn Line (Base) Maintenance Managerin ylläpitämä ja hyväksymä.

MOE:ssa on kuvattu yhtiön johto ja vastualueet sekä organisaatio karta. Lista kelpuutetuista henkilöistä (esim. mekaanikot ja vastaanottotarkastajat) löytyy myös MOE:sta. Huoltopaikat, miestyötuntisuunnitelma ja organisaation sallitut työt ovat myös listattu MOE:ssa.

Huoltomenetelmät on laaja osa MOE:ta. Siinä on kuvaukset osien toimittajien hyväksymiselle ja osien vastaanotto ja varastointi menetelmille. Työkalujen vastaanotto, varastointi, kalibrointi sekä käyttö on määritelty myös MOE:ssa. Huoltotilojen puhtaus ja huoltokirjallisuuden ylläpito kuuluvat MOE:n huoltomenetelmiin. Huoltotodisteen antaminen lentokoneelle tai laitteelle on kuvattu MOE:ssa.

Lisäksi MOE:ssa on kuvattu seuraavat huoltomenetelmät:

1. perushuolloissa avoimeksi jääneiden vikojen korjaus
2. huoltotodisteiden siirto JAR OPS -organisaatiolle
3. vikojen raportointi paikalliselle viranomaiselle/operaattoreille/valmistajalle
4. viallisten lentokoneosien palautus varastoon
5. tietokonejärjestelmien päivitys
6. suunniteltujen töiden miestyötuntiarvioiden seuranta
7. huoltovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
8. vuoronvaihtoraportti
9. huoltokirjallisuudessa havaittujen virheiden ilmoitusmenettely lentokoneen lentokelpoisuustodistuksen haltijalle
10. tuotannonsuunnittelu prosessi
11. linjahuoltomenetelmät liittyen huoltoon, tankkaukseen, jäänpoistoon ja hinaukseen
12. vikojen seuranta ja toistuvien vikojen havaitseminen
13. pooli- ja lainaosien hallinnointi
14. irrotettujen viallisten osien palautusmenettely
15. kriittisten huoltovaatimusten seuranta.
16. huoltovaatimus, joka sisältää useamman kuin yhden järjestelmän sekä ihmisen toimintarajoitukset

Laatujärjestelmän menetelmiin MOE:ssa sisältyy:

1. laatu-auditointi organisaatioon ja lentokoneeseen
2. henkilöstön kelpuutukset ja koulutus
3. erikoistöiden hyväksymismenettelyt

Erikoistöitä ovat: hinaus, ulkopesun valvonta, jäänpoisto, koekäyttö, boroskooppaus, varaston henkilöstö ja vastaanottotarkastus, punnitustodistus, EASA Form 1 / JAA Form One kirjoitus, rullaus, valmistajan ja muiden ulkopuolisten huoltoryhmien valvonta, Human Factors -koulutus sekä JAR OPS -operaattoreille tehtävät ulkopuoliset työt.

#### 5.7 CPM-yhtiön menetelmät käsikirja/4/

CPM (Company Procedure Maintenance) Yhtiön sisäiset menettelyt on kuvattu tässä käsikirjassa. CAME:ssa ja MOE:ssa olevien periaatteiden toteuttamismenetelmät on kuvattu CPM:ssä. Huoltotoimenjohtaja julkaisee ja hyväksyy päivittäisten rutiinin hoitoon tarkoitettuja ohjeita CPM:ään. Jokaisella osastolla on oma lukunsa CPM:ssä. Kunkin osaston päällikkö valvoo menetelmien riittävyyttä, tehokkuutta ja noudattamista, sekä valmistelee tarvittavat muutokset.

## 6 LINJA- JA PERUSHUOLTOSUUNNITTELU

### Linjahuoltosuunnittelu

Linjahuoltosuunnittelu (Line Maintenance) on usein erillään pitkäaikaisesta perushuoltosuunnittelusta. Pienissä lentoyhtiöissä usein sama henkilö pystyy hoitamaan sekä linja- että perushuoltosuunnittelun. Linjahuoltosuunnittelija joutuu usein muuttamaan huoltosuunnitelmaa lentokoneiden vikaantumisen, mekaanikkojen saatavuuden, ulkopuolisen toimittajan aikataulun ja sään johdosta. Linjahuoltojen seurannataan tulisi myös olla huoltovalvoja, joka tekee nopeimmin tarvittavat muutokset huoltosuunnitelmaan ja koneiden reititykseen. Huoltovalvoja työskentelee vuorotyössä ja vastaa huoltosuunnitelman toteutuksesta kolmen vuorokauden aikajaksolla yhteistyössä huoltosuunnittelijan ja liikennesuunnittelijan kanssa.

Linjahuollossa toistuvat usein samat ennakkohuoltotehtävät (scheduled maintenance) ja pesut. Lentokoneen huolto-ohjelmasta linjahuoltoon kuuluu tehtävät A-huoltotasoon saakka sekä lentoyhtiön huolto-ohjelman mukaiset erilliset huoltovaatimukset (separate tracking task), jotka on katsottu voitavaksi toteuttaa linjahuollossa. Tämän lisäksi linjahuoltoon kuuluu vikakorjaukset ja moottorin vaihdot. Viranomaisen myöntämissä huoltoluissa moottorin

varustelu on erikseen myönnetty kelpuus yhtiölle. Laatuosasto voi kelpuuttaa yhtiön suorittamaan helpohkoja perushuoltotehtäviä poikkeustapauksissa, jos se katsoo, että yhtiöllä on tarvittavat työkalut, tilat ja henkilöstö niiden suorittamiseksi.

Käytännössä suunnittelu lähtee liikkeelle työjonolistan (duelist) ajosta huoltovaatimustietokannasta kullekin kone yksilölle. Sen jälkeen on hyvä visualisoida huoltovaatimukset esimerkiksi Excel-aikajanelle. Tämä antaa hyvän kuvan koko laivaston työkuormasta ja auttaa suunnittelemaan työt tasaisesti. Tavoitteena on, että työkuorma ja käytettävissä oleva työvoima kohtaavat. Työkuorma piikkejä tulee välttää. Käytännössä kuitenkin työkuormapiikkejä on ja ne tuleekin sopia tuotanto-osaston kanssa hyvissä ajoin etukäteen huomioiden eri riskitekijät. Tuotanto-osaston kanssa on hyvä käydä läpi alustava suunnitelma esimerkiksi kuukaudeksi eteenpäin.

Samalla periaatteella voidaan toteuttaa perushuoltosuunnittelu. Työjonolista ajetaan vain pidemmälle ajalle ja siitä poimitaan perushuoltotyöt. Perushuoltosuunnittelulle on kätevää tehdä oma Excel-aikajana-visualisointi koko laivastolle. Kun perushuoltosuunnittelu on tehty ja huoltoajat sovittu toimittajien kanssa, voidaan tieto siirtää myös linjahuoltosuunnitelmaan.

Vikatöiden suunnittelu kuuluu olennaisena osana linjahuoltosuunnitteluun. Hyvä suunnittelu edellyttää yhteistyötä insinööri- ja tuotanto-osaston kanssa. Usein viat korjataan samalla hetkellä kun ne ovat havaittu. Tässä tapauksessa korjaavan toimenpiteen suorittaja etsii ja lukee itse työohjeet manuaalista. Mikäli mekaanikko tarvitsee lisää teknistä tietoa asiasta, hän ottaa usein yhteyttä suoraan insinööriosastoon. Suunnittelijaa tarvitaan vasta, kun vika siirretään korjattavaksi myöhempään ajankohtaan ja vikakorjaukseen tarvitaan enemmän aikaa. Vikojen siirtämisessä kelpuutettu henkilöstö arvioi vian lentokelpoisuuden. Lisäksi tulee huomioida koneen MEL eli Minimum Equipment List, joka rajoittaa koneen operointia eri vikatapauksissa. Usein suunnittelijan koulutus tai aika ei riitä vikojen ohjeistuksen tekemiseen. Jos vika on usein esiintyvä (esimerkiksi nokkapyörän täristys) ja siihen on tietty korjausproseduuri, niin siitä on hyvä tehdä työkortti. Työkortti voidaan suunnitella tarvittaessa vian määrittämiseksi. Usein tällaiset proseduurit löytyvät suoraan AMM:sta. (Aircraft Maintenance Manual). Lisäksi lentokoneen valmistaja on julkaissut usein erillisen vianetsintä manuaalin.

Mikäli vikaa ei saada korjattua määräajassa, niin jatkoaikaa tulee antaa määräysten mukaan.

Jatkoaikaa voidaan antaa useista eri syistä kuten osien ja työohjeiden puutteesta. Viat onkin hyvä käsitellä organisaatiossa tietyin väliajoin niiden statuksen arvioimiseksi ja tarvittavien toimenpiteiden aloittamiseksi ja valvomiseksi. Vikakorjausprosessi alkaa usein siitä, että vika havaitaan ja arvioidaan lentokelpoisuus. Seuraava askel on määrittää tarvittavat osat ja työkalut. Tämä tulisi tapahtua jo vian havaitsijan toimesta. Osien ja työkalujen hankinta tulee aloittaa heti. Suunnittelijan tehtäväksi jää ajan järjestäminen ja mahdollisesti tarvittavan erikoisosaamisen hankinta. Korjausohjeen määrittää tyyppikoulutuksen saanut insinööri valmistajan ohjeiden mukaan.

Suunnitteluosaston viikkopalaverissa on hyvä käsitellä seuraavat asiat:

1. koneiden ja varalaitteiden avoimet viat
2. varamoottorien ja laitteiden status
3. linjahuoltosuunnitelma
4. muutokset huolto-ohjelmassa
5. uudet AD–vaatimukset ja valmistajan huoltotiedotteet
6. muutostöiden status

#### Perushuoltosuunnittelu

Perushuoltoihin (Base and Heavy Maintenance) kuuluvat huolto-ohjelman isommat tarkastukset. Perushuoltosuunnittelu on hyvä tehdä moneksi vuodeksi eteenpäin. Suunnittelussa on huomioitava, jos mahdollista, myös se kuinka kauan koneella on tarkoitus lentää. Tällöin voidaan optimoida huoltojen lukumäärä koko operoinnin ajalta. Jos koneet ovat leasing-koneita, niin leasing-sopimuksen luovutusehdot on hyvä huomioida pitkäaikaisessa suunnittelussa. Leasing-sopimukset määrittelevät mitkä huoltotoimenpiteet tulee olla suoritettuina tai paljonko huoltajaksoa tulee olla jäljellä lentokoneen luovutuksessa.

Lentomääriä vuosiksi eteenpäin on vaikea määrittää tarkasti. Lentomäärien ennustuksessa käytetään apuna edellisten vuosien lentomääriä ja rajaa mikä on mielekästä operoida koneella vuorokaudessa.

Usein kuitenkin kuluvan vuoden lennot on budjetoitu liikennesuunnittelun toimesta.

Perushuoltojen suunnittelu on hyvä tehdä erillään linjahuollosta. Käteväksi tavaksi on

osoittautunut yksinkertainen taulukko, johon kerätään lentokoneen merkittävät huoltotoimenpiteet perushuoltojen kannalta. Laivaston huoltojen suunnittelua helpottaa kun laittaa kaikkien koneiden huollot samalle aikaviivastolle kuten kuvassa 12. (kuva 12, s.44) Tällöin voidaan optimoida koneen seisokkien lukumäärä yhdessä liikennesuunnittelun kanssa. Jos perushuollot teetetään ulkopuolisessa huoltoyrityksessä, niin seisokkien määrä pyritään saamaan minimiin. Useista seisokeista aiheutuu myös muita kuin huoltokustannuksia kuten siirtolentokustannukset. Jos huoltojakso on todella pitkä, eikä sen odoteta tulevan työlle uudelleen operoinnin aikana, niin se kannattaa teettää sopivimmassa perushuollossa eikä yrittää lentää huoltojaksoa loppuun. Valmis perushuoltosuunnitelma siirretään linjahuoltosuunnitelmaan, jossa voidaan suunnitella tarvittavat toimet ennen kuin kone lähetetään perushuoltoon.

Joidenkin koneiden huolto-ohjelmat antavat mahdollisuuden jakaa isompia huoltoja pienempiin. Tämä onkin mielekäästä, jos huoltotoimenpiteet ovat toimintatarkastuksia. Tämä antaa linjahuolto-organisaatiolle mahdollisuuden pienentää huoltokustannuksia tekemällä itse osan C-checkeistä eli perushuolloista. Kuitenkin on muistettava, että perushuoltojen tekemiseen on varattava riittävän paljon työvoimaa. Myös viranomainen vaatii järkeväen työtuntisuunnitelman olemassaoloa. Rakennetarkastusten jakaminen pienempiin osiin on linjahuolto-organisaatiolle jo riskimpää, koska löydöksen korjaukset vaativat enemmän aikaa, erityistyövoimaa ja materiaaleja. Yleensäkin huoltosuunnittelussa on hyvä arvioida töiden riskitekijöitä. Työt on pyrittävä suunnittelemaan siten, että mahdolliset löydökset voidaan korjata huoltoseisokin aikana. Tarkastuksiin liittyvät mahdolliset materiaaliarpeet on kartoitettava ja varattava sopiva määrä varaosia. Tässä joudutaan optimoimaan, jotta varaston arvo ei nouse liikaa, koska lentokoneosat ovat aina kalliita.

Perushuollot tehdään mahdollisuuksien mukaan aikana, jolloin ei ole kannattavaa lentää paljon. Yleensä kesän aikana tehdään paljon perushuoltoja jo siitäkin syystä, että lentoyhtiön työntekijöiden lomat on myös pidettävä. Tämä pätee usein pienissä yhtiöissä. Suuremmissa yhtiöissä perushuoltoja tehdään itse ja vuoden kaikkina aikoina.

Perushuoltoneuvottelut toimittajien kanssa on aloitettava riittävän ajoissa. Tällä varmistetaan materiaalien, huolto-ohjeiden sekä sopivimman huoltoajankohdan saaminen. Myös töiden

kilpailuttaminen edellyttää, että pitkäaikainen suunnittelu on tehty ajoissa. Usein tulossa olevat ja julkaisemattomat SB:t ja AD:t tulisi huomioida ajoissa, jotta niitä ei tarvitsisi suunnitella eri ajankohtaan.

Valmistautuminen perushuoltoihin alkaa usein palaverilla, jossa tulisi käsitellä seuraavat asiat:

1. huoltopakettien sisältö
2. aikataulu (slotit, lentäjät)
3. service bulletiinit ja muutostyöt
4. huolto-ohjelmaan kuulumattomat lisätyöt (maalaukset, sisustuksen ehostaminen, polttoainetankkien puhdistus)
5. koneen mukana menevät materiaalit
6. yhtiön edustajat eli repit huoltojen aikana
7. reppien toimenkuva (tekninen ja logistinen)
8. pooli-osiin tilaukset ja muut tavaran toimitukset operaattorilta
9. huollon vastaanotto
10. huollon tekijän toivomukset (esim. tarjouspyyntöneuvottelujen aikana tehdyn vierailun perusteella)
11. kokouksen anti huollon tekijälle

## 7 ERIKOISTÖIDEN SUUNNITTELU JA MUUTOSTYÖT

### Erikoistöiden suunnittelu

Erikoistöiden suunnittelussa tarvitaan monien osapuolien yhteistyötä. Linjahuolto-organisaatiossa erikoistyöt suorittaa usein ulkopuolinen toimittaja. Tyypillisiä ulkopuolisia toimittajia ovat NDT-yhtiöt (Non Destructive Testig), moottorin ja laskutelineiden huoltoyritykset sekä hitsauskelpuutetut yritykset. Vaativat komposiittikorjaukset kuuluvat myös erikoistöihin. Linjahuollon erikoistyöt pyritään mahdollisuuksien mukaan suorittamaan perushuoltojen yhteydessä. Vikojen siirtämiseen perushuoltoihin vaaditaan usein lentokoneen tai moottorin valmistajan lupa. (statement) Ulkopuolinen toimittaja suorittaa työn omalla työmääräyksellä ja huoltoluvalla. Operaattori on velvollinen toimittamaan huolto-ohjeistuksen, jos se poikkeaa valmistajan ohjeista. Yleensä se on hyväksytty korjausohje valmistajalta tai

lentoyhtiön oma huoltovaatimus. Erikoistyöt tulee tilata ulkopuoliselta toimittajalta. Ulkopuolisen toimittajan työmääräys tulee arkistoida. Vauriokorjaukset suoritetaan aina valmistajan ja viranomaisen kanssa yhteistyössä.

Lentokoneisiin tehdään monestakin syystä erilaisia muutostöitä. Viranomaisen vaatimat pakolliset muutostyöt ja tarkastukset julkaistaan ns. AD:na. (Airworthiness Directive). Ne ovat usein lentoturvallisuutta parantavia vaatimuksia. Ne suoritetaan suoraan AD:n ohjeen mukaan tai useimmin lentokoneen valmistaja on julkaissut AD:sta pakollisen Service Bulletinin. Koneen suorituskyvyn, käytettävyyden ja kestävyuden parantamiseksi julkaistaan suositeltavia (recommended) bulleeteineja. Pienemmät muutostyöt lentoyhtiö voi suunnitella ja toteuttaa itse. Yhtiö julkaisee muutostyöstä esimerkiksi Engineering Orderin, jonka mukaan työ suoritetaan. Suuremmat muutostyöt hyväksytetään ilmailuviranomaisella. Lentoyhtiö on velvollinen pitämään kirjaa koneeseen tehdyistä muutostöistä. Tätä tarvitaan usein luettaessa koneen huolto-ohjeita. Eri modifikaatiostatuksessa oleville koneille on luonnollisesti omat ohjeet. Lentokoneen huoltokirjallisuus onkin räätälöity lentoyhtiökohtaisesti eli ns. customoitu. Kirjat ovat vain tietyille koneyksilöille.

### Muutostyöt

Lentoyhtiö voi myös suunnitella itse korjauksia ja muutostöitä. Tätä varten se tarvitsee erillisen suunnitteluorganisaatiohyväksynnän. (DOE=Design Organisation Approval) EASA Part 21 - määräykset koskevat suunnitteluorganisaatioita. Mikäli yhtiöllä ei ole suunnitteluorganisaatiohyväksyntää, niin lentoyhtiö voi hakea valmistajan ja viranomaisen hyväksyntää suunnitelmalleen. Suurissa muutostöissä tulevat myös usein kaupalliset tekijät mukaan hyväksyntäprosessiin. Hyväksyntä haetaan lentokoneen tyyppitodistuksen ylläpitävän maan viranomaiselta. Valmistaja haluaa tietysti hyväksynnästä maksun. Laitteisiin kohdistuvat muutostöiden hyväksyntä haetaan laitevalmistajalta sekä lentokoneen valmistajalta. Linjahuoltoorganisaatio (tai operaattori) teettää usein muutostyöt ulkopuolisella toimittajalla, jolla on tarvittavat hyväksynät toimiluvassaan.

## 8 VARAOSIEN HANKINTA JA LAITESUUNNITTELU

### Varaosien hankinta

Huoltoihin tarvittavat varaosat ja työkalut on määritelty valmistajan julkaisuissa. Suunnittelijan työn helpottamiseksi tarvittavat työkalut ja materiaalit on listattu tehtäväkohtaisesti yleensä tietokoneelle. Tietokonejärjestelmällä valvotaan varastossa olevien työkalujen kalibrointitarvetta ja varastossa olevien osien varastoikää. Tietokonejärjestelmää apuna käyttäen suunnittelija varaa työkalut ja osat työlle. Varastossa valvotaan, että osat ja työkalut ovat käyttökelpoisia. EASA Part 145.A.42 -määräyksen mukaan käyttökelpoisilla komponenteilla on EASA Form 1 -lentokelpoisuustodistus. Yhtiön oma Serviceable Tag -todistus on merkinä siitä, että vastaanottotarkastus on tehty. Kulutustavaroilla ja Standard Parts -osilla riittää COC -todistus. (COC=Certificate of Conformity) Lentokoneen Standard Parts -osat on lueteltu IPC:ssa.

### Laitesuunnittelu

Huolto-organisaatio saa tehdä sen huoltoluvassa mainittuja tehtäviä. Pienellä linjahuolto-organisaatiolla on yleensä aluksi vain lupa huoltaa lentokoneita eli huoltotodiste voidaan antaa lentokonetyölle. Laitteet lähetetään laitevalmistajalle tai ulkopuoliselle laitekorjaamolle huollettavaksi. Moottorien valmistelu asennusta varten on myös erikseen haettava huoltolupaan. Kun lentoyhtiö haluaa huoltaa laitteita itse, tulee sen hakea kelpuutukset yhtiön huoltolupaan. Monilla yhtiöillä löytyy heidän huoltamat laitteet internetistä, jossa on julkaistu yhtiön kelpoisuusluettelo eli ”cabability list”.

Laitesuunnittelussa tulee huomioida tilattavien laitteiden toimitusajat riittävän ajoissa. Laitteet ovat usein ns. sopimuslaitteita, esimerkiksi PEP-laitteet. (Parts Exchange Program) Valmistajilla on tällaisia pooleja, joissa on mukana useampi lentoyhtiö. Laitteista maksetaan tietty määrä vaihtoa kohden. Hinta vaihtelee laitevaihtojen lukumäärän ja poolissa olevien laitteiden lukumäärän mukaan. Myös itse laitteen hinta vaikuttaa vaihtohintaan. Operaattorilla on haluamansa varalaitteet varastossa ja osa laitteista tilataan poolista vaihtoa varten. Usein sopimuksissa on määritelty myös määräaika, jolloin vaihtolaite on palautettava. Mikäli laitetta ei palauteta määräaikaan mennessä, niin siitä joutuu maksamaan ylimääräistä.

Mikäli poolissa olevaan laitteeseen (esim. laskuteline) tarvitsee tilata korjaus, se tilataan poolin kautta ja päätöksen korjauksesta tai vaihdosta tekee pooli. Laittevaihtosuunnitelma on hyvä tehdä ajoissa, ettei ajauduta tilanteeseen, jossa koneessa olevat kymmenen laitetta menee vaihtoon koko laivastossa samaan aikaan. Jos laivasto on otettu käyttöön lyhyen ajan sisällä, niin huollot ja erityisesti laitehuollot kasaantuvat helposti ellei niitä aleta suunnittelemaan riittävän ajoissa. Järkevä varalaitteiden lukumäärä määräytyy laivaston koon, vikaantumisajan ja määräaikaishuoltojakson perusteella. Mikäli poolisopimus sallii, niin joitakin laitehuoltoja on kannattavaa tilata perushuoltojen yhteyteen. Tämä edellyttää, että perushuoltoja tekevällä yrityksellä on ko. laitteeseen huoltoluvat. Esimerkkinä mainittakoon ilmastointilaitteen lämmönvaihtimien puhdistus.

**Taulukko 4** Laitetyöjonolista

361100RAI100001 RAI-Bleed Air PreCooler (14.11.2005)									
P/N	S/N	Un	TAA date	Next due	ND date	ND A/C	Avail	Acreg	WO
8496C000	2053	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02H	
8496C000	2054	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02H	
8496C000	2057	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02H	
8496C000	2059	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02H	
8496C000	2070	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02I	
8496C000	2072	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02I	
8496C000	2074	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02I	
8496C000	2076	CY		9000.00	1.5.2006	9000	IN	OH-02I	
8496C000	2077	CY		9000.00	29.6.2006	9000	IN	OH-02K	
8496C000	2093	CY		9000.00	29.6.2006	9000	IN	OH-02K	
8496C000	2094	CY		9000.00	29.6.2006	9000	IN	OH-02K	
8496C000	2096	CY		9000.00	29.6.2006	9000	IN	OH-02K	
8496C000	2089	CY		9000.00	26.8.2006	9000	IN	OH-02L	
8496C000	2091	CY		9000.00	26.8.2006	9000	IN	OH-02L	
8496C000	2092	CY		9000.00	26.8.2006	9000	IN	OH-02L	
8496C000	2098	CY		9000.00	26.8.2006	9000	IN	OH-02L	
8496C000	2078	CY		9000.00	21.9.2007	9000	IN	OH-02N	
8496C000	2079	CY		9000.00	21.9.2007	9000	IN	OH-02N	
8496C000	2080	CY		9000.00	21.9.2007	9000	IN	OH-02N	
8496C000	2084	CY		9000.00	21.9.2007	9000	IN	OH-02N	
8496C000	2073	CY		9000.00	22.9.2007	9000	IN	OH-02M	
8496C000	2075	CY		9000.00	22.9.2007	9000	IN	OH-02M	
8496C000	2082	CY		9000.00	22.9.2007	9000	IN	OH-02M	
8496C000	2083	CY		9000.00	22.9.2007	9000	IN	OH-02M	
8496C000	2090	CY		9000.00	31.10.2007	9000	IN	OH-02O	
8496C000	2101	CY		9000.00	31.10.2007	9000	IN	OH-02O	
8496C000	2103	CY		9000.00	31.10.2007	9000	IN	OH-02O	
8496C000	2104	CY		9000.00	31.10.2007	9000	IN	OH-02O	
8496C000	2026	CY		9000.00	8.12.2007	9000	IN	OH-02P	
8496C000	2102	CY		9000.00	8.12.2007	9000	IN	OH-02P	
8496C000	2105	CY		9000.00	8.12.2007	9000	IN	OH-02P	
8496C000	2106	CY		9000.00	8.12.2007	9000	IN	OH-02P	
8496C000	2085	CY	15.7.2005	15997.00	23.5.2009	15997	IN	OH-02J	
8496C000	2086	CY	15.7.2005	15997.00	23.5.2009	15997	IN	OH-02J	
8496C000	2087	CY	15.7.2005	15997.00	23.5.2009	15997	IN	OH-02J	
8496C000	2088	CY	15.7.2005	15997.00	23.5.2009	15997	IN	OH-02J	

Käytännössä laitesuunnittelu voi sisältää seuraavat vaiheet:

1. tulostetaan Amicos-järjestelmästä laitetyöjonolista
2. haetaan suunniteltavat laitteet työjonolistalta
3. muodostetaan laitetyöjonolistat Amicos-järjestelmästä, kuten taulukossa 4 (s.26)
4. tehdään tarvittavat työmääräykset ja materiaalivaraukset Amicos-järjestelmään
5. lisätään laitevaihdot MasterPlan-suunnitelmaan
6. seurataan laitevaihtojen edistymistä

## 9 HUOLTOTÖIDEN DOKUMENTOINTI JA KIRJALLISUUS

Huolto-ohjeet ovat usein valmistajan alkuperäisohjeita. Kuitenkin ne on räätälöitävä aina selkeään tulostusmuotoon käytettävälle tietokonejärjestelmälle. Yhtiön omilta työkorteilta voidaan käyttää referenssejä valmistajan ohjeisiin tai sitten siirtää tieto valmistajan työkorteilta suoraan tietokoneelle eli scannata valmistajan kortti suoraan liitteeksi yhtiön työmääräykseen. Valmistajan julkaisuja ovat:

1. AMM, Aircraft Maintenance Manual
2. IPC, Illustrated Parts Catalog
3. WM, Wiring Manual
4. SB, Service Bulletin
5. SL, Service Letter
6. EMM, Engine Maintenance Manual
7. CMM, Component Maintenance Manual
8. SRM, Structural Repair Manual

Yhtiön huolto-ohjeissa tulee olla riittävä määrä kuittauskohtia työn suorituksen varmentamiseksi. Lentokonevalmistajan ohjeet päivitetään noin kaksi kertaa vuodessa. Tästä seuraa suuri työmäärä yhtiön omien ohjeiden päivittämiseksi ja siksi onkin suositeltavaa käyttää vain referenssejä alkuperäiseen ohjeistukseen. Viranomaiselle on myös helpompi tosittaa alkuperäiset valmistajan työohjeet.

Jokaisesta suoritetusta työstä ja viasta huolto-organisaation tulee antaa huoltotodiste.

Huoltotodiste sisältää:

1. käytetyn ohjeistuksen tai viitteen ohjeistukseen ja sen revisioasteen
2. käytetyt materiaalit jäljitettävyystietoineen
3. vikatyössä kuvauksen viasta ja korjaavat toimenpiteet
4. vakuutuksen siitä, että huolto on tehty ilmailumääräysten mukaan

Myös avoimet viat vaativat huoltotodisteen, jotta lentokoneella voidaan lentää. Esimerkkinä huoltotodisteen etusivusta on kuvassa 2. Huoltotodiste eli CRS-sivu (CRS = Certificate of Release to Service) sisältää /9, M.A.801/:

1. käytetyn kirjallisuuden
2. huolto-ohjelman revisioasteen
3. kuittausajankohdan lentotunti ja laskujen määrän
4. kunkin erillisen työmääräyksen tehtävien lukumäärän
5. koonnin avatusta ja suljetuista vioista
6. siirrettyjen vikojen ja töiden luettelo

Samalle sivulla suoritetaan myös operaattorin hyväksyntä eli koneen luovutus EASA 145-korjaamolta JAR OPS -operaattorille. Tällä sivulla koneelle annetaan huoltotodiste jokaisella hallissa käynnillä. Yläosassa on määritelty kone, suunnittelu ajankohta, huolto-ohjelma ja käytetty manuaalien revisioaste. Tämän alapuolella on määritelty tehtävät työt. Huollon edistyessä CRS-sivua täytetään avattujen ja siirrettyjen vikojen sekä tekemättömien töiden osalta. CRS-sivun yläosaan merkitään kunkin työmääräyksen tehtävien lukumäärä, työn kuittaus aika, paikka ja koneen lentotunnit sekä laskut. Itse työt kuitataan kunkin työmääräyksen omalle riville. Tämä on EASA 145 -korjaamon kuittaus. JAR OPS -operaattori hyväksyy koneen käyttöönsä CRS-sivun alaosassa.

CERTIFICATE OF RELEASE TO SERVICE							OH-02H	
PLANNED DATE							Avro RJ MSN XXXX	
31OCT2005 / REV0		MAINTENANCE PROGRAMME REF		AMM REVISION		TIME	DD/MMM/YYYY	STATION
		MP-RJ REV 1 AMENDMENT 1		NR 78 01APR2005				FH
								CY
CHECKS AND MODIFICATIONS								
WORK ORDER			DESCRIPTION	MH	PRIORITY	CRS SIGNATURE	AUTH NO	
TYPE	NR	ITEMS						
WO02H	1500		A4-CHECK	80:00	2			
WO02H	1501		WEEKLY CHECK	06:00	2			
OUT OF PHASE ITEMS AND PLANNED DEFECTS								
WORK ORDER			DESCRIPTION	MH	PRIORITY	CRS SIGNATURE	AUTH NO	
TYPE	NR	ITEMS						
WO02H	1500		RAI STARTER	02:00	2			
Tech Log	310000		BLEED VLV FAULT					
TOTAL				88:00	MH			
DEFECTS OPENED AND CLOSED				DEFERRED DEFECTS				
Tech Log / Complaint	FOUND BY W/O			Tech Log / Complaint	FOUND BY W/O			
	TYPE	NR	ITEM		TYPE	NR	ITEM	
Tech Log 310001	WO02H	1500	1	Tech Log 310003	WO02H	1500	1	
Tech Log 310002	WO02H	1501	4	Compl 4243	WO02H	1501	4	
Compl 4242	WO02H	1501	4					
TASKS NOT PERFORMED								
WORK ORDER						TASK DESCRIPTION		
TYPE	NR	ITEM(S)						
<b>APPROVAL TYPE: PART-145 APPROVAL #: FI.145</b> Certifies that the work specified except as otherwise specified was carried out in accordance with PART-145 and in respect to that work the aircraft/aircraft component is considered ready for release to service.								
OPERATOR'S ACCEPTANCE								
Deferred defects and tasks and their due times are accepted by Company X								
Time (UTC)			DD/MM/YYYY			Name and Signature		

Suunnitteluosasto käy läpi huoltotodisteet ja päivittää ne tietojärjestelmään. Tietojärjestelmästä saadaan sitten tarvittaessa esimerkiksi katsastukseen lentokoneen huoltostatus. Tietojärjestelmän päivytyksen jälkeen huoltotodisteet arkistoidaan paloturvalliseen paikkaan. EASA 145 - korjaamot säilyttävät huoltotodistekopioita kaksi vuotta /10, 145.A.55/. Kaikki kopiot huoltotodisteista seuraavat koneen mukana seuraavalle operaattorille /10, 145.A.55/. Arkistoinnissa kannattaa eritellä AD-huoltovaatimukset, koska niistä yleensä kysytään esimerkiksi katsastuksessa ja koneen luovutuksen yhteydessä alkuperäinen paperi eli ns. ”dirty fingerprints”, johon työ on kuitattu. Arkistointi kannattaa tehdä konekohtaisesti, koska luovutetut koneet voivat mennä eri operaattoreille.

Koneen luovutuksen yhteydessä tehdään luovutuspaperit, jotka sisältävät usein seuraavat osiot:

1. lentotunti ja laskeutumismäärä historian
2. huoltovaatimus statuksen lentokoneelle
3. huoltovaatimus statuksen laitteille sekä laitekortit (esim. laskutelineet ja potkurit)
4. huoltotodisteet rajoitetun eliniän laitteille (Life Limited Components)
5. erilliset kopiot AD-huoltotodisteista
7. huoltotodisteet viimeisimmästä perushuollosta
8. Export Certificate of Airworthiness eli lentokelpoisuustodistus vientiä varten
9. viralliset paperit (lentokelpoisuustodistus, rekisteröimistodistus, punnituspöytäkirja, melutodistus, vakuutustodistus)
10. vauriokartta sekä huoltotodisteet vaurioille ja lommoille (statement)

Jokaisesta koneesta pidetään yllä vauriokarttaa. Tähän on koottu kaikki koneeseen tehdyt vauriokorjaukset. Vaurioista on kuvat, hyväksytyt korjausohjeet ja kopiot huoltotodisteista. Vauriot on numeroitu ja ne on merkitty koneeseen pienillä numerotarroilla, jotta uudet lommot on tunnistettavissa. Korjausohjeet on SRM:n (Structural Repair Manual) mukaisia. Jos SRM:ssa ei ole korjausohjeita niin silloin vauriot korjataan erikseen valmistajalta pyydettävän ohjeen (statement) mukaan. Kun vauriokarttaa on ylläpidetty koko operoinnin ajan, on kone helppo luovuttaa seuraavalle operaattorille ja välttyään vaurioiden uudelleen tarkastelulta.

JAR-määräykset sisältävät myös dokumentoinnin vaatimuksia sisällöstä ja niiden säilyttämisestä. JAR-määräykset korvautuvat EASA-määräyksillä vuodesta 2005 alkaen.

## 10 ULKOPUOLISTEN TÖIDEN TILAUS, VASTAANOTTO JA TIETOJÄRJESTELMIEN PÄIVITYS

Operaattorin tulee varmistua, että kaikki sen tilaamat työt ovat suoritettu. Tätä varten sen tulee valvoa huoltoja ja luovuttaa koneita koskevia tietoja huolto-organisaatiolle. Kun kone on vastaanotettu huollosta, tulee kaikki huollossa suoritettut toimenpiteet kirjata huoltoaikavalvontaan. Samalla tulee varmistua, että on käytetty määräysten mukaisia materiaaleja ja menetelmä. Huolto-organisaatio suunnittelee myös itse huollot, mutta operaattorin tulee valvoa, että menetelmät ovat riittävät. Tämä onkin kova vaatimus pienelle operaattoriorganisaatiolle. On kuitenkin muistettava, että myös korjaamo-organisaatio on vastuussa tekemästään työstä. Ennen huollon alkua yhtiön on hyvä pyytää karkea suunnitelma huolto-organisaatiolta. Tästä on esimerkkinä Saab2000 Heavy Check -suunnitelma kuvassa 3. (s. 32) Suunnitelmasta nähdään miten huolto edistyy päivä päivältä. Suunnitelman olemassaolo helpottaa myös itse huollon seuranta. Lisäksi huollon aikana pidetään päivittäin palaverieja, joissa seurataan huollon edistymistä, osien toimitusaikoja ja tarvittavia erikoistyöhjeita kuten valmistajan statementteja.

Itse työn tilauksessa on hyvä olla viitteet yhtiön omiin työmääräyksiin. Tekevä huolto-organisaatio saa tällöin projektinumeroksi suoran viitteen yhtiön työmääräykseen ja tietojärjestelmien päivitys on helpompaa sekä jäljitettävyys parempi. Kuvissa 4 ja 5 on esimerkki perushuoltotilauksesta.

Huollon vastaanotto on yleensä muutaman päivän kestävä. Jo huollon aikana on paikalla yhtiön edustaja valvomassa ja päättämässä mitä koneelle tehdään. Lisäksi osien hankinta ja kertyvien työtuntien hyväksyntä kuuluu huoltovalvojan työhön. Vastaanotossa varmistetaan, että tilatut työt on tehty ja mahdolliset avoimet viat tulee lentokoneen lokikirjoihin. Huoltodokumentointi tarkastetaan jo vastaanotto vaiheessa. Usein dokumentaatiota on paljon, jolloin alkuperäiset paperit toimitetaan jälkeinpäin. Huollon jälkeen tietojärjestelmät tulee päivittää mahdollisimman pian ainakin niiden huoltovaatimusten kohdalta, jotka sisältävät toistuvia tarkastuksia pienellä jaksolla. EASA PartM.A.305 -määräyksen mukaan huollot tulee olla viimeistään 30 vuorokauden kuluttua päivitetty tietojärjestelmään. Vastaanotossa pitää myös huomioida onko koneen painopiste muuttunut muutostöiden johdosta. Myös vaikutukset manuaaleihin tulee huomioida. Lentohenkilöstölle tulee ilmoittaa muutostöistä ennen siirtolentoa tai mielellään jo aikaisemmin, jotta he voivat valmistautua muutoksiin

SAAB 2000 OH-XXX HEAVY CHECK				Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day	Day
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Aircraft Hours	Duration	Begin	End																									
Aircraft Cycles	27 Days																											
Run up, Leak Checks, Flight Control Tests Defueling, Toilet Servicing, Fuel Low Level Positioning Loose equipment check Incoming Cabin Inspection	8 Hours																											
Landing Gear Cleaning / Rear Spar	1,6 Days																											
Fuel Drain, Electrical Incoming Checks, Flight Control Incoming Checks	1,6 Days																											
Interior Disassembly including Cargo Bays and Rear Galleys	1,6 Days																											
Access Gaining (Including Torque Check of Bolts)	3 Days																											
Complete Access Gaining (Including Flight Control and X Removal)	5 Days																											
Cabin Cleaning	2 Days																											
Cabin Inspections	8 Days																											
Flight Control Inspections	8 Days																											
Engine Inspections (Including Landing Gear)	8 Days																											
Service Bulletins IERA	8 Days																											
Service Bulletins Mech/Stru (Wing Spar etc)	12 Days																											
General Cleaning (Loose Panels etc)	4 Days																											
Cabin Rectification (Including Interior Shop Rework)	12 Days																											
Flight Control Rectification	12 Days																											
Engine / Gear Rectification	12 Days																											
Structure Rectification	12 Days																											
Cabin Installation	4 Days																											
Flight Control Installation	4 Days																											
Engine Installations including Props	3 Days																											
Functional Testing	3 Days																											
Outgoing Checks	1 Day																											
Engine Run, Compass Swing	1 Day																											
Test Flight, Rectification	1 Day																											

Kuva 3 Saab2000 Heavy Check –suunnitelma

XXXXX	Work order 0117/04 R04	
AIRCRAFT		
Registration	Type	MSN
OH-01S	Saab2000	XXX
Maintenance Programme	MP-S20 Rev. 3.	
TERMS		
Place of work	Starting date	Date of completion
Base	02 May 2004	12 June 2004
Supplier	Company X	
SCHEDULED MAINTENANCE CHECKS		
Task reference	Description	Due time (nominal)
Weekly-check list Summer Issue Rev. 2	Weekly -check	
WO01S 561 and WO01S 560	6000FH and 9000FH -check	
WO01S 500	4000FH -check	
WO01S 562 and WO01S 563	8Y/8Y and 8Y/4Y -check	
WO01S 564 and WO01S 565	4Y/4Y and 4Y/2Y -check	
WO01S 566	20000CY -check	
WO01S 567, WO01S 568 and WO01S569	8/5YCCP, 6/3YCCP and 2YCCP - Treatment	
INDIVIDUAL TASKS		
Task reference	Description	Due time
WO01S 439	SB53-028 PPG Window Provision	{SB Kit From XXXXX}
WO01S 574	SB54-027 Shear Angle Pressure Pads	
WO01S 573	SB54-029 Drag Angle Repair & Pressure Pads	
WO01S 527	SB57-038 Wing Cold Expansion	
OTHER WORK		
No	Reference	Description
Approved: _____ Date _____		

**Kuva 4** Perushuoltotilaus /3, Appendix 5.1.5/

XXXXX		Work order 0118/04 R04
AIRCRAFT		
Registration	Type	MSN
OH-01S	Saab2000	XXX
Maintenance Programme	MP-S20 Rev. 3.	
TERMS		
Place of work	Starting date	Date of completion
Base	02 May 2004	12 June 2004
Supplier	Company X	
SCHEDULED MAINTENANCE CHECKS		
Task reference	Description	Due time (nominal)
INDIVIDUAL TASKS		
Task reference	Description	Due time
WO01S 557	Pitot static test	
WO01S 571	Intake inspection and Welding & interior	710002KF, 250005KF, 250006KF
WO01S 559	MRB 262202, 262402 and 284101	
340002KF	FMS database update	
WO01S 529 and 530	SB34-063 and SB34-064 EGPWS Provision and Activating	
WO01S 528	SB25-093 ELT modification	
JC 273202	Replace relays 61CC and 62CC	
2900000LX	Hydraulic sample	
36-11-30LX	DVI of X-valve	
340000LX	Compass swing	
OTHER WORK		
No	Reference	Description
1	Tech. Eq. List Rev. 06	Loose equipment inventory before and after the maintenance
2		Cabin carpet replace (supplied by Customer)
3	080001KF	Weighing of the A/C i.a.w. AMM
4		Test flight preparation
5	AMM72-63-10-000-801 AMM72-63-10-400-801	LH PUAD Removal / Installation
Approved: _____ Date _____		

## 11 SUUNNITTELUKYÖKALUT

Suunnittelutyökalut on kuvattu tässä työssä vain siltä osin, kun se on tarpeellista suunnitteluprosessin ymmärtämiseksi.

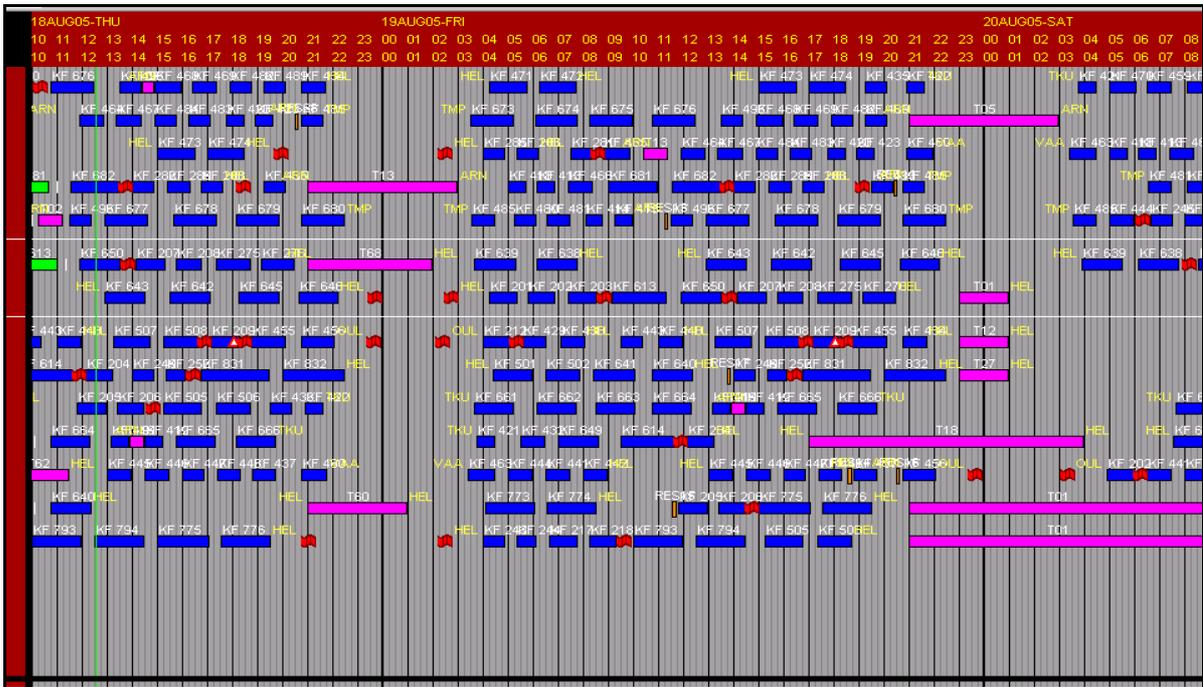
### 11.1 MasterPlan-suunnitelma

Suunnitteluosaston tulee saada kunkin huoltoseisokin työpaketit helposti luettavaan muotoon tuotanto-osastolle. Työpaketti voi sisältää pakollisia töitä tai myös vapaaehtoisia töitä, jos aikaa jää vikakorjauksilta. Amicos-työjonolistassa jokaisesta huoltovaatimuksesta on oma ”Task”, jonka numero on suoraan valmistajan huolto-ohjelmasta. Myös avoimet viat tulostuvat työjonolistalle. RM-järjestelmästä (kuva 1, s.13) suunnittelija saa liikenneohjelman, joka on ennalta sovittu. Suuret muutokset tulee käsitellä erikseen huoltosuunnittelu- ja liikennesuunnitteluosastojen kesken. Kun suunnittelija tietää huoltoajankohdat ja huoltovaatimukset, hän voi luoda päälinjat MasterPlan-suunnitteluviivastolle. Tässä vaiheessa suunnittelu etenee manuaalisesti, mutta myöhemmässä vaiheessa tietyt huoltotyöt voitaisiin hakea automaattisella haulla tietokannasta MasterPlan-viivastolle. MasterPlan-suunnitelman huonona puolena ovat sen työmäärä ja inhimilliset erehdykset. Kuitenkin manuaalinen tarkastus täytyy tehdä myös automaattisessa järjestelmässäkin. Usein suunnittelija kokee työn vähemmän stressaavaksi, kun hän on hakenut tulevat huoltotyöt MasterPlan-viivastolle manuaalisesti. Suunnittelijalle jää hyvä yleiskuva tulevasta työkuormasta ja muutoksien teko suunnitelmaan on nopeampaa ja vähemmän stressaavaa. Koneiden vikaantuessa suunnitelmaa joudutaan muuttamaan usein. Mitä pidemmälle ajassa mennään eteenpäin, sitä epätarkempi suunnitelma on ja sitä enemmän siihen tulee muutoksia. Yön aikana huoltovalvoja voi myös tulkita MasterPlan-suunnitelmaa ja tehdä tarvittavia päätöksiä. Yleensä MasterPlan-viivastolla käsitellään noin kuukauden aikajaksoa, jolla töitä pääsee optimoimaan esimerkiksi vuorolistan ja huoltoajankohtien suhteen. Optimointi on tärkeää, jotta suunnittelu olisi tehokasta ja koneilla mahdollisimman vähän huoltoseisokkeja. MasterPlan-suunnitelma on hyvä olla luettavissa yhtiön verkkoasemalla. Se tulisi suojata siten, että vain suunnittelijat pääsevät tekemään muutoksia. Tämä takaa myös osaltaan tiedon siirtymisen suunnittelijan kautta.



## 11.2 OPUS-järjestelmä

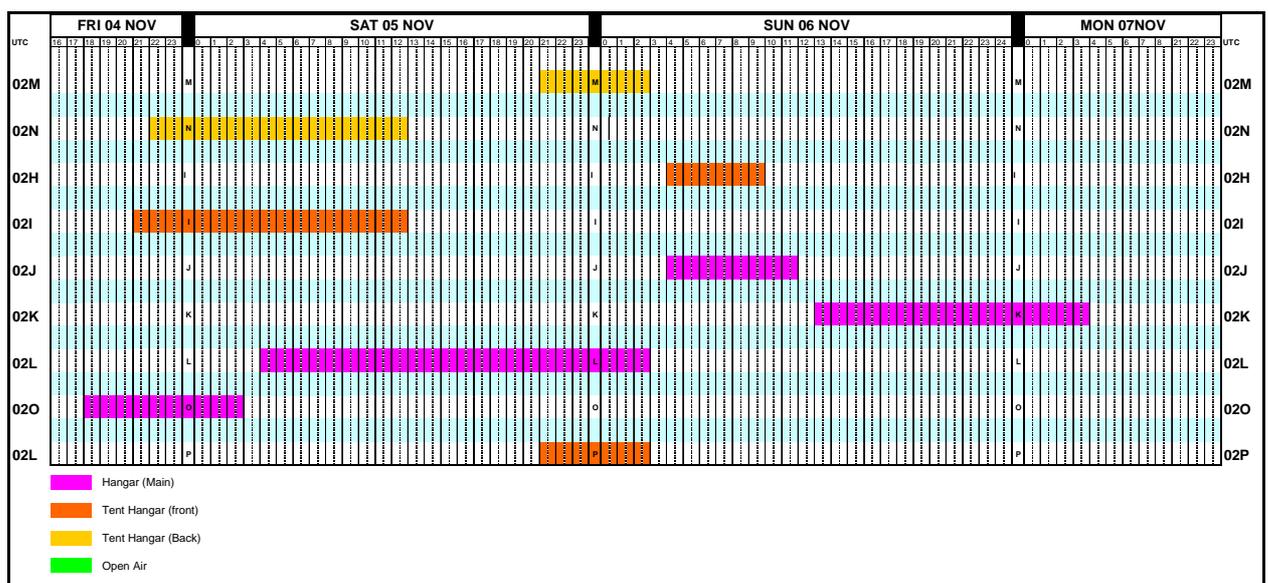
Kun koneille on määritetty huoltopäivät MasterPlan–suunnitteluviivastolle, niin sen mukaan huoltovalvoja voi kierrättää eri koneita huoltopaikoilla. Tämän huoltovalvoja tekee OPUS-järjestelmässä. OPUS-järjestelmä on laaja kokonaisuus, jossa näkyy myös useiden yhteistyölentoyhtiöiden lennot. Näytölle rajataan usein vain omat koneet. Huoltovalvoja merkitsee huollot järjestelmään omalla värillä. Esimerkki OPUS-näytöstä on kuvassa 7. Lentojen välissä tehtävät tarkastukset, joiden huoltajakso on pienempi kuin kolme päivää, huoltovalvoja suunnittelee OPUS-järjestelmään. OPUS-järjestelmää apuna käyttäen huomioidaan liikennetoimistossa myös matkustajien jatkoyhteydet ja miehistöjen kierrot. Operatiivinen päätöksen teko tapahtuu liikennetoimistossa, jossa huoltovalvoja on tekniikan edustajana. OPUS-järjestelmästä voidaan seurata myös lentojen eri vaiheita. Se ilmoittaa värikoodein milloin lentokone on lennolla, laskeutunut tai myöhässä. Lisäksi myöhästymissy käy ilmi järjestelmästä. Tästä on hyötyä sekä huoltovalvojalle että suunnittelijalle liikenteen seuraamisessa.



Kuva 7 OPUS-järjestelmäikkuna

### 11.3 PlannedWork-etulehti

MasterPlan-suunnittelu viivastolla määrättyjen huoltoajankohtien huoltotyöt määritetään Planned Work-etulehdellä. Se tehdään jokaiselle huoltoseisokille. PlannedWork-etulehdellä määritellään kunkin työn kiireellisyys numeroin yhdestä kolmeen. Ykkösellä merkityt työt tulisi tehdä, niiden deadline on ennen seuraavaa huoltoseisokkia. Mikäli nämä työt jäävät tekemättä, suunnitellaan ne uudelleen. Uudelleen suunnittelu saattaa vaikuttaa muiden koneiden suunnitteluun riippuen liikenneohjelmasta. Kakkosella merkityt työt ovat normaaleja töitä. Niiden deadline on ennen seuraavaa huoltoseisokkia, mutta ne voidaan uudelleen suunnitella niin, ettei se vaikuta muiden koneiden huoltoihin. Kolmosella merkityt työt ovat lisätöitä, jotka voidaan jättää tekemättä. Töiden priorisointi mahdollistaa tehokkaan huoltoseisokkijankäytön. Jos vikoja ei ole, niin saadaan tehtyä suunniteltuja töitä mahdollisimman paljon. Lisäksi Planned Work-etulehdelle voidaan kirjoittaa töiden kannalta tärkeää tietoa mekaniikoille. Etulehti on tärkeä kommunikaatioväline. PlannedWork-etulehden liitteeksi tehdään alustava hallisuunnitelma, jossa huomioidaan jokaisen hallipaikan erityispiirteet. Niitä voi olla esimerkiksi pesu mahdollisuus, koneen tunkkaus mahdollisuus ja nostolaitteiden sijainti moottorin vaihtoa varten. Jokaisen koneen Planned Work-etulehdet voidaan koota samaan tiedostoon, jossa voidaan helposti laskea kokonaismiestyötarve. Viikonlopulle voidaan koota erillinen hallisuunnitelma. Esimerkit PlannedWork-etulehdestä ja hallisuunnitelmasta ovat kuvissa 8 ja 9. Jos käytetään PlannedWork-etulehteä, jokaisen työmääräyksen tulee sisältää oma CRS.



Kuva 8 PlannedWork-hallisuunnitelma /4/



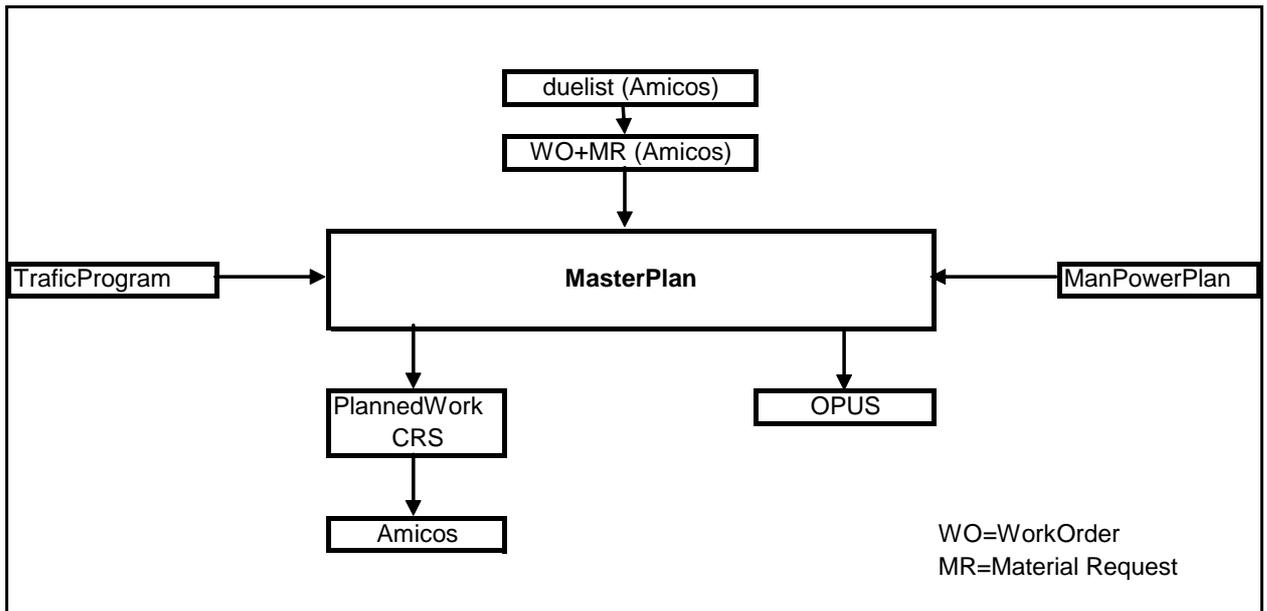


4. huolto- ja vikahistorian
5. työmääräykset
6. muutostyöt
7. materiaalihallinta
8. varaston hallinta
9. raportointi
10. suunnittelu.

Amicos-järjestelmässä suunnittelija luo jokaiselle työlle työmääräyksen ja tekee materiaalivarauksen tarvittaessa. Linja- ja perushuoltotehtävistä checkit on koottu Amicos-järjestelmässä omiin paketteihin työmääräyksiin poimintaa helpottamiseksi ja työjonolistan selkeyttämiseksi. Materiaalivaraus tulostetaan logistiikkaosastolle, joka kerää osat varastosta tai tilaa ne tarpeen mukaan. Kukin työmääräys suunnitellan PlannedWork-etulehdellä. Kun työmääräys on suoritettu, niin se kuitataan tehdyksi Amicos-järjestelmään ja arkistoidaan. Vikatöiden kirjaus Amicos-järjestelmään tarkastetaan myös suunnittelijan toimesta. Aikavalvottujen laitteiden suunnittelemattomat vaihdot aiheuttavat muutoksia työjonolistaan. Tästä aiheutuu myös päivitys tarvetta Amicos-järjestelmän suunnitelluissa työmääräyksissä ja materiaalivarauksissa. Yleensä muutokset ovat ns. varmalla puolella eli huomataan, että suunniteltu laitevaihto onkin tarpeeton. Amicos-järjestelmä on huono ilmoittamaan tällaisesta muutoksesta.

#### 11.6 Suunnittelutyökalujen yhteiskäyttö ja arviointi

Suunnittelu lähtee liikkeelle Amicos-työjonolistalta muodostetuilta työmääräyksillä ja materiaalivarauksilla. MasterPlan-suunnitelmassa yhdistyvät suunnitellut työt, liikenneohjelma ja miestuntisuunnitelma. Valmis suunnitelma siirretään OPUS-näytöllä ja (PlannedWork-etulehdellä) CRS-sivulla tuotanto-osastolle. Työn vastaanoton jälkeen työmääräykset päivitetään Amicos-järjestelmään. (kuva 11)



**Kuva 11** Kaavio suunnitteluprosessista

Suunnittelun hyviä puolia on:

- Suunnittelijalla on hyvä näkemys tulevaisuuteen, kun hän on tehnyt MasterPlan-suunnitelman.
- Amicos-järjestelmään voidaan ennakoida erilaiset lentomäärät koneittain, mutta koneiden lentomääriä ei voida kuitenkaan ennustaa tarkkaan reitityksen johdosta.
- Suunnitelman visualisointi ja optimointi pitkälle ajalle on tehokasta.
- Suunnittelua rajoittavia tekijöitä saadaan koottua MasterPlan-suunnitelmaan.

Suunnittelun huonoja puolia on:

- Tietoa joutuu siirtämään järjestelmästä toiseen. Tämä vie aikaa ja siinä tapahtuu inhimillisiä erehdyksiä. Nykyisellä konemäärällä ja henkilöstöllä pärjätään.
- Suunnittelemattomien töiden työjonolistalle aiheuttamat muutokset eivät anna Amicos-järjestelmästä hälytystä.
- Kun koneiden lentomäärät muuttuvat (lähinnä kesän ja joulun aikana), niin MasterPlan-suunnitelmaan suunnitellut työt tulee siirtää manuaalisesti eteenpäin.

Parannusehdotuksia suunnitteluprosessiin:

- Työjonolistalta töiden poimiminen työmääräyksiin voisi tapahtua hiirellä siirtämällä.
- MasterPlan-suunnitelmaan voitaisiin hakea halutut tiedot automaattisesti. Tämän jälkeen suunnittelu tapahtuisi manuaalisesti.

- Tulevien huoltoajankohtien, esimerkiksi viikonloppujen, työpakettien muodostaminen etukäteen PlannedWork-etulehdelle/CRS-sivulle työmääräystasolla. Tällä toiminnalla voitaisiin yhdistellä ja optimoida toisiinsa sopivia töitä.

Mikäli suunnittelija pitää MasterPlan-suunnitelmalle siirrettävän tiedon sopivana, niin suurempikaan konemäärä ei tuota ongelmia. MasterPlan-suunnitelmalla voidaan visualisoida ja järjestellä suurempikin konemäärä. Tämä on tärkein vaihe suunnitelmassa. Itse työmäärä suunnitelluissa ajankohdissa hallinnoidaan työjonolistan avulla konekohtaisesti.

Uuden suunnitteluohjelman hankinnan sijaan on suositeltavinta kehittää ja automatisoida tiedon siirtoa kuvan 11 mukaan visuaaliseksi MasterPlan-suunnitelmaksi.

## 12 ESIMERKIT PERUS- JA LINJAHUOLTOSUUNNITTELUSTA

Esimerkki Saab2000-koneen perushuoltosuunnittelusta – Erään lentoyhtiön tilanne 2003/2004

Kuvassa 12 on kuvattu erään yhtiön laivaston perushuoltojen deadline ajat aikaviivastolla, jossa on arvioitu koneiden lentävän 50 lentotuntia ja 50 laskua viikossa. Tämä suunnitelma on hyvä tehdä useaksi vuodeksi eteenpäin. Kuvassa pelkkä teksti tarkoittaa, että ko. huollon deadline on tekstin alkukohdassa. Miestyötuntitietoa eri huolloista on koottu taulukossa 4. Miestyötuntitiedot on kerätty MPD:sta. (Maintenance Planning Document)

Tähän perushuoltosuunnitelmaan on koottu kaikki normaalista linjahuollosta poikkeavat huoltotapahtumat. Suunnitelma on pyritty saamaan havainnolliseen muotoon, josta käy nopeasti ja helposti ilmi miten koko laivaston huollot on suunniteltava. Esityksestä ei ole tarkoitus käydä ilmi tarkkoja deadline aikoja, koska ne ovat aina arvioita. Käytännössä on ajettu huoltotietokannasta pitkä deadline lista, josta on poimittu nämä poikkeavat huoltotoimenpiteet. Kokenut suunnittelija pystyy kokoamaan ko. lentokonetyyppin deadline't noin kahden työpäivän aikana.

2003												
ALL	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
				Life vest 12MO-all A/C								
OIS				EC			15000CY				1C	
OIT					MLG R/L LL	15000C STBY C	PCU, LH/RH			SB54-030		1C
OIU				15000CY		STBY Compass	PCU, LH			SB54-030		1C
OIW			STBY Compass	EC		MLG L/R LL	PCU, LH	15000CY		SB54-030		1C
OIX					MLG+NLG OH		PCU, LH					12000FH
* EC Eddy Current - Drag Angle * 15000CY = Windshield/sidewindow bolts * MLG LL = life limited parts- Ramrod * LL Ramrod * SB54-029 = Drag Angle repair * PCU Propeller Control Unit Mod * SB54-030 Shear Angle Repair * STBY Compass Swing												
2004												
ALL	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
OIS				D	15000F MLG R/H-LL		4ZY	2YCCP			4AY	
OIT			15000FH		Pilot static					4ZY	2YCCP	
OIU		MLG LH-Strut	15000FH		EC	D	Pilot static	MLG LH Bolt		NLG Strut OH	4ZY	2YCCP
OIW				D	15000FH					4ZY	2YCCP	
OIX		MLG R/L Ramrod		6/3CCP		EC RH	Pilot static test	15000CY				
* 15000FH Cabin pressurization * LL Ramrod * Pilot static test												
2005												
ALL	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
OIS		2C				9000FH	20000C	SB54-029				
OIT		BY				18000FH		18000FH	Weight	4AY		6/3CCP
OIU		BY	9000FH	20000CY	2C	15000FH		18000FH	4AY			6/3CCP
OIW		15000FH	2C		Weight	4AY						6/3CCP
OIX			15000FH		BY	20000C	SB54-029	9000FH				6/3CCP
* BY=BY +BY +BY+CCP * 9000FH = Tail pipe insp. + Zonal * Weighing of aircraft * 18000FH APU Tail Pipe Insp * MRB 323402 MLG Separation Bolt												
2006												
ALL	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
OIS												
OIT												
OIU												
OIW												
OIX												
* MLG+NLG = LDG change												
2007												
ALL	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
OIS												
OIT												
OIU												
OIW												
OIX												

Kuva 12 Saab2000-perushuoltosuunnitelman due-aja

Aluksi on kannattavaa poimia rakennetarkastukset, aluetarkastukset, korroosiotarkastukset ja toimintatarkastukset ym. isot huollot, jotka on kuvattu MPD:ssa. Saabin osalta nämä on lueteltu tämän työn luvun 3 taulukossa 1 ja 2. Tässä tulee huomioida mitkä tarkastuksista voidaan tehdä oman yhtiön toimilupien puitteissa ja mitkä on tilattava ulkopuoliselta toimittajalta. Lisäksi myös suuret muutostyöt, moottorinvaihdot, muut laitevaihdot ja erikoistarkastukset kannattaa poimia perushuoltosuunnitelmaan. Näin saadaan kokonaiskuva ja pystytään yhdistämään ja minimoimaan huoltoseisokkeja. Huoltojen jaksot on myös huomioitava. Tähän perushuoltosuunnitelmaan on merkitty vain ensimmäinen deadline ja seuraava on merkitty vain noin vuoden aikana uudelleen tehtäviin huoltoihin. Kun esimerkiksi kesän huollot on suoritettu, tehdään uusi perushuoltosuunnitelma.

Nämä koneet on valmistettu vuonna 1997 paitsi yksi kone vuonna 1998. Näin ollen huollot osuvat suurimpaan osaan laivastoa lähelle toisiaan. Tästä seuraakin ongelma. Koneita ei saada kaikkia yhtä aikaa pois liikenteestä ja koneiden huoltojen järjestäminen on aloitettava ajoissa, jotta huolto-ajankohdat toimittajien kanssa voidaan sopia. Kun huoltotapahtumat on koottu perushuoltosuunnitteluviivastolle, voidaan aloittaa itse suunnittelu yhteistyössä eri osastojen kesken. Pitää pohtia miten koneet tulisi pysäyttää huoltoihin mahdollisimman taloudellisesti.

Näillä koneilla tehdään ensimmäistä kertaa kahdeksan vuoden ja 20000CY-huolto. Koska muutkin huollot on määrä tehdä noin vuoden sisällä, on järkevän operoinnin kannalta kerätä kaikki huollot samaan ajankohtaan. On myös epäedullista purkaa konetta pienin väliajoin. Kokemuksen mukaan koneen purkamisen ja kasaamisen aiheuttaa myös osaltaan vikoja huollon jälkeen. Huollot halutaan ajoittaa kesän aikaan. Tässä voidaan huomioida matkustajien määrä eri vuoden aikana. Kone otetaan liikenteestä aikana kun on vähemmän matkustajia. Kun huollon ajankohdat on päätetty, voidaan liikenneohjelma mukauttaa halutulla tavalla yhden tai kahden koneen huollossa oloon.

Kuvassa 13 on eräs ratkaisu huoltojen toteuttamiseen. Muita vaihtoehtoja olisi ollut:

1. kaikki koneet peräkkäin

- tässä vaihtoehdossa tehdään paljon ylihuoltoa
- yksi kone olisi pois liikenteestä noin 24 viikkoa, ajalta maksetaan leasing-maksua eikä tuottoja tulisi

2004												
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
01S	10-11.01. Painting			03-04.04. 4000FH			28.06-01.08	8Y+20000CY+4/2Y+2Y CCP+2C+9000FH+SB57-038+SB54-027and-029+4/4Y+6/3Y CPP+8/5Y CPP				
01T	17-18.01. Painting		06-07.03. SB54-028	19.04.-23.05.	8Y+20000CY+D+4/2Y+2Y CCP+2C+9000FH+SB57-038+SB54-027and-029 (4/4Y+6/3 CPP)+8/5Y CPP+Bird strike repair							
01U	24-25.01. Painting				23.05.-27.06.		8Y+20000CY+D+4/2Y+2Y CCP+2C+9000FH+SB57-038+SB54-027and-029+4/4Y+6/3 CPP+8/5Y CPP					
01W	31.01.-01.02. Painting			17-18.04. 4000FH			28.06-01.08. OR	02.08.-05.09.	8Y+20000CY+4/2Y+2Y CCP+2C+9000FH+SB57-038+SB54-027and-029+4/4Y+6/3 CPP+8/5Y CPP			
01X	07-08.02. Painting		20-21.03. 1C+6/3CCP+SB54-028 RH									
<p> <span style="color:blue">■</span> =Saab/Linköping  <span style="color:green">■</span> =Saab/Arlanda  <span style="color:grey">■</span> =Saab Linköping/br other company  <span style="color:lightgrey">■</span> =Saab Linköping/br other company - alternative         </p> <p>NOTE! Possibility of passenger Seats check at Sollentuna Cabin Interiors NOTE! Additional Company and Calendar time task</p>												
2005												
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
01S												
01T												
01U												
01W												
01X		19-20.02. 4000FH					27.06.-31.07.	8Y+20000CY+4/2Y+2Y CCP+2C+9000FH+SB57-038+SB54-027and-029+4/4Y+8/5Y CCP				
2006												
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
01S												
01T												
01U												
01W												
01X												
2007												
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
01S												
01T												
01U												
01W												
01X												

Kuva 13 Saab2000 perushuoltosuunnitelma 2004

2. kaksi konetta kerrallaan

- kaksi konetta pois liikenteestä noin 12 viikkoa, ajalta maksetaan leasing maksua eikä olisi tuottoja. 12 viikkoa on kuitenkin helpompi sijoittaa aikaan, jolloin matkustajia on vähemmän.
- ylihuoltoa vähemmän, kuin kohdassa 1.

3. käyttämällä kahta korjaamoa

- ensin tehdään visuaaliset tarkastukset halvemmän työvoiman maassa ja siirtolennetään kone valmistajalle toimintatarkastuksia, rakennetarkastuksia ja korjauksia varten
- kaksi konetta pois liikenteestä noin 16 viikkoa
- edullisemmat työvoimakustannukset
- ylihuoltoa vähemmän kuin kohdassa 1.

4. suorittamalla kukin huolto lähellä määräaikaa

- paljon lyhyitä huoltoja ympärivuoden, operaatio rikkonaista
- yksi kone pois käytöstä 24 viikkoa ympäri vuoden, lentojen myynti hankalaa
- ei ylihuoltoa

Kun 20000CY- huolto on suoritettu, se jakaantuu useaan pienempään osaan. Katso luku 3 taulukko 1 ja 2. Nyt koneella operointi muuttuu täysin. Koska pienemmät huollot kuten 3000CY- huolto kuuluu perushuoltoihin, on yhtiön kannattavaa hakea laajennusta huoltolupiinsa. 3000CY-, 3000FH- ja 4000FH -huollot on edullisempaa tehdä itse. 6000FH -huollosta on kokemuksen mukaan jo niin paljon löydöksiä, ettei siitä suurempien huoltojen tekeminen itse ole kannattavaa. 20000CY-huollon jakaantuessa pienempiin osiin sisältyy tähän riski pidemmällä ajalla. Jos huoltoihin ei varata tarpeeksi seisokkeja tai työvoimaa pidempien juhlapyhien ajaksi, on niiden suorittaminen hankalaa. Huoltojen lukumäärä kasvaa helposti niin suureksi, että niiden tekeminen viikonloppuisin syö liiaksi linjahuoltotyövoimaa. Onkin hyvä arvioida viikonlopuille suunniteltavien töiden määrää jo vuoden tähtäimellä.

Perushuoltosuunnitelman voi myös tehdä taulukkomuotoon, mutta aikajanalle laitettuna se on havainnollisempi ja nopeammin luettavissa. Esimerkki taulukkomuotoisesta perushuoltosuunnitelmasta on kuvassa 14. Kuitenkin kerrannaiset huollot on helpompi sijoittaa taulukkomuotoiseen perushuoltosuunnitelmaan.

Aircraft type/flight		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
OH-Q2H 24.04.2001	Plan History	1C + 2YE + cables 3376 CY 27.06.-04.07.2003	2C + 2YE + 4YE + 8000 cy + 9000 cy 09.07.-15.07.2004 5119 cy		3C + 2YE + 4/2 YE + 6 YE + 10000 cy	C-check needed to satisfy return condition. Cables + 12000 cy?	No 8Y check			Plan History
	Due	2Y due 24.04.2003 (concession issued)		4Y due 24.04.2005	C due 9119 cy	6Y due 24.04.2007	Engine due 14500 cy	8Y due 24.04.2009		Due
	Prod cy 2250	4138	6051	8301	10551	12801	15051	17301	19551	CY
OH-Q2I 11.06.2001	Plan History	1C + 2YE + cables 3312 cy 04.07.-11.07.2003	2C + 2YE + 4YE + 8000 cy + 9000 cy 15.07.-22.07.2004 5095 cy		3C + 2YE + 4/2 YE + 6 YE + 10000 cy	C-check needed to satisfy return condition. Cables + 12000 cy?	No 8Y check			Plan History
	Due	2Y due 11.06.2003 (concession issued)		4Y due 11.06.2005	C due 9095 cy	6Y due 11.06.2007	Engine due 14500 cy	8Y due 11.06.2009		Due
	Prod cy 2250	4069	5949	8199	10449	12699	14949	17199	19449	CY

1C = 4000 cy / 2 ye  
2C = 1C + 8000 cy/4 ye    2C has 14 zonals more than 1C. Note 8000 cy tasks without calendar limit.  
3C = 2C + 12000 cy/6Y    3C has 3 zonals more than 2C. Note 12000 cy tasks without calendar limit.  
Cables T:4000 cy, I:9000 cy

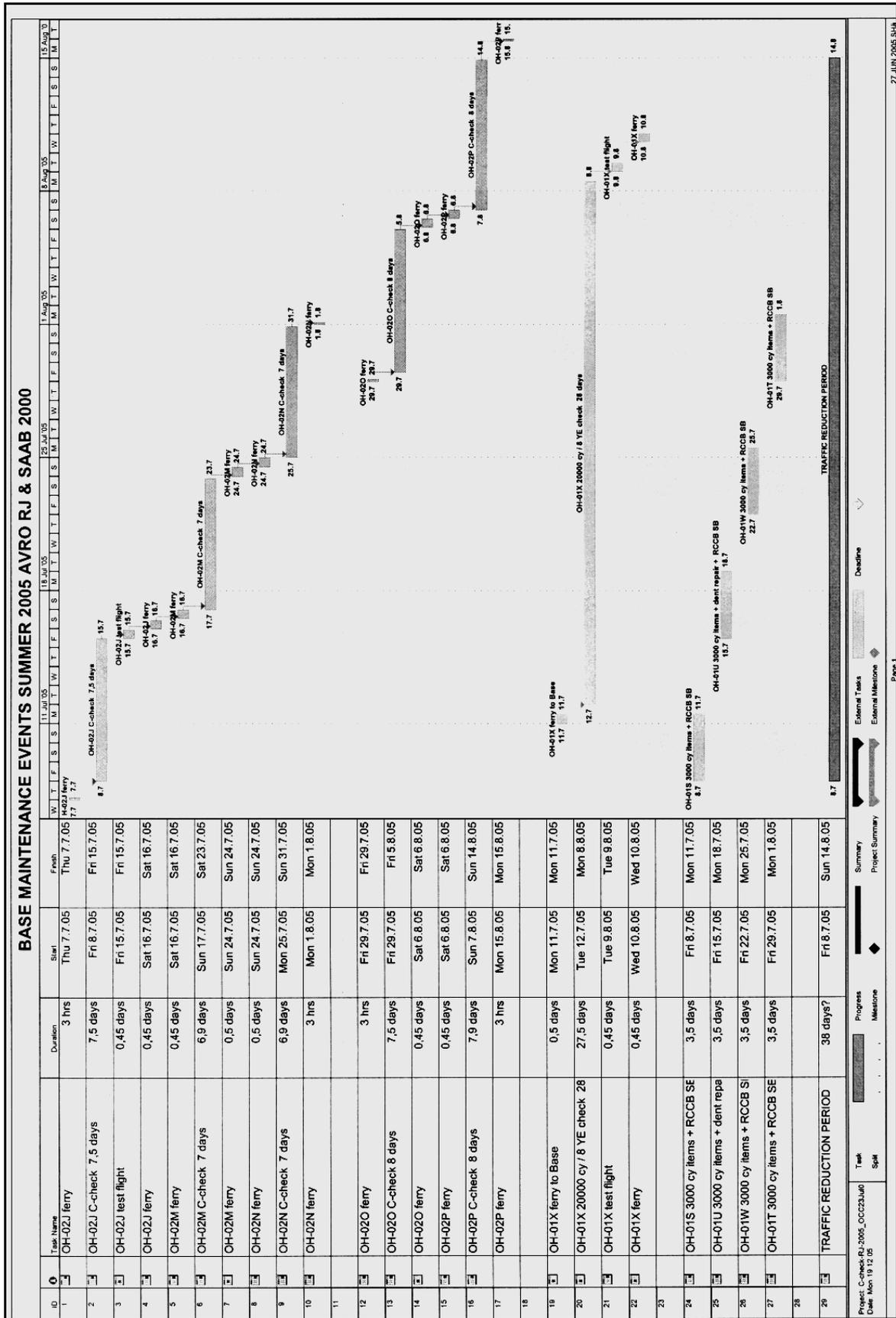
12000 cy            49 tasks: opt, fut, chk, dvi, rai, ins  
12000 cy/ 6 ye        27 zonals, 1 dvi, 1 rai  
6 YE                    9 x dvi  
4/2 YE, 4/4 YE        10 x 4/2, 10 x 4/4, all dvi  
8000 cy                42 tasks, opt, fut, chk, dvi, rai, lub  
6000, 9000, 10000 cy    6000 cy: 8 opt/fut tasks, 9000 cy: 7 tasks, 10000 cy: 5 flight controls tasks  
NOTE: flap AD, landing gear overhauls

**Kuva 14** AvroRJ-perushuoltosuunnitelma taulukkomuodossa (kahdelle koneelle) /13/

Kuvassa 15 on esimerkki MSProject-ohjelmalla tehty perushuoltosuunnitelman visualisointi. Ohjelma soveltuu hyvin valmiin suunnitelman esittelyyn.

Esimerkki Saab2000- ja AvroRJ -koneiden linjahuoltosuunnittelusta

Kuvassa 16 on kahden konetyypin linjahuoltosuunnitelma. MasterPlan-suunnitelmassa ei ole tarkoitus näkyä jokaista erillistä työtehtävää. Tehtävät työt on jaksotettu tasaiseen työkuormaan noin viikon välein tehtävään Weekly-huollon yhteyteen. Mikäli työjonolistalla on työkuormapiikkejä, on ne hajautettava MasterPlan-suunnitteluviivastolle. Tähän Excel-taulukkolaskenta muotoiseen MasterPlan-suunnitteluviivastolle voidaan kuvata kunkin päivän työ määrä kokonaisuudessaan tai osittain päiväruutuun avattavaan huomautuskenttään. Riippuen huoltotöiden jaksoista, onkin suurin osa huoltovaatimuksista hajautettu jo noin 1-2 vuoden operoinnin aikana.



Kuva 15 AvroRJ- ja Saab-koneiden perushuoltosuunnitelma MSProject-ohjelmalla/14/

Tähän linjahuoltosuunnitelmaan on myös lisätty varamoottorien suunnittelu, kaikkia koneita koskevat työt, poikkeava miestyövoima, poikkeava liikenne ja merkki siitä kuinka pitkälle suunnitelma on tarkastettu.

Huomioiden koneen huoltoihin käytettävä maa-aika poimitaan oleellinen tieto koneen työjonosta MasterPlan-suunnitelmaksi.

Suunnitelman tärkeimmät tekovaiheet ovat:

1. Huomioidaan liikenneohjelman poikkeavuudet, jotka voidaan merkitä MasterPlan-suunnitelmaan.
2. Kootaan viikonloppujen työt, kuten A-huollot, pesut, moottorin vaihdot ja riskejä sisältävät työt.
3. Laaditaan Weekly-huoltosuunnitelma.
4. Suunnitellaan boroskooppaukset ja muut erikoistyöt. Mahdollisuuksien mukaan kannattaa moottorien koekäyttöä vaativat työt suunnitella samaan huoltoajankohtaan, koska koneen vieminen koekäyttöpaikalle kuluttaa aikaa.
5. Tehdään tarvittavat materiaalivaraukset osto-osastolle Amicos-järjestelmään.
6. Ennakoidaan tulevat työkuormapiikit.



### 13 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli kuvata ja arvioida lentokoneen huoltosuunnittelumenetelmiä pienessä linjahuolto-organisaatiossa. Materiaalia oli myös tarkoituksena käyttää myöhemmin koulutustarkoitukseen. Työssä käsiteltiin lentokoneen lyhyt- ja pitkäaikaista huoltosuunnittelua. Käytetyt suunnittelutyökalut kuvattiin pintapuolisesti suunnitteluprosessin ymmärtämiseksi. Työkalujen käyttö vaatiikin syvällisemmän koulutuksen. Työssä oleva materiaali kelpaa huoltosuunnittelijan koulutuksen johdannoksi.

Lyhyt- ja pitkäaikaista huoltosuunnittelua käsiteltiin esimerkein suunnittelutyökaluja arvioitaessa. Visualisoinnin avulla suunnittelijan on helpompi käsitellä erilaisia vaatimuksia. Nykyiset menetelmät soveltuvat käyttötarkoitukseensa. Suuren tietomäärän manuaalinen siirtäminen aiheuttaa inhimillisiä virheitä. Suunnittelua tulisikin automatisoida. Suunnitteluprosessissa liikenneohjelman, työjonolistan ja miestyötuntimäärän kerääminen samaan järjestelmään on hyvä tavoite. Nykyisessä suunnitelmassa vain normaalista poikkeavan tiedon merkitseminen suunnitelmaan vähentää siirrettävän tiedon määrää ja selkeyttää visualisointia. Automaattisessa tiedonsiirrossa tulisi pyrkiä käsittelemään vain tiettyä aikajaksoa, koska suunnitelma on jatkuva prosessi. Käytännössä kuitenkin automatisoinnin hyöty kokonaisuuden kannalta jää pieneksi. Töiden suunnittelu vaatii ajatusta eikä automatisointia.

Työmääräyksien luomisessa rutiinin poistaminen vaatii järjestelmätoimittajan kehitystyötä ja on käytännössä hankala toteuttaa ilman suuria muutoksia ohjelmarakenteeseen. Tulevien huoltoajankohtien työpakettien muodostaminen etukäteen on mahdollista ja suotavaa. Suunnittelussa on kuitenkin muistettava, että mitä pidemmälle suunnitellaan, sitä enemmän joudutaan muuttamaan suunnitelmaa.

Seuraava kehitysaskel olisikin löytää uusi suunnitteluformaatti, johon tietoa voidaan tuoda ja itse tiedon muokkaus tapahtuisi uudessa formaatissa. Esimerkiksi Windows-ympäristö on hyvä graafinen käyttöympäristö. Tällaisia ohjelmia on jo valmiina ja ne tulisikin arvioida.

## 14 LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

- 1 JAR-OPS 1 määräyskokoelma. JAA-julkaisu (Joint Aviation Authorities). Amendment 8 Effective 01 Jan 2005
- 2 MOE, Maintenance Organisation Exposition. Eräs lentoyhtiö. Effective 11MAY2005.
- 3 CAME, Continuing Airworthiness Management Exposition. Eräs lentoyhtiö. Effective 25MAY2005.
- 4 CP(M), Company Procedure (Maintenance). Eräs lentoyhtiö. Rev. 33.
- 5 Saab2000 MRB, Maintenance Review Board Report. Saab Aircraft AB, Linköping. Revision 05 Oct/03.
- 6 Saab2000 MPD, Maintenance Planning Document. Saab Aircraft AB, Linköping. Revision 05 Mar/01.

### Painamattomat lähteet

- 7 Hakola, Senja. Amicos User Instructions. 06.08.2002.
- 8 Maintenance Bulletin 61/05 GEN  
Eräs lentoyhtiö, Vantaa. Revision 0

### Sähköiset lähteet

- 9 EASA Part M -määräyskokoelma. [sähköinen dokumentti.]  
EASA (European Aviation Safety Agency) [www-sivu].  
[viitattu 07.11.2005.] Saatavissa:  
<http://www.easa.eu.int/home/>
- 10 EASA Part 145 -määräyskokoelma. [sähköinen dokumentti.]  
EASA (European Aviation Safety Agency) [www-sivu].  
[viitattu 07.11.2005.] Saatavissa:  
<http://www.easa.eu.int/home/>
- 11 Ilmailumääräyskokoelma. [sähköinen dokumentti.]  
Ilmailulaitos, Lentoturvallisuushallinto [www-sivu].  
[viitattu 07.11.2005.] Saatavissa:  
<http://www.lentoturvallisuushallinto.fi/ilmailumaaraykset>
- 12 EASA Part 147 -määräyskokoelma. [sähköinen dokumentti.]  
EASA (European Aviation Safety Agency) [www-sivu].  
[viitattu 07.11.2005.] Saatavissa:  
<http://www.easa.eu.int/home/>
- 13 Hämäläinen, Sami, Long Term Plan. [sähköpostiviesti.] 20.10.2005
- 14 Hämäläinen, Sami, Summer 2005 plans. [sähköpostiviesti.]  
09.11.2005