



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Rony Kullström

Linjahuollon A-huoltojen prosessin kuvaus ja kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

12.5.2020

Tekijä Otsikko	Rony Kullström Linjahuollon A-huoltojen prosessin kuvaus ja kehittäminen
Sivumäärä Aika	32 sivua + 2 liitettä 12.5.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Koneensuunnittelu
Ohjaajat	Aircraft Maintenance Manager Jussi Mononen Yliopettaja Pekka Salonen
<p>Insinööriyön tavoitteena oli kuvata Finnair Technical Services Oy:n laajarunkolentokoneiden (WB) A-huoltoprosessi sekä kehittää sitä huoltojen läpimenoajan lyhentämiseksi. Insinööriyössä on hyödynnetty yhtiön sisäistä ohje- ja toimintakirjallisuutta sekä kirjoittajan kokemusta A-huoltoympäristössä toimimisesta lentokoneasentajan roolissa.</p> <p>Työ aloitettiin haastattelemalla A-huoltoihin osallistuvia eri työtehtävissä toimivia henkilöitä. Haastatteluissa ilmeni huoli työvoiman riittävyydestä varsinkin iltapäiväruuhkan aikaan. Nykytilaa selvitettiin analysoimalla A-huoltoprosessin vaiheet VSM-työkalulla, jolla tunnistettiin hukkaa muodostavat prosessivaiheet. Hukkaa mitattiin kyselyllä, jonka tuloksista saatiin selvitettyä arvio hukkaa tuottavien prosessivaiheiden kestosta. Kyselyn vastauksissa jäätin tavoitellusta vastausmäärästä, mutta insinööriyön kirjoittajan työkokemuksen perusteella voitiin todeta tulosten olevan oikeassa suuruusluokassa.</p> <p>Huoltotapahtuman läheisyyteen päätettiin luoda huoltohenkilökuntaa helpottavia työkaluja, joilla pyrittiin vähentämään turhaa liikkumista huoltohallin toiselle puolelle. Huoltopaikan A5 välittömään läheisyyteen rakennettiin A-huoltohäkki, johon tuotiin useimmin tarvittavia työkaluja sekä turvallisuustarvikkeita. Lisäksi rakennettiin liikuteltavat kemikaalikärryt, joihin tuotiin eniten käytettyjä kemikaaleja, sekä kehitettiin työpöytä, jossa säilytettäisiin huoltodokumentaation lisäksi usein tarvittavia kulutustarvikkeita.</p> <p>Insinööriyön edetessä havaittiin, että huoltohallista puuttui selkeä järjestys. Todettiin, että ottamalla huoltotuotannossa käyttöön 5S-ajattelumalli, pystyttäisiin A-huoltoprosessi standardisoimaan sekä parantamaan huoltoympäristön siisteyttä. Osana 5S-ajattelumallia luotaisiin huoltohalliin visuaalisia merkintöjä, joilla helpotettaisiin järjestyksen säilymistä sekä lentokoneen paikoitusta.</p> <p>Ehdotettujen ja tehtyjen kehitystoimenpiteiden perusteella luotiin uudistettu A-huollon prosessikuvaus sekä kaaviokuva helpottamaan prosessin havainnollistamista. Nykyprosessista tunnistettiin solmukohdat ja niiden ratkomiseen luotiin käytännön ja teorian tasolla useita muutosehdotuksia.</p>	
Avainsanat	Lentokonehuolto, A-huolto, 5S, VSM, prosessikuvaus

Author Title Number of Pages Date	Rony Kullström Process Description and Development of the Line Maintenance A-Check Process 32 pages + 2 appendices 12 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Design Engineering
Instructors	Jussi Mononen, Manager, Aircraft Maintenance Pekka Salonen, Principal Lecturer
<p>The goal of this Bachelor's thesis was to develop and describe the A-check process of Finnair's wide body aircraft. Finnair Technical Operations' objective was to reduce the lead time and achieve a more efficient A-check process for their wide body fleet. In this Bachelor's thesis, there have been utilized Finnair's internal directives and operational guidelines in addition to the work experience of the author as an Aircraft Mechanic in an A-check environment.</p> <p>In the beginning of the thesis, interviews were made, where multiple persons were interviewed who all participated in A-checks in different positions. It was discovered that there was a shortage of certified mechanics (CRS) during the afternoon peak time. The existing A-check process was investigated by using the Value Stream Mapping-tool to analyze every step of A-checks to discover the process steps where Non-Value-Adding time occurs. The main purpose of the VSM analysis is to discover every step of process where Non-Value-Adding time can be reduced or removed. After the Non-Value-Adding process steps were recognized, an enquiry was created and handed out to aircraft mechanics. An analysis of the responses was created, and it was noticed that the size of the sample was not large enough. Although the sample was considered small, there were many responses that could be used in an analysis together with the experience of the author of this thesis.</p> <p>During the writing of the thesis, several tools were created to ease an aircraft mechanic's work. It was decided that a tool cage would be constructed in the immediate range of the space where maintenance actions were performed. The tool cage was equipped with the most commonly used tools and safety equipment. In addition, a chemicals cart was developed, which included 40 of the most widely used chemicals. Furthermore, a desk with the most used consumables was created alongside with the other tools to reduce unnecessary walking around the hangar.</p> <p>It was suggested that a 5S workplace organization method should be introduced as a part of the daily working routine. By utilizing 5S, a safer, more standard and efficient workplace could be created where lead time could be reduced. Finally, an updated A-check process was created together with a helpful process chart.</p>	
Keywords	A/C Maintenance, A-check, 5S, VSM, Process Description

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tavoite	1
1.2	Finnair Technical Operations	1
1.3	A-huolto	3
2	Nykytilan kuvaus	4
2.1	Haastattelut	4
2.2	Lean ja VSM	5
2.2.1	Arvoa tuottamattoman ajan tunnistaminen VSM:llä	5
2.2.2	Mittaus ja arviointi	7
2.2.3	Otanta	7
2.2.4	Havainnot	8
2.3	Havainnointitutkimus	11
2.3.1	Varastopalveluiden toimittaja	12
2.3.2	Lentokonehuolto	12
3	Huollon kehittäminen	13
3.1	Lean ja huollon kehittäminen 5S-menetelmällä	13
3.1.1	Sortteeraus	13
3.1.2	Systematisointi	14
3.1.3	Siivous	14
3.1.4	Standardisointi	15
3.1.5	Seuranta	16
3.2	A-huoltohäkki	17
3.3	Kemikaalikärry	19
3.4	Työpöytä	20
3.5	Lean-keräily	21
3.6	Huoltopaikan järjestely ja merkintä	22
3.7	Ajatusmallin muutos	24

4	A-huollon prosessikuvaus	25
4.1	TOPI Wide Body A-check procedure	25
4.2	A-huollon prosessikuvaus ja kaaviokuva	26
5	Yhteenveto	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Hukka-ajan kartoituslomake	
	Liite 2. Huoltopaikan A5 layout-suunnitelma	

Lyhenteet

A/C	<i>Aircraft.</i> Lentokone.
A330	Airbus A330 -lentokone.
A350	Airbus A350 -lentokone.
ACM	<i>Aircraft Maintenance department.</i> Part 145 -hyväksytty lentokonehuolto-organisaatio.
AMOS	Swiss Aviation Softwaren kehittämä ilmailun MRO -ohjelmisto.
AOG	<i>Aircraft on Ground.</i> Huollon antama status lentokoneelle, joka ei ole lentokelpoinen.
CRS	<i>Certificate of Release to Service.</i> Huoltotodisteen antaja. EASA Part-66 -lupakirjan omaava lentokonemekaanikko.
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency.</i> Euroopan lentoturvallisuusvirasto.
ETOPS	<i>Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards.</i> Standardi, joka mahdollistaa kaksimoottorisen lentokoneen lentämisen yli 60 min:n päässä hätälaskukentästä.
FC	<i>Flight Cycle.</i> Lentosykli. Lentosykliksi lasketaan lentoonlähtö ja lasku.
FH	<i>Flight Hour.</i> Lentotunti
FTO	Finnair Technical Operations. Finnair tekniikka.
GSE	<i>Ground Support Equipment.</i> Maakalusto.
IPC	<i>Illustrated Part Catalogue.</i> Kuvitettu osaluettelo.

MCC	<i>Maintenance Control Center.</i> Part-M -organisaatio, joka vastaa Finnairin laivaston jatkuvasta lentokelpoisuudesta.
NNVA	<i>Necessary but Non-Value Adding.</i> Pakollinen, mutta arvoa lisäämätön (prosessivaihe).
NVA	<i>Non-Value Adding.</i> Arvoa lisäämätön (prosessivaihe).
PPS	<i>Production Preparation Specialist.</i> Huollon valmistelija.
SV	<i>Supervisor.</i> Työnjohtaja.
TOPI	<i>Technical Operations Procedures and Instruction.</i> Tekniikan toimintaprosessit ja ohjeet.
U/S	<i>Unserviceable.</i> Käyttökelvoton.
VA	<i>Value Adding.</i> Arvoa lisäävä (prosessivaihe).
VSM	<i>Value Stream Map.</i> Arvovirtakaavio.
WB	<i>Wide-body.</i> Laajarunko (lentokone).
WO	<i>Work Order.</i> Työmääräys.

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön tavoite

Tämän insinööriyön tavoitteena on kuvata ja kehittää Finnair Technical Services Oy:n linjahuoltoympäristössä toteutuvien laajarunkolentokoneiden (WB, *Wide-body*) A-huoltojen prosessi suunnitellun huoltopaketin laatimisesta tuotannon toteutukseen. Finnairin tavoitteena on lyhentää Airbus A330 -laajarunkolentokoneiden A-huollon läpimenoaikaa noin vuorokaudesta 14 tuntiin. Tämän saavuttamiseksi on A-huoltoprosessin nykytila kuvattava, jotta huollossa syntyvä hukka kyetään tunnistamaan, minimoimaan ja mahdollisesti poistamaan.

1.2 Finnair Technical Operations

Finnair Technical Operations (FTO) on osa Finnair-konsernia, jonka vastuulla on Finnairin laivaston jatkuvan lentokelpoisuuden varmistaminen sekä huoltotoiminnan suorittaminen lentoturvallisuusviranomaisen ja yhtiön sisäisten ohjeiden mukaisesti (TOPI 2020, 01.00.02). FTO:n toiminta työllistää noin 790 henkilöä, joista noin 450 on lentokonemekaanikkoja ja lentokoneasentajia. Heistä noin 290:llä mekaanikolla on valtuutus lentokoneen lentokelpoisuuden myöntämiseen (CRS, *Certificate of Release to Service*).

Finnairin laivastoon kuuluu 84 lentokonetta. Laivasto koostuu laaja- (Airbus A350/A330) ja kapearunkolentokoneista (Airbus A321/A320/A319) sekä niin sanotun paikallisliikennekoon lentokoneista (Embraer 190, ATR 72-500), joilla operoidaan kotimaan sekä lähi-alueiden lentoja. Finnairilla on tilauksessa 4 Airbus A350 -lentokonetta, joista viimeisen on arvoitu liittyvän Finnairin laivastoon vuonna 2022.

EASA:n (*European Union Aviation Safety Agency*) asetus nro 1321/2014 määrittää vaatimukset osien ja laitteiden jatkuvan lentokelpoisuuden ylläpidosta (Part-M) sekä huolto-organisaation hyväksymisestä (Part-145). Kaupallista lentotoimintaa harjoittavan lentoyhtiön huolto-organisaatiossa on oltava jatkuvan lentokelpoisuuden hallintaorganisaatio

(Part-M). Traficomın mukaan lentokelpoisuuden hallintaorganisaation tehtävänä on varmistaa, että

- kaikki huolto-ohjelman mukaiset huollot tulee tehtyä niille määriteltynä aikoina ja huollon tekemiseen pätevän huoltajan toimesta
- näistä huolloista annetuista huoltotodisteista syntyvä huoltokirjanpito on tallessa ja ajan tasalla.

Finnair-konsernin laivaston jatkuvasta lentokelpoisuudesta vastaa *Maintenance Control*, jonka operatiivista toimintaa johtaa *Maintenance Control Center* (MCC). MCC vastaa AOG-tilanteiden (*Aircraft on Ground*) ja muiden epänormaalien toimien johtamisesta, sekä toimii laivaston teknisen statuksen välittäjänä operaattorille (TOPI 2020, 01.00.02.02).

Ilma-alus voi olla vain yhden jatkuvan lentokelpoisuuden hallintaorganisaation hallinnassa kerrallaan, mutta huolto-ohjelman mukaisten huoltojen tekemiseen voi käyttää mitä tahansa asianmukaisesti hyväksyttyä huolto-organisaatiota (Traficom 2019).

Traficom kertoo verkkosivuillaan, että ilma-alukset, joita käytetään kaupallisessa ilmakuljetuksessa, eli matkustajien, rahdin tai postin kuljettamiseen korvausta vastaan, tulee huoltaa Part-145 -huolto-organisaatiossa.

FTO:n lentokonehuolto-organisaatio (ACM, *Aircraft Maintenance department*) on Part-145 hyväksytty linjahuolto-organisaatio, jonka vastuulla on tuottaa korkealaatuista ja kustannustehokasta huoltotoimintaa Helsinki-Vantaan lentoasemalla sekä ulkoasemilla (TOPI 2020, 01.00.02.05). Linjahuolto (*Line Maintenance*) Helsinki-Vantaan lentoasemalla muodostuu asematasolla (*Apron Maintenance*), sekä lentokoneen huoltohallissa (*Hangar Maintenance*) suoritettavasta huoltotoiminnasta. Insinööritöyön kohteena olevat laajarunkolentokoneiden A-huollot suoritetaan aina huoltohallissa. Huoltohalli nro 7 on pinta-alaltaan 28 000 m², ja siellä mahtuu huoltamaan maksimikorkeudeltaan 25 m olevia lentokoneita. Halliin mahtuu samanaikaisesti maksimissaan 4 laajarunko- tai 8 kapearunkolentokonetta (MOE 2020, 1.8.1).

1.3 A-huolto

Lentokonehuoltoa harjoitetaan eri suuruisissa huoltokokonaisuuksissa. Huoltoja jaotellaan lyhyen ja pitkän aikavälin huoltoihin. Huoltojen toistuvuudet vaihtelevat päivittäisistä huolloista suuriin D-huoltoihin, joita yleensä suoritetaan lentokoneen elinkaaren aikana vain noin kolmesti. Isommat huoltokokonaisuudet jaotellaan suuruudeltaan joko A-, B-, C-, tai D-kirjaimella. Näistä A-huolto on kevyin ja D raskain huoltokokonaisuus. A-huollolla tarkoitetaan suuruusluokaltaan sellaista isoa huoltoa, joka voidaan suorittaa linjahuoltoympäristössä. Nykyään nimitystä B-huolto ei juurikaan käytetä, sillä B-huoltokierrossa olevat työmääräykset (WO, *Work Order*) pystytään suorittamaan oikealla huoltosuunnittelulla myös A-huoltojen tai C-huoltojen yhteydessä. B-huollon työmääräyksiä sisältävää A-huoltoa kutsutaankin laajuudesta riippuen A-kirjaimella sekä numerolla, jonka suuruus kuvaa huoltokokonaisuuden suuruutta, esimerkiksi A2.

Lentokoneiden huoltosuunnitelmissa toistuvat aina samat huoltotoimenpiteet. Toimenpiteet suoritetaan tietyin väliajoin, jotka lentokoneen valmistaja on määrittänyt. Huoltotoimenpiteiden toistuvuus voidaan määrittää lentotunteina (FH), lentosykleinä (FC, lentosykliksi lasketaan lentoonlähtö ja lasku), päivinä tai kuukausina. A-huolto koostuu lentokonetyypistä riippuen noin 800–1200 FH välein toistuvista huoltotoimenpiteistä. A-huolto vaatii maa-aikaa noin 14–24 tuntia, jolloin lentokone on pois lentokäytöstä.

2 Nykytilan kuvaus

2.1 Haastattelut

Insinööriyön alussa haastateltiin useita eri työtehtävää suorittavia henkilöitä, jotka kaikki työskentelivät A-huoltojen parissa. Suurin osa haastatelluista oli huoltotuotannon henkilöstöä. Lisäksi haasteltiin huollon suunnittelun edustajaa.

Huollon suunnittelijaa haastatellessa kävi ilmi, että noin joka viides A-huolto ylittää tavoitellun 14 tunnin maa-ajan (vain A330). Tämä johtuu siitä, että tällöin normaaleihin A-huoltoihin tulee myös A2- ja A4- huoltotöitä. Nämä työt ovat usein moottoreilla suoritettavia ETOPS-töitä, joka sitoo työhön aina tyyppikelpuutetun henkilön.

Huoltotuotannon haastatteluista suurimmiksi haasteiksi nostettiin resurssien varmistus sekä allokointi. Iltapäiväruuhkan aikana A-huolloissa on pulaa tyyppikelpuutetuista mekaanikoista. Valtaosa heistä työskentelee asematasolla suorittaen päivittäishuoltoja mannertenvälisten lentojen ollessa Helsingissä. A-huoltoihin tulisi varmistaa aina välttämättömän määrän mekaanikkoja sekä asentajia, jotta ne saataisiin suoritettua annetun maa-ajan puitteissa. Monet A-huoltojen työmääräykset vaativat useamman henkilön valmistukseen, ja tällaisen työmääräysten suorittaminen iltapäiväruuhkan aikaan saattaa siirtyä myöhempään ajankohtaan. Iltapäiväruuhkan vaikutus korostuu tulevaisuudessa entisestään, kun laajarunkolentokonealaivaston määrä lisääntyy. Tulevaisuudessa iltapäiväruuhkien aikana on useampi A-huolto käynnissä, joten resurssipula tulee korostumaan.

Uusien lentokoneiden myötä myös erikoisosaamista tarvitaan. Komposiittirakenteen korjaaminen on tarkkaa ja aikaa vievää työtä, jota varten tarvitaan erikoiskoulutus. Huoltoorganisaation tulisi harkita komposiittikorjauksia suorittavien mekaanikkojen lisäkoulutamista.

2.2 Lean ja VSM

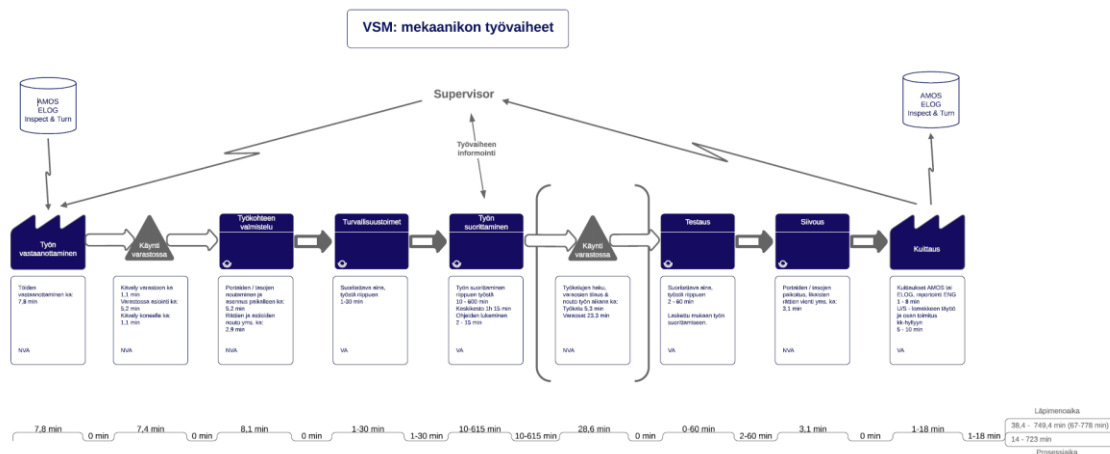
Lean on ajattelumalli, filosofia, jolla tuotantoa ohjataan ja suunnitellaan toimimaan juuri oikeaan tarpeeseen. Se liittyy kiinteästi Toyota Production Systemiin (TPS), jota pidetään Leanin periaatteiden alkulähteenä. Lean-ajattelun tavoitteena on organisoida ja optimoida tuotannon eri vaiheet siten, että tarvittavat prosessit ja tuotteet ovat valmiina juuri silloin kun niitä seuraavassa prosessivaiheessa tarvitaan. Lean-filosofialla pyritään muodostamaan tuotantoympäristöstä siistimpi ja turvallisempi, sekä saavuttamaan tuotelaadultaan ja tuottavuudeltaan parempi tuotantoprosessi. Tavoitteisiin pyritään Lean-filosofiassa pääsemään vähentämällä ja tunnistamalla tuotannossa syntyvää hukkaa. Hukan poistaminen itsessään ei auta, vaan pohjimmainen syy hukalle on tunnistettava. Mikäli hukka poistetaan, eikä sen alkuperäistä syytä tunnisteta, siirtyy hukka toiseen prosessivaiheeseen eri muodossa (Lean-ajattelu kahdeksan turhuuden poistoon 2018).

Value Stream Mapping (VSM) on Lean-filosofiaa hyödyntävä työkalu, jolla tarkastellaan prosessin vaiheita ja pyritään tunnistamaan siinä syntyvää hukkaa. Jokainen prosessin osa joko lisää arvoa prosessille, tai on tuottamatta lisäarvoa. Arvoa tuottamattomat prosessin vaiheet käydään läpi, ja niitä pyritään kehittämään sekä optimoimaan siten, että tuottamaton prosessiaika olisi mahdollisimman pieni. Näin kokonaisprosessista saadaan vähennettyä ylimääräistä aikaa, jolloin läpimenoaika pienenee.

2.2.1 Arvoa tuottamattoman ajan tunnistaminen VSM:llä

Mekaanikon työskentely jaettiin prosessiosiin ja siitä luotiin VSM-kuva (kuva 1). Mekaanikko aloittaa työnsä käymällä varastossa, josta hän hakee työhön vaadittavat työkalut. Samalla hän ottaa varaston edustalta varaosat mukaansa ja siirtyy lentokoneelle valmistelevan työkohdettuaan. Laajarunkolentokoneet ovat ulkomitoiltaan erittäin suuria, joten työskentelykohteeseen pääsemiseksi on mekaanikon ensin löydettävä sopiva työskentelytaso. Tämän asennettuaan on mekaanikon varmistettava turvallinen työskentely suorittamalla työohjeessa vaadittavat turvallisuustoimet. Turvallisuustoimet suoritettuaan, voi mekaanikko aloittaa itse huoltotyön suorittamisen.

Mekaanikon työ saattaa keskeytyä useasta syystä. Vikalöydös pysäyttää työskentelyn, sillä tästä on luotava välittömästi vikatyömääräys. Myös työkalun, varaosan tai lisäohjeen tarve pakottaa keskeyttämään työskentelyn. Varaosaa tarvittaessa mekaanikko etsii tarvittavan varaosan ohjekirjasta (IPC, *Illustrated Part Catalogue*) ja tilaa sen varastolta. Tämän jälkeen varaosaa on odotettava, ennen kuin mekaanikko vastaanottaa tilaamansa osan. On huomioitava, että työkalua, varaosaa tai lisäohjetta ei aina tarvita, vaan osa töistä saadaan suoritettua kerralla valmiiksi. Työkalun, varaosan tai lisäohjeen tarve saattaa toistua useaan kertaan työn suorittamisen aikana, varsinkin mikäli suoritettava huoltotoimenpide ei ole mekaanikolle entuudestaan tuttu.



Kuva 1. Value Stream Map.

Työn valmistuttua, tulee työkohteen oikea toiminta varmistaa toimintakokeella, joskaan kaikki työkohteet eivät vaadi toimintakoea. Lopuksi työpiste siivotaan ja työskentelytaset palautetaan paikalleen. Tämän jälkeen työ kirjataan tehdyksi, ja työmääräykselle raportoidaan suoritettut huoltotoimenpiteet sekä ohjeviitteet.

Kuvatusta prosessin vaiheista arvoa lisäävää (VA, *Value Adding*) toimintaa ovat ainoastaan työn suorittaminen sekä toiminnan varmistaminen. Pakollisia, mutta arvoa lisäämättömiä (NNVA, *Necessary but Non-Value Adding*) vaiheita puolestaan ovat työkohteen valmistelu, turvallisuustoimet sekä töiden kuittaus. Loput prosessin vaiheista ovat arvoa

lisäämättömiä (NVA, *Non-Value Adding*) vaiheita. Arvoa tuottamattomien prosessivaiheiden sekä pakollisten prosessivaiheiden kestoja tulisi pyrkiä pienentämään mahdollisimman paljon, ja mikäli mahdollista, poistaa kokonaan.

2.2.2 Mittaus ja arviointi

Hukan syntymistä tutkittiin lentokonemekaanikon päivittäistä työskentelyä seuraamalla. VSM:llä tunnistetuista hukkalajeista koostettiin lomakkeita, joita toimitettiin mekaanikoille (liite 1) ja joissa heitä pyydettiin täyttämään kyseiseen prosessin vaiheeseen kuluttamansa aika.

Lomakkeessa kysyttiin aikaa (min), jonka mekaanikko käyttää varastossa tai varastoautomatilla. Varastossa asiointiin sisällytettiin jonottaminen varastoon. Lisäksi jokaisen varastokäynnin matkanteko tahdottiin selvittää. Hallissa työn esivalmistelun yhteydessä työtasojen, portaiden ja telineiden etsimiseen ja noutamiseen kuluva aika tahdottiin selvittää. Esivalmistelun yhteydessä noudettiin myös erilaisia puhdistusliinoja ja vuodatusastioita. Työnteko saattoi keskeytyä vikalöydökseen, ohjeiden etsimiseen, puuttuvan varaosan tilaamiseen ja noutamiseen sekä työkalujen hakemiseen. Työn lopetuksessa halettiin tietää, paljonko aikaa kuluu siivoamiseen sekä välineiden palautukseen.

2.2.3 Otanta

Lomakkeita toimitettiin A-huoltoympäristössä toimivien mekaanikkojen saataville. Lomakkeiden vastauksista tahdottiin selvittää, paljonko lentokonemekaanikolle kertyi päivän aikana hukkatyötä. Todettiin, että otannan luotettavuus olisi riittävä, kun lomakkeita palautuisi noin 100 kappaletta analysoitavaksi. Tämän suuruinen otanta muodostaisi jo selkeän trendin tuloksissa.

Lomakkeita vastaanotettiin analysoitavaksi noin 50 kappaletta lukuisista muistutuksista huolimatta. Huomattiin, että moni lomakkeista oli täytetty epänormaalissa työtilanteessa, esimerkiksi odotusaikojen pidentyessä huomattavasti normaalia pidemmäksi. Kyseisiin lomakkeisiin oli kirjattu sanallisesti hyviä palautteita, mutta analyysin kannalta näitä ei voitu hyödyntää. Lopulliseen otantaan väärin täytettyjen lomakkeiden rajauksen jälkeen

jäi 30 lomaketta. Tästä voidaan todeta, että analyysin tulos ei ole tarpeeksi luotettavalla tasolla. Todettiin, että paras tarkkuus saataisiin hyödyntämällä otannan mediaaniarvoja, joita voitaisiin hyödyntää varovasti myös hukan kustannuksia laskettaessa.

Analyysistä pois rajatuista lomakkeista saatiin hyviä palautteita, sekä esille tilanteita, joissa hukkaa syntyi epänormaaleissa – kuitenkin jokseenkin toistuvissa – tilanteissa. Nämä kirjalliset palautteet otettiin myös vastaan, mutta niitä ei mahdollisten yhtiösalaisuuksien vuoksi kirjata tähän insinööritoimintaan.

2.2.4 Havainnot

Mekaanikon päivittäisestä työajasta menee suuri osa erilaisten työkalujen, työtasojen, apuvälineiden, suojusten ja varaosien noutamiseen tai etsimiseen. Lisäksi oikeita ohjeita joudutaan etsimään tai niiden hankalaan tulkintaan voidaan käyttää pitkiäkin aikoja. On huomattu, että modifikaatiotyömääräyksissä ohjeistuksen määrä mekaanikon kannalta on kohtuuttoman suuri. Mekaanikolle välitetään tietoa, joka ei vaikuta hänen työskentelelynsä, vaan saattaa jopa hankaloittaa ohjeiden tulkintaa. Ratkaisu mekaanikon tietotulvaan modifikaatioiden yhteydessä voisi olla yksinkertaisimmillaan dokumenttien rajaaminen, että mekaanikolle jätettäisiin ohjeistukseksi vain työn suorittamiseen tarvittava ohjeistus. Kappaleissa esitetyt ajat ovat mediaaniaikoja otannasta.

Mekaanikot hakevat varastosta työkaluja lähes aina ennen työn aloittamista. Jotkin työmääräykset ovat sellaisia, joissa ei työkaluja tarvita. Varastokäynti ennen työn aloitusta kestää kävelyineen mediaaniarvoltaan 5,5 min:a. Varastossa asiointi vaihtelee minimiarvon 1 min ja maksimiarvon 20 min:n välillä. Maksimiarvo on mahdollista saavuttaa silloin, kun kyseessä on harvoin käytetty työkalu, ja työkalun nimestä järjestelmässä ei ole varmuutta. Työkalujen nimeäminen tulisi tehdä yhteisten sääntöjen pohjalta käyttäen yhtä kieltä.

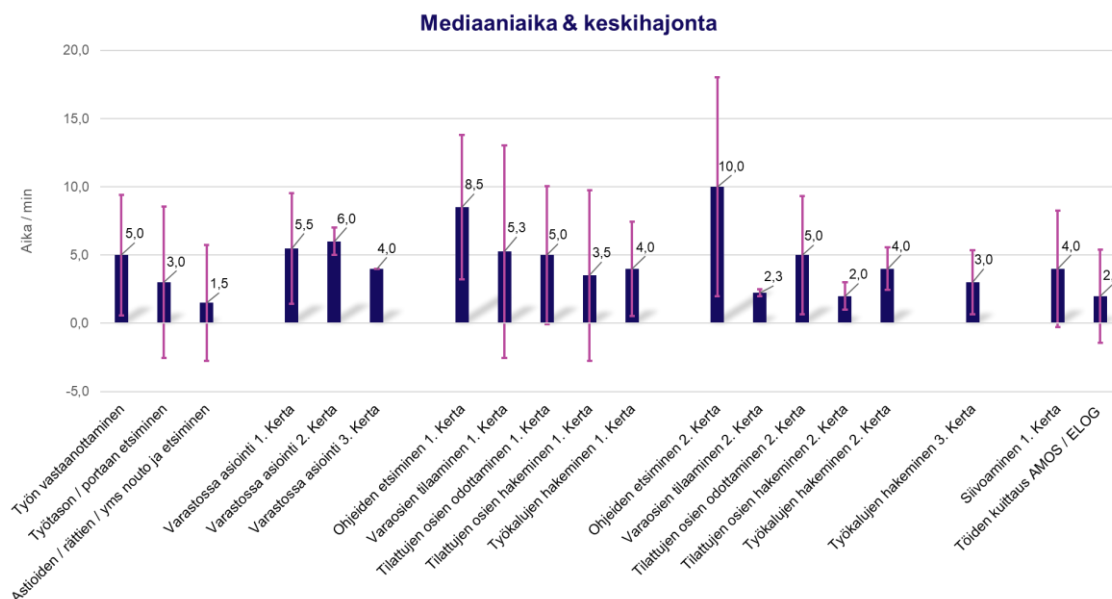
Työtasoja etsitään ja asetellaan noin kolmella kerralla neljästä, ja tähän kuluva mediaaniaika on 3 min:a vaihdellen 1- ja 20 min:n välillä. Maksimiarvo 20 min:a muodostuu silloin, kun työtasoja joudutaan siirtämään pitkien matkojen päästä. Tällaisia siirtelyjä tapahtuu usein isojen laskutelineitasojen yhteydessä, sillä niitä käytetään molemmilla

hallipuoliskoilla. Samalla astioiden sekä muiden oheistarpeiden (puhdistusliinojen, imeytymattojen) hakuun kuluu 1,5 min:a ja näitä tarvitaan 60 %:ssa töistä.

Työnteko jouduttiin keskeyttämään noin 47 %:ssa tapauksista. Kun työnteko keskeytettiin ensimmäisen kerran, kului siihen 5 min:a minimin ollessa 1 min ja maksimin 25 min:a. Työnteon keskeytymiselle laskettiin keskihajonta s kaavalla

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

jossa \bar{x} on otannan keskiarvo ja n on työnteon keskeytymisien lukumäärä. Termillä $x_i - \bar{x}$ lasketaan otannan arvojen poikkeamat keskiarvosta. Työnteon ensimmäisen keskeytymisen keskihajonnaksi saadaan 5,5 min:a. Tämä arvo kertoo, että työn keskeytymisen vaihtelu on melko suurta, kuten myös minimi ja maksimi arvoista voidaan päätellä. Suuri vaihtelu todennäköisesti johtuu ohjeiden selvitystöistä, joihin kulutettiin usein eniten aikaa, noin 8,5 min:a, (ohjeiden etsiminen, ohjekokonaisuuksien tulkinta), ja jonka toistuvuus oli yleisintä (46,7 % kerroista). Toinen selittävä tekijä on varaosien tilaaminen. Tilattavan varaosan osanumeron löytäminen ohjekirjasta saattaa olla haastavaa, sillä käytettävät ohjekirjat voivat olla epäloogisesti rakennettuja. Varaosia joudutaan tilaamaan huomattavasti harvemmin, noin 20 %:ssa kerroista. Mediaanikesto varaosan tilaukselle on 5,3 min:a, ja keskihajonta 7,8 min:a. Keskihajonta ilmaisee, että varaosien tilauksessa on suurta vaihtelua, kuten kuvasta 2 voidaan huomata.

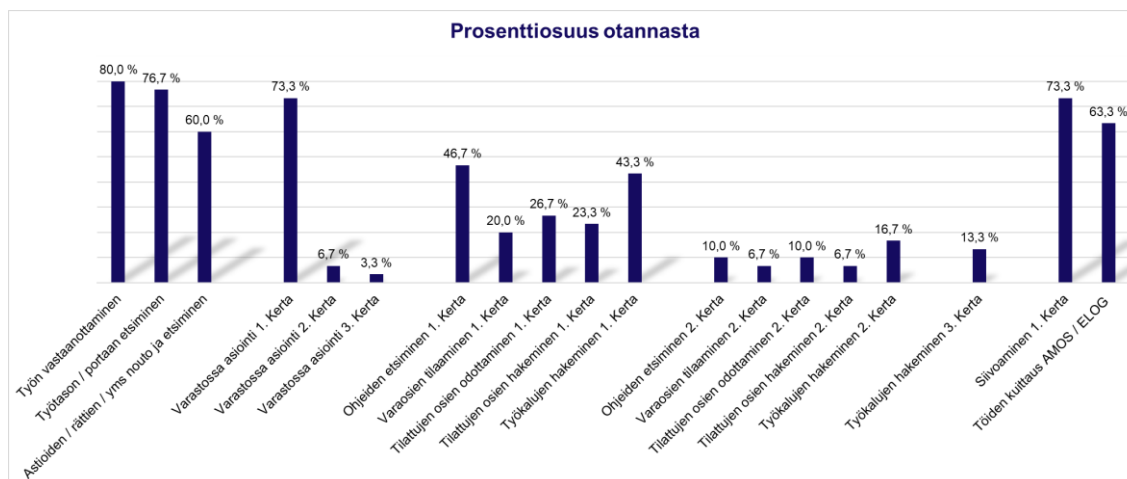


Kuva 2. Mediaaniaika ja keskihajonta.

Keskihajonnasta voidaan myös päätellä aiemmin kerrotun otannan suuruuden vaikutus tuloksiin. Mikäli otantaan olisi saatu enemmän vastauksia, olisivat tulokset tarkempia ja keskihajonnat pienempiä.

Tilattuja osia jouduttiin odottamaan pisimmillään 20 min:a, ja niitä on joskus haettava toiselta lentokonehallilta. Varaosien odottamisen mediaaniarvo on 5 min:a. Otannan ulkopuolelle rajatuista poikkeuksellisista tapauksista voidaan tarkastella, että varaosia on jouduttu odottamaan monesti jopa 2 tuntia.

Huomattavaa on myös se, että mikäli ohjeita joudutaan etsimään toisen kerran, nousee tällöin ohjeiden etsimiseen käytetty aika mediaaniarvoltaan 10:een min:iin. Ohjeita joudutaan etsimään uudelleen noin joka kymmenes kerta. Kuvasta 3 voidaan havaita otannassa mitattujen prosessivaiheiden toistuvuus prosentteina.



Kuva 3. Otannan prosenttiosuudet.

Kaaviosta nähdään, että työn valmistelu ja vastaanottaminen toistuu usein, joka onkin tärkeä pohjatyö onnistuneelle työsuoritteelle. Työn aikaisista keskeytymisistä kuitenkin huomataan, että työ joudutaan keskeyttämään eri syistä huomattavan usein. Voidaan myös todeta, että työ keskeytyy selkeästi harvemmin toisella kerralla.

2.3 Havainnointitutkimus

Finnairin A-huoltoympäristössä suoritettiin havainnointitutkimus varastopalveluiden toimittajan taholta (Kantola 2019). Havainnointitutkimuksen tavoitteena oli kappaleessa 2.2 kerrotun tavoin tunnistaa lentokonemekaanikon työvuoron aikana suorittamaa tuottavaa ja tuottamatonta aikaa. Varastopalveluiden toimittajaa kiinnosti erityisesti se, kuinka suuren osan työajastaan lentokonemekaanikko käytti heidän tuottamiensa palveluiden parissa. Lisäksi tuloksia hyödynnettiin Lean-keräilyn kehitysprojektin alkuarvoina.

Havainnointitutkimuksessa työtutkija seurasi A-huollossa toimivan lentokoneasentajan työskentelyä yhden työvuoron ajan. Havainnointitutkimuksen lentokoneasentajana toimi tämän insinööriyön kirjoittaja. Tutkija kirjasi 30 sekunnin välein ylös havaintonsa lentokoneasentajan työ- ja oheistoimista. Havainnointitutkimus oli kestoltaan 9,2 tuntia.

2.3.1 Varastopalveluiden toimittaja

Tutkimuksesta selvisi, että noin 15 % lentokoneasentajan työajasta kului varastopalveluiden toimittajan palveluiden käyttämiseen. Tästä osuudesta suurin aika kului työkalujen hakemiseen ja palauttamiseen (7 %). Huoltotoiminnassa käytettävien osien, laitteiden ja materiaalien odottamiseen, noutamiseen ja etsimiseen tai järjestämiseen kului työajasta 5 %. Materiaalien tilaamiseen päätteellä käytettiin vain 1 % ajasta, ja U/S-materiaalin käsittelyyn käytettiin 2 % työpäivästä.

Havainnointitutkimuksen työpäivälle osui luonteeltaan sellaiset työt, joissa varastopalveluiden toimittajan palveluita käytettiin tämän insinööriyön kirjoittajan kokemuksen mukaan vähäisesti. Työkalujen hakemiseen ja palauttamiseen kuluu enemmän aikaa vika- korjaustöissä sekä harvoin toistuvissa töissä, sillä tarvittavista työkaluista ei ole varmuutta, ja näin ollen useampi työkalujen nouto voi olla tarpeen. Ruuhka-aikana varaosa- tilausten odotusaika sekä työkalujen noutoaika pitenee varaston jo toimiessa täydellä kapasiteetilla.

2.3.2 Lentokonehuolto

Työpäivästä 37 % käytettiin huoltotyön suorittamiseen. Lentokonehuoltohenkilökunta kommunikoi työtehtävien aikana keskenään päivittäen työtehtävän tilannetta toisilleen, kysyen neuvoa ja neuvoen sekä suunnitellen seuraavia vaiheita. Tähän käytettiin havainnointipäivänä 12 % kokonaistyöajasta.

Havainnointitutkimuksessa ilmeni, että lentokonemekaanikoiden ja asentajien työpäivästä huomattavan suuri osa ajasta kului siirtymisiin. Työnjohtoon siirtymisiin ja siellä asioimiseen kului tutkimuspäivänä noin 7,5 % ajasta. Muihin siirtymisiin käytettiin 4 % työpäivästä. Lisäksi havaittujen poikkeamien esittämiseen esimiehelle käytettiin 3 % ajasta.

Huollon dokumentointiin käytettiin yhteensä noin 5 % työpäivästä, josta 3 % oli pääte- työskentelyä. Suurten modifikaatioiden ja tarkastusten raportointiin saattaa kulua huomattavasti enemmän aikaa, sillä raportointikohtia on paljon ja raportointien täyttäminen voi olla haastavaa.

3 Huollon kehittäminen

Suurin osa aiemmin havaituista hukkaa aiheuttavista prosessivaiheista pystyttäisiin suorittamaan huomattavasti lyhyemmässä ajassa. Päätettiin, että laajarunkolentokoneen huoltopaikan läheisyyteen tuotaisiin mekaanikon työtä helpottavia toimintoja, sekä suunniteltiin varastopalveluiden toimittajan kanssa erilaisia toimintamalleja, jotka vähentäisivät mekaanikon tarvetta liikkua pois pääasiallisen työnsä parista. Pohjatoimena tuottavalle ja laadukkaalle huoltotoiminnalle olisi siisti sekä järjestelmällinen toimintaympäristö.

3.1 Lean ja huollon kehittäminen 5S-menetelmällä

Huoltoprosessia tutkittaessa huomattiin samojen ongelmien toistuvan. Todettiin, että usea näistä ongelmista voitaisiin poistaa 5S-ajattelumallia hyödyntämällä. Se olisi oivallinen työkalu huoltohallin siistimiseen, mistä puuttui järjestelmällinen tavaroiden säilyttäminen. 5S:ää hyödyntämällä ja noudattamalla tuottavuus sekä laatu paranevat, kun toimintatapoja saadaan onnistuneesti systematisoitua ja kehitettyä.

5S on japanilaisen Hiroyuki Hirano kehittämä (Väisänen 2013) ajatusmalli, jonka viidellä askeleella pyritään kehittämään virtausta, lyhentämään prosessin läpimenoaikaa ja poistamaan hukkaa. 5S:n hyödyntäminen on rakennettava osaksi jokapäiväistä työskentelytapaa, jotta ajatusmalli toimisi oikein ja sen tuomat hyödyt saavutettaisiin. 5S on lyhenne japaninkielisistä sanoista *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke* jotka suomeksi käännettävinä tarkoittavat sortteerausta, systematisointia, siivousta, standardisointia ja seurantaa. Nämä sanat kuvastavat jokaista askelta, joita yhtiön on sisäistettävä saavuttaakseen ajatusmallin hyödyt.

3.1.1 Sortteeraus

Lentokonehalli 7:n todettiin olevan vailla kunnollista järjestystä. Nykyisellä toimintatavalla millekään huoltotasolle ei ollut omaa selkeää paikkaa, vaan tasojen paikoitus tapahtui vapaana olevalle paikalle. 5S:n ensimmäisessä askeleessa sortteerataan pois kaikki tarpeettomat tai harvoin käytetyt objektit. Lentokonehuoltotiloista löydettiin huomattava määrä harvoin käytettäviä isoja ja tilaa vieviä työtasoja, joiden tulisi olla sijoitettuna

muualle kuin huoltotapahtuman välittömään läheisyyteen. Huoltohalleista löydettiin myös menneiden lentokonemallien osien säilytystelineitä, joille ei tänä päivänä löydy enää käyttöä. Hallissa säilytettävistä tavaroista sekä tasoista tulisi tehdä selkeä kartoitus, mitä tarvitaan usein, ja mitä ei. Nämä tasot sekä tavarat tulisi sijoittaa siten, etteivät ne veisi turhaa tilaa tai mahdollisesti poistaa kokonaan. Suurien ja korkeiden huoltotelakoiden väärä sijoittelu voi aiheuttaa yhteentörmäysvaaran lentokoneen kanssa.

3.1.2 Systematisointi

5S:n toisella askeleella, systematisoinnilla, järjestetään työskentely-ympäristö loogiseksi ja selkeäksi. Selkeällä merkinnällä helpotetaan tavaroiden palautumista paikalleen ja estetään epäjärjestyksen syntyminen. Lisäksi systematisointi mahdollistaa välittömän reagoimisen, mikäli jokin objekti puuttuu tai on väärällä paikalla. Huoltohallin lattiaan on merkitty paikat eri telakoille ja portaille. Nämä merkinnät ovat päässeet kulumaan, ja niiden sijainnit tulisi miettiä uudelleen vastaamaan nykyistä laivastoa. Laajarunkolentokoneiden A-huoltojen systematisoinnissa tulee myös huomioida muita huoltotapahtumia mahdollistaen myös kapearunkolentokoneen huoltotoimet A-huoltopaikalla. Huoltopaikan järjestelystä on kerrottu tarkemmin kappaleessa 3.6.

3.1.3 Siivous

Siivous on 5S:n kolmas askel. Ylläpitämällä yleistä siisteyttä helpotetaan myös järjestyksen säilymistä. Yleinen siisteys alkaa jokaisen työn jälkeisestä omien jälkien siivouksesta. Työ voidaan laskea valmiiksi vasta, kun työstä aiheutuneet epäpuhtaudet on saatu siivotuksi ja tarvittut työvälineet ja tasot on saatu palautettua paikoilleen. Nykyisillä toimintatavoilla siivoukselle ei juuri jätetä painoarvoa. Usein siivous hoidetaan työvälineiden ja työskentelytasojen siirtämisellä pois lentokoneen liikkuma-alueiden rajoilta, eikä viemällä niitä takaisin oikeille paikoilleen. Työvälineiden ja työskentelytasojen väärä paikoitus aiheuttaa seuraavan mekaanikon työssä hukkaa, sillä hän etsii tarvitsemiaan työvälineitä ja tasoja ympäri hallia. Nykyisin huoltohallissa on epäsiistiä, pienemmät tavarat (poissulkien työkalut) jätetään jo valmiiksi sekaisten huoltopöytien päälle, sekä usein käytettyjä kemikaaleja lojuu työkaluvaunujen päällä.

Kemikaalien väärä varastointi saadaan korjattua lanseeraamalla myöhemmässä kappaleessa mainittua kemikaalikärryjen käyttöä. Siisteyttä saataisiin myös parannettua tuomalla halliin jokapäiväisiä siivousvälineitä. Näiden läsnäolo madaltaa kynnystä siivoamiselle ja siten edesauttaa yleisen siisteyden paranemista.

3.1.4 Standardisointi

Neljännellä askeleella kaikki toiminta pyritään standardisoimaan sopimalla yhteisistä toimintatavoista. Standardisoimisien onnistuminen mahdollistetaan luomalla selkeät visuaaliset ohjeet. Toimintatavat ohjeineen tulisi tuoda kaikkien saataville helposti ja yksinkertaisesti.

Yhdessä toimimista voitaisiin kehittää tuomalla tarkastuslistoja tiettyihin huollon vaiheisiin vastuualueineen. Näitä vaiheita olisivat hetket ennen lentokoneen saapumista halliin, lentokoneen saavuttua halliin, huollon aikainen toiminta, hetki ennen lentokoneen poistumista hallista sekä lentokoneen poistuttua hallista. Tarkastuslista A-huoltohäkin sisällöstä sekä layout-kuva huoltotasojen ja suurien työkalujen sijainneista helpottaisi näiden palautumista oikeille paikoilleen. A-huoltohäkin tarkastuslistaan otettaisiin kuvat hyllypaikoista kaikkine työkaluineen. Näin A-huoltohäkkiä tarkastettaessa huomattaisiin helposti, mikäli jokin työkalu puuttuu.

Työtasojen sekä suurten työkalujen palautumista paikalleen voitaisiin parantaa tuomalla hallin eri osille omat värinsä. Hallipuoliskojen kiitoradan puolella ja rahdin puolella säilytettävät tasot ja työkalut maalattaisiin eri värisiksi, jolloin huomattaisiin välittömästi, mikäli työskentelytaso tai työkalu on paikoitettu väärin. A-huoltohäkissä kaikkien työkalujen viivakoodit ja nimikkeet on tulostettu samalle värille, jolloin tiedetään kyseisen työkalun kuuluvan A-huoltohäkkiin.

3.1.5 Seuranta

Seuranta 5S:n viimeinen sekä vaikein askel. Seurannalla tarkoitetaan kaikkien sitoutumista 5S-toimintatapoihin ja malleihin sekä ajan kuluessa 5S:n muuttamista osaksi rutiineja. Seuranta on ylläpidettävä työnantajan sekä työntekijän toimesta. Mikäli toimintatapoja ei seurata, tulevat 5S:n aiemmat askeleet epäonnistumaan seurannan puutteen johdosta ajan saatossa (Arrow Engineering Oy).

Osa seuranta on 5S-ajattelumallin jakaminen ja kouluttaminen kaikille henkilöille, jotka toimivat ympäristössä, jossa 5S:ää hyödynnetään. Työntekijöille tulee perustella selkeästi, miksi muutoksia toimintatapoihin tehdään. Uusien toimintatapojen hyödyt tulee ilmaista selkeästi, jolloin motivaatio muutokseen on parempi ja muutosvastarinta pystytään pitämään minimissään. Lisäksi työntekijöitä tulisi rohkaista tuomaan ideansa esille. Mikäli työntekijän tuomat kehitysehdotukset ovat helposti ja nopeasti mahdollistettavissa, tulisi ne ottaa koekäyttöön ja seurata, tuottavatko ne lisäarvoa työlle.

5S-järjestelmän toimivuutta ja jatkuvaa käyttöä tulisi tutkia auditoinneilla. Auditoinneilla selvitetään jokaisen 5S:n askeleen toimiminen ja havainnoidaan mahdollisia poikkeamia ja kehityskohteita. Auditointia varten luodaan tarpeita vastaava kysymyslista, joka on hyvin yksinkertainen ja yksiselitteinen. Tyypillisesti auditointi suoritetaan 1–2 kertaa viikossa.

3.2 A-huoltohäkki

Rakentamalla työkaluhäkki huoltokohteen välittömään läheisyyteen, pystytettäisiin vähentämään huomattavasti työkalujen hakemiseen kuluva-aikaa. Huoltohalli on kooltaan erittäin suuri, minkä vuoksi varastoon kävely itsessään vie jo aikaa. A-huoltohäkkiin tuotaisiin eniten käytetyimmät työkalut, turvallisuustarvikkeet, eniten käytettyjä erityistyökaluja sekä Lean-kärry, jonka sisältö päivitetäisiin vastaamaan tämän päivän tarpeita (kuva 4).



Kuva 4. A-huoltohäkki.

Lentokonehuoltotoiminnassa on tiedettävä jokaisen lainatun työkalun sijainti, jotta voidaan varmistaa, ettei lentokoneeseen jää huollon päätteeksi työkaluja. A-huoltohäkin sisällön työkaluvalvonta järjestettäisiin itsepalveluvaraston tapaan, jossa mekaanikko avaa A-huoltohäkin oven näyttämällä henkilökorttiaan kortinlukijaan. Näin jokaisesta työkaluhäkkiin astuneesta henkilöstä jää valvontatieto. Aloittaakseen työkalulainauksen, asettaa mekaanikko henkilökorttinsa kortinlukijan päälle, joka on yhdistetty tietokoneeseen. Finnair käyttää työkaluvalvonnassaan MROTools.io – nimistä ohjelmaa, joka on laadittu lentokonehuollon työkaluvalvontaan. Kirjaututtuaan henkilökortillaan MROTools.io -ohjelmaan, lukee mekaanikko viivakoodinlukijalla huollossa olevan lentokoneen rekisteritunnuksen. Tämän jälkeen hän voi aloittaa viivakoodinlukijalla lainaamiensa työkalujen viivakoodien lukemisen. Luetut viivakoodit tallentuvat kyseisen mekaanikon henkilönumerolle, ja näin ollen kyseinen mekaanikko on vastuussa työkalujen palautumisesta työkaluhäkkiin. Työkalun palautus A-huoltohäkkiin tapahtuu samalla prosessilla, pois lukien lentokoneen rekisteritunnuksen lukemisen.

Suurimpana haasteena häkin kohdalla arvioitiin olevan sen oikeaoppinen käyttö. Häkki on suunniteltu käytettäväksi ainoastaan yhden lentokoneen huoltoon kerrallaan, mutta vieressä olevien muiden huoltojen houkutus häkin käyttöön olisi varmasti suuri. Tämä vaatii henkilökunnalta sitoutuneisuutta, jotta häkkiä ei käytetä yleisenä työkaluvarastona, vaan ensisijainen työkalujen lainauspiste muille huolloille toimisi työkaluvaraston kautta. Tätä tulee seurata A-huoltohäkin käyttöönoton yhteydessä, ja tiedottaa selkeästi, että häkki on vain yhden samanaikaisen lentokoneen A-huollon käytettävissä.

Toiseksi haasteeksi arvioitiin häkin tarkastus ja siisteys. Huollon päätteeksi suoritettavan tarkastuksen suorittamisesta tahdottiin saada merkintä, joten tästä päätettiin luoda kuitauskohta lopputyömääräykseen. Tarkistuksen ja häkin lukituksen suorittanut henkilö merkitsisi tai leimaisi lopputyömääräykseen AY-numeronsa hyväksytyn tarkistuksen merkiksi.

3.3 Kemikaalikärry

Lentokonehuoltotoiminnassa käytetään valtavasti erilaisia kemikaaleja. Varastopalveluiden toimittaja tuotti lentokonehuollolle tiedot, joista selvisi noin 40 kemikaalia, joita käytettiin usein. Nämä kemikaalit päätettiin tuoda huoltokohteen välittömään läheisyyteen helposti saataville liikuteltavaan kärryyn. Kemikaalikärrystä tehtiin yksi konseptimalli, jonka palautteiden pohjalta tultaisiin tulevaisuudessa luomaan kaksi kemikaalikärryä per lentokonehallipuolisko. Varastopalveluiden toimittaja vastaa kemikaalikärryjen täydentämisestä, sekä kärryssä olevien kemikaalien ikävalvonnasta.

Nykyisellä toimintamallilla mekaanikko hakee tarvitsemansa kemikaalin varastosta. Koska kemikaaleille ei ole varsinaista säilytyspaikkaa huoltohallin puolella, jää kyseinen varastosta noudettu kemikaali usein lojumaan työkaluvaunujen sekä huoltopöytien päälle. Riittävällä kemikaalikärrymäärällä voitaisiin vähentää epäsiisteyttä, kun tarvittava kemikaali löytyy hyvin läheltä, eikä sen palauttaminen paikalleen vaatisi suurta vaivaa. Tällä toimintatavalla varmistettaisiin myös, että kaikki huoltohallista löytyvät kemikaalit olisivat ikävalvonnan piirissä.

Kemikaalien säilytyspaikat kemikaalikärryssä tulisi merkitä tuotenimikkein, sekä mahdollisuuksien mukaan merkitä myös Airbussin käyttämin kemikaalikoodin. Kemikaalikärryn pysymistä siistinä voitaisiin edesauttaa visualisoinnilla, esimerkiksi asettamalla kuva kyseisestä kemikaalipakkauksesta sen paikalle kemikaalikärryssä. Lisäksi kemikaalit tulisi jaotella hyllyille pakkauksen ja sisällön mukaan; aerosolipakkaukset omalle hyllylleen, rasvat omalle hyllylleen, sekä silikonit ja muut tiivistyskemikaalit omalle hyllylleen. Suunnittelemalla kemikaalikärry visuaalisesti ja loogisesti oikein, vältetään suurimmalta riskiltä, eli kemikaalikärryn epäsiisteydeltä.

3.4 Työpöytä

Lentokonehuoltohallissa henkilösuojaimet sekä kulutustarvikkeet ovat sijoitettu rakennuksen keskiosassa olevan toimistorakennuksen molemmiin puolin. Toisella puolella säilytetään henkilösuojaimia ja vastapuolella huollossa käytettäviä kulutustarvikkeita. Päätettiin, että useimmin käytetyt henkilösuojaimet ja kulutustarvikkeet tuotaisiin liikuteltavien huoltopöytien yläosaan huoltokohteen läheisyyteen. Näin mekaanikon ei tarvitsisi kiertää toiselle puolelle huoltohallia hakeakseen henkilösuojaimia tai kulutustuotteita. Työpöydän esisijainen tarkoitus on toimia huoltodokumentoinnin apupöytänä, johon mm. Weeckly Check- ja SC- listat voidaan kiinnittää magneetein helposti kaikkien nähtäville (Kuva 5).



Kuva 5. Valmis työpöytä henkilösuojaimin sekä kulutustarvikkein

Työpöytä sijoitettaisiin matkustajaportaiden viereen, jolloin se olisi keskeisellä sijainnilla ja palvelisi mahdollisimman monia samanaikaisesti. Huoltopöydän täydennyksestä vastaa varastopalveluiden toimittaja. Työpöytiä rakennettiin yhteensä neljä kappaletta, ja ne on sijoitettu laajarunkolentokoneiden huoltopaikkojen läheisyyteen.

Haasteena työpöytien käytössä tulisi olemaan niiden siisteyden ylläpito. Hyllyt tulisi merkitä ja täyttää siten, ettei niissä voitaisi säilyttää mitään hyllyihin kuulumatonta. Lisäksi tulisi huomioida, että työpöytää ei käytettäisi huoltopöytänä, mihin sitä ei ole suunniteltu.

3.5 Lean-keräily

Insinööriyön aikana suoritettiin kokeilu, jossa A-huoltoon tarvittavat ennakoon tilatut varaosat sekä laitteet toimitettiin siirrettävällä kärryllä varastopalveluiden toimittajan puolesta suoraan lentokoneen läheisyyteen huollon alussa. Nykyisellä toimintatavalla mekaanikko noutaa tilatut varaosat keräilyalueelta (KK-ruutu), ja toimittaa ne huollettavan lentokoneen läheisyyteen.

Kokeilussa toimitusmallissa varaosat ja laitteet jaoteltiin ATA 100 -järjestelmän mukaisesti kolmeen osaan. ATA 100 on lentokonejärjestelmien numerointistandardi, jossa eri lentokonejärjestelmille on annettu oma ATA-numeronsa. Kokeilussa tilatut varaosat ja laitteet jaoteltiin karkeasti kolmeen osioon:

- matkustamon laitteet ja kalusteet (ATA 25)
- runko ja muut järjestelmät (ATA 20–57)
- moottorit (ATA 70–80).

Kyseisen osion varaosat ja laitteet järjesteltiin omalle hyllylleen työmääräysnumerojärjestykseen, josta mekaanikon oli ne helppo löytää. Äärimitoiltaan suuret sekä painavat osat rajattiin ulos kokeilusta. Mitoiltaan pienille sekä kevyille osille hankittiin lokeroitu kannellinen laatikko, joka esti, ettei huoltohallin mahdollinen tuuli veisi osia mukanaan.

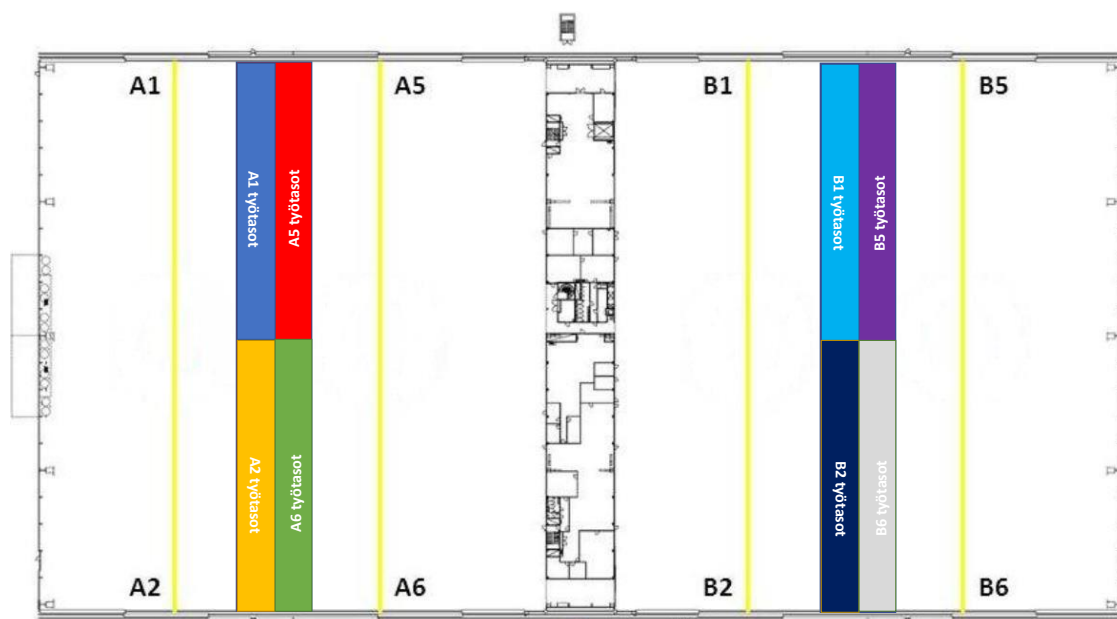
Kokeilun perusteella pohdittiin, voitaisiinko tällainen toimitusmalli yhdistää myös vikaosatilauksiin. Vikaosatilauksen tehtyään mekaanikko poistuu huollettavalta lentokoneelta lähteäkseen noutamaan tilaamaansa osaa tai laitetta. Tämä saattaa toistua välillä useaan otteeseen, mikäli varasto on päässyt ruuhkautumaan. Varastopalveluiden toimittajan kanssa sovittaisiin toimintatapa, jossa käynnissä olevan A-huollon vikaosatilaukset toimitettaisiin esimerkiksi ennakotilattujen varaosien ja laitteiden kanssa samaan karryyn. Tällä poistettaisiin kokonainen hukkaprosessivaihe, kun mekaanikon ei tarvitsisi poistua pääasiallisen työnsä parista, vaan tilattu osa toimitettaisiin suoraan työkohteen välittömään läheisyyteen.

3.6 Huoltopaikan järjestely ja merkintä

Nykytilaa selvittäessä huomattiin, että lentokonehallin keskellä sijaitseva työtasojen säilytysalue on sekava, sekä siinä säilytettiin monia telineitä, joiden käyttö on vähäistä. Näiden työtasojen ja telineiden säilytyksen tulisi olla sellaisessa paikassa, jossa ne eivät veisi turhaa tilaa eivätkä häiritsisi huoltotoimintaa. Lentokonetta hinattaessa halliin on ollut tapauksia, joissa työtaso tai teline on ollut sijoiteltuna siten, että ilman sen siirtämistä olisi tästä koitunut törmäys lentokoneen kanssa.

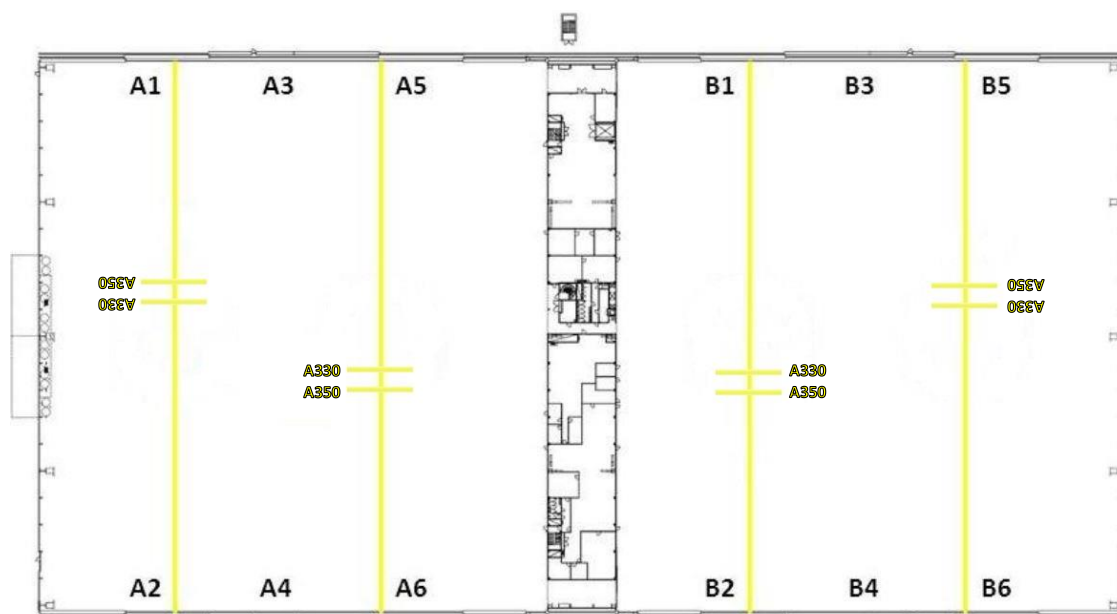
Päätettiin, että lentokonehallin työtasot järjestettäisiin siten, että juuri oikeat työtasot olisivat lähellä niiden tarkoituksen mukaista käyttökohdetta. Lattiaan merkittiin jokaiselle työtasolle oma paikkansa. Työtasojen layout-suunnitelma on kuvattu liitteessä 2. Työtasojen oikealla järjestelemisellä helpotetaan työn tekemistä huomattavasti, kun halutun työtason etsimiseen ei kulu aikaa vaan tiedetään aina tason sijainti. Työtasot tulee palauttaa aina merkityille paikoilleen, jotta työ oikeasti helpottuu. Tämä on suuri haaste huollossa, sillä nykyisellä ajatusmallilla millekään tasolle ei ole omaa paikkaansa, vaan työtaso jätetään paikkaan, jossa on vapaata tilaa. Kun työtaso jätetään merkitsemättömään paikkaan, joudutaan sitä ennen seuraavaa käyttökertaa etsimään ja näin ollen käyttämään aikaa hukkaan.

Lattioiden merkinnän lisäksi, voitaisiin työtasojen säilytyspisteille asentaa noin silmien korkeudelle kuvat oikein paikoitetuista telineistä. Tämä lisäisi 5S:n rakentamaa visuaalista havainnointia ja edesauttaisi työtasojen palautumista oikeille paikoilleen. Työtasot voitaisiin myös merkitä kyseisen hallipaikan kirjainnumeron mukaan ja käyttää yhteistä väriä työtasojen merkinnässä koko alueella kuten kuvassa 6 on esitetty.



Kuva 6. Työtasojen säilytysalueet kuvattuna kirjainnumeroinnilla sekä värillä.

On havaittu, että lentokonetta siirtävän hinaustraktorinkuljettajan on vaikea hahmottaa, milloin lentokone on sisällä lentokonehallissa (varsinkin WB). Tätä voitaisiin helpottaa maalamalla lattiaan tyypikohtaiset merkinnät, jotka kertoisivat hinaustraktorinkuljettajalle lentokoneen nokkapyörän oikean sijainnin (kuva 7).



Kuva 7. Nokkapyörien sijainnit konetyyppikohtaisesti (ei mittakaavassa).

Samalla helpotettaisiin matkustajaportaiden asentamista paikalleen, jolloin lentokoneen matkustajaovi olisi aina lähes samalla paikalla ja portaiden kohdistaminen paikalleen helpottuisi.

3.7 Ajatusmallin muutos

A-huolloissa lentokonemekaanikko ja asentaja toimii monessa erilaisessa roolissa. Suuri osa työajasta käytetään moneen oheistoimeen, mikä mahdollistaa lentokoneen huoltamisen. Nykyisessä toimintamallissa huoltohenkilökunta joutuu keskeyttämään työskentelyn tarvikkeiden tai materiaalien etsimisen vuoksi, toimiakseen lähettinä huoltokohteen ja varastopalveluiden toimittajan välillä, tai etsiäkseen oikeanlaisia ohjeita sekä tulkitakseen haastavia ohjekokonaisuuksia työmääräyksen suorittamiseksi.

Jotta huollon läpimenoaikaa pystytään pienentämään ja tuottavuutta parantamaan, on kaikesta mahdollisesta ylimääräisestä toimesta päästävä järkevissä rajoissa pois. Kaikkien lentokonehuoltotuotantoon ja sen tukitoimiin osallistuvien tulisi ymmärtää ideologia, jossa ajatellaan lentokonemekaanikkoa tai asentajaa yhtiön sisäisenä asiakkaana. Työmääräykset pyrittäisiin rakentamaan mahdollisimman yksinkertaisiksi, raportointi mahdollistettaisiin siten, että työnjohtaja voisi suorittaa raportoinnin työtä suorittavan

henkilöstön puolesta. Materiaali toimitettaisiin tai olisi liikuteltavissa huoltokohteen välittömään läheisyyteen, samoin huollossa käytettävä oheistarvikkeet (kemikaalit, puhdistusliinat, yms.). Mekaanikkojen ja asentajien turhaa liikkumista pois lentokoneelta tulisi pyrkiä vähentämään mahdollisimman paljon tuomalla kaikki tarvittava järkevälle läheisyydelle, tai sijoittamalla se kaikille yhteisesti sovittuun paikkaan, josta se varmasti löytyisi ja jonne se myös palautuisi.

Huoltohenkilöstön sekä tuotannon esimiesten tulisi huomioida ja kantaa vastuu huoltohallin siisteydestä sekä ymmärtää järjestyksen tärkeys. Kun tarvittavat työskentelytasot, isot työkalut ja muut tarvikkeet aina palautettaisiin oikeille paikoilleen huoltohallissa, olisivat ne aina myös sieltä löydettävissä, eikä aikaa suotta käytetäisi niiden etsimiseen. Tämän toimiminen edellyttää selkeitä visuaalisia merkintöjä, jotta työskentelytasot, isot työkalut ja muut tarvikkeet löytävät omat paikkansa helposti.

4 A-huollon prosessikuvaus

A-huoltoprosessin kokonaiskuvan ymmärtäminen helpottaa kaikkien huoltoon osallistuvien henkilöiden toimimista, sekä mahdollistaa oman toiminnan optimoimisen. Selkeällä, riittävän yksinkertaisella prosessikuvauksella saadaan kaikille käsitys isosta kuvasta, ja siitä, miten seuraavassa vaiheessa toimitaan.

4.1 TOPI Wide Body A-check procedure

TOPI (*Technical Operations Procedures and Instructions*) on Finnairin laatima huollon toimintaohjekirja, jossa kerrotaan Finnair Technical Operationsin toiminta. TOPIsta löytyy oma osionsa lentokonehuoltotoiminnalle, ja sen kohdassa 08.04.03 on myös määritetty laajarunkolentokoneiden A-huoltoprosessi.

TOPI 08.04.03 kuvaa laajarunkolentokoneiden A-huoltoprosessin jakaen sen neljään osaan. Prosessi on jaettu työn valmisteluun, töiden aloittamiseen, töiden aikaiseen toimintamalliin sekä lopputöihin. Jokaiselle prosessin kohdalle on määritetty vastuuhenkilö.

A-huoltoa edeltävässä vuorossa toimiva työnjohtaja (SV, *Supervisor*) aloittaa seuraavan A-huollon esivalmistelun. Hän tarkistaa saatavilla olevan työvoiman, esiallokoi henkilöt erikoisosaamiset huomioiden oikeille työmääräyksille sekä suunnittelee työpaketin suoritusjärjestyksen huomioiden työmääräysten ristivaikutukset. SV tarkastaa huoltopaketin muutosten varalta ja varmistaa, että kaikki varaosat ja laitteet on jo tilattu.

A-huollon tuotannon vuorossa oleva SV suorittaa lopullisen allokoinnin. Samalla työt priorisoidaan ja lopullinen aikataulutusta suoritetaan. SV jakaa työmääräykset mahdollisimman aikaisin mekaniikoille sekä asentajille, jotta heille jää aika perehtyä työhön. SV määrittää henkilöt, jotka hakevat lentokoneen asematasolta, sekä suorittavat mahdollisuuksien mukaan työmääräysten testejä, jotka saattaisivat häiritä muuta huoltoa koneen saavuttua huoltohalliin.

Saman aikaisesti SV:n määrittämät henkilöt valmistelevat hallipaikan, jossa huolto on tarkoitus suorittaa. Tähän sisältyy varastopalveluiden toimittajan toimittamien varaosien ja materiaalien tarkastus. Varastopalveluiden toimittaja järjestää varaosat sekä materiaalit huoltopaikalle selkeästi lajiteltuna työmääräyksittäin siten, että yhden työmääräyksen materiaalit löytyvät yhdestä laatikosta. Lisäksi hallipaikan valmisteluun valitut henkilöt avaavat A-huoltohäkin lukituksen ja tarkastavat, että kaikki työkalut ja tarvikkeet ovat paikallaan. SV:n määrittämät henkilöt merkitsevät huoltoon tulevan lentokoneen rekisteritunnuksen A-huoltohäkin siihen varattuun kohtaan.

Lentokoneen saavuttua halliin aloitetaan automaattisesti huollon esivalmistelut sekä matkustajaportaat asetetaan (mahdollisuuksien mukaan) lentokoneen toisille oville (RH tai LH huoltopaikasta riippuen). Samalla työpöytä siirretään matkustajaportaiden viereen toimien huollon dokumentoinnin apusijana (SC ja Weekly checklist niille varattuihin telineisiin).

Tämän jälkeen aloitetaan huollon suorittaminen. Työmääräyksiä tehdään SV:n määrittämässä järjestyksessä. Mekaanikon suoritettua työkortin hän kuittaa tekemänsä työn ja / tai suorittaa kuittauksen AMOSissa. Tämän jälkeen aloitetaan uusi työ. Mikäli työ on luonteeltaan pitkäkestoinen ja se jää kesken, toimitaan TOPIn kohdan 08.02.01 mukaisesti vuoronvaihtotilanteessa, jolla varmistetaan seuraavien mekaanikkojen

tilannetietoisuus. Myös SV:lle informoidaan työn tilanne. Mikäli työn yhteydessä havaitaan vika, ilmoitetaan tästä viipymättä SV:lle, joka koordinoi vikatyömääräyksen laatimisen.

SV raportoi huollon statusta reaaliaikaisesti AMOSin Event-maskilla, sidosryhmien Skype-keskustelussa sekä MCC:lle. Reaaliaikainen viestintä on tärkeää, ja se mahdollistaa nopean reagoinnin mahdollisissa ongelmatilanteissa.

Huollon ollessa loppuillaan SV määrittää henkilöt lopputöiden suorittamiseen. Lentokoneen huollon aikaiset suojalaitteet poistetaan ja lentokone palautetaan lentokuntoon. Hallipaikka siivotaan huollon jäljiltä ja kaikki työtasot siirretään merkityille paikoilleen. Nimetty henkilö inventoi A-huoltohäkin ja hyväksytyn inventaarion jälkeen lukitsee sen. A-huoltohäkin tarkastanut henkilö kuittaa henkilönumerollaan häkin tarkastuksen lopputyömääräykseen. Työpöytä siistitään ja siirretään sille merkitylle paikalle. Käyttämättömät varaosat, käyttökelvottomat (U/S) osat sekä laitteet ja materiaalit palautetaan varastopalveluiden toimittajalle.

Samanaikaisesti huollon lopputöiden kanssa osa mekaanikoista osallistuu mahdolliseen huollon jälkeiseen moottoreiden koekäyttöön. Nämä henkilöt varmistavat, että heillä mahdollisesti mukanaan olevat työkalut ja tarvikkeen palautuvat paikoilleen.

Hyväksytyjen lopputöiden sekä koekäytön jälkeen huolto päätetään SV:n / Lead Engineerin toimesta. He varmistavat kaikki kuittaukset ja päättävät huollon AMOSissa. Tämän jälkeen lentokoneelle annetaan *Release*.

5 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli kuvata ja kehittää FTO:n laajarunkolentokoneiden A-huolto-prosessia ja lyhentää läpimenoaikaa. Työn aikana suoritettiin haastatteluita ja tutkimuksia, joilla tunnistettiin A-huolloissa syntyvää hukkaa. Lentokonemekaanikon ja asentajan työtä tutkittaessa havaittiin, että suuri osa työskentelystä meni huollon oheistoimintojen suorittamiseen. Havaittiin, että lentokonemekaanikoilla ja asentajilla kuluu huomattavan suuri osa työajasta siirtymisten, odottelun ja etsimisen merkeissä. Nämä prosessivaiheet tunnistettiin VSM-analyysillä ja niiden kestoja mitattiin kyselyllä. Kyselyn otanta jäi insinööriyön kirjoittajan mielestä pienehköksi, mutta otannasta saatiin kuitenkin tärkeää ja havainnollistavaa dataa. Otantaa suurentamalla saataisiin absoluuttisia lukuarvoja, joiden pohjalta voitaisiin tehdä päätöksiä kehitettävistä kohteista.

A-huoltojen nykytilaa selvittäessä havaittiin, että laajarunkolaivaston samanaikainen kääntöaikataulu iltapäivisin tuottaa haasteita riittävään resurssimäärään. Suuri osa laajarunkolentokoneiden kääntöön vaadittavista henkilöistä on tyyppihyväksyttyjä lentokonemekaanikkoja. Lähes poikkeuksetta on A-huoltojen yhteydessä moottorihuoltoja, jotka Finnairin laajarunkolaivastossa on suoritettava tyyppihyväksytyn mekaanikon toimesta ETOPS-operoinnin vuoksi. Voidaan todeta, että lentokonehuoltoon osallistuvien mekaanikojen ja asentajien osaamisen oikea allokointi on huollon onnistumisen kannalta kriittisessä asemassa. Allokointiin tulisi luoda yhteiset pelisäännöt, millä vältettäisiin viime hetken muutokset.

Insinööriyön ohella kehitettiin huoltohenkilöstöä helpottavia työkaluja. Huoltoympäristön läheisyyteen rakennettiin A-huoltohäkki, jonne tuotiin usein käytettyjä työkaluja sekä turvallisuusvarusteita. Huoltohalliin tuotiin kemikaalikärryjä, joihin valikoitiin 40 eniten käytettyä kemikaalia. Lisäksi rakennettiin työpöytiä, jotka toimivat huoltodokumentaation apupöytinä sekä kulutustarvikkeiden säilytyspisteinä. Nämä työkalut luomalla tuotiin huoltohenkilöstön välittömään läheisyyteen tarvittavia objekteja. Näin pystyttiin pienentämään ylimääräistä liikkumista huoltohallissa, jossa kävelymatkat voivat muodostua yllättävän pitkiksi liikkumisten toistuessa useita kertoja päivässä.

Työn pohjalta saatiin luotua kehittynyt versio A-huoltoprosessista, sekä annettiin ehdotuksia huollon kehittämiseksi ja läpimenoajan pienentämiseksi. Ottamalla 5S-ajattelu malli osaksi jokapäiväistä huoltotoimintaa, saadaan A-huolto standardisoitua sekä siisteyttä parannettua, ja näin ollen huollon suorittamista pystytään helpottamaan.

Lähteet

5S viitoittaa tien Lean tuotantoon. Verkkoaineisto. ARROW Engineering Oy. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2122721/ARROW%20Docs/5S_viitoittaa_tien_Lean-tuotantoon.pdf>. Luettu 22.8.2019.

Ilma-aluksen lentokelpoisuus. 2019. Verkkoaineisto. Traficom, Liikenne ja viestintävirasto. <<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/ilmailu/ilma-aluksen-lentokelpoisuus>>. 06.09.2019. Luettu 29.10.2019.

Kantola, A. 2019. Havainnointitutkimus Finnair Tekniikka, A-huolto. Yhtiön yhteistyökumppanin sisäinen dokumentti. HUB Logistics.

Komission asetus (EU) ilma-alusten sekä ilmailutuotteiden, osien ja laitteiden jatkuvan lentokelpoisuuden ylläpidosta ja näihin tehtäviin osallistuvien organisaatioiden ja henkilöstön hyväksymisestä. 2014. N:o 1321/2014.

Lean-ajattelu kahdeksan turhuuden poistoon. 2018. Verkkoaineisto. Oppia.fi-blogi. <<https://blog.oppia.fi/2018/04/10/lean-ajattelu-kahdeksan-turhuuden-poistoon/>>. Päivitetty 10.4.2018. Luettu 2.3.2020.

MOE, Maintenance Organisation Exposition. 2020. Yhtiön sisäinen dokumentti. Finnair Technical Operations.

TOPI, Technical Operations Procedures and Instructions. 2017. 08.04.03 WB A-check procedure. 08.05.2017. Yhtiön sisäinen dokumentti. Finnair Technical Operations.

TOPI, Technical Operations Procedures and Instructions. 2020. 01.00.02 Organisation duties and responsibilities. 07.01.2020. Yhtiön sisäinen dokumentti. Finnair Technical Operations.

TOPI, Technical Operations Procedures and Instructions. 2020. 01.00.02.02 Organisation duties and responsibilities - Maintenance Control. 13.01.2020. Yhtiön sisäinen dokumentti. Finnair Technical Operations.

TOPI, Technical Operations Procedures and Instructions. 2020. 01.00.02.05 Organisation duties and responsibilities - Aircraft Maintenance. 16.01.2020. Yhtiön sisäinen dokumentti. Finnair Technical Operations.

Väisänen, Jouni. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Verkkodokumentti. <<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyökalu/>>. 15.01.2013. Luettu 22.8.2019.

Hukka-ajan kartoituslomake

Hukka-ajan kartoitus



Tarkoituksena on selvittää, kuinka suuri osa mekaanikon työajasta menee turhaan toimintaan. **Selvityksessä ei mitata työntekoa eikä taukoja**, vaan ainoastaan työn suorittamiseen vaadittavaa oheistoimintaa.

Täyttöohje

Kirjoita mahdollisimman tarkasti jokaiseen vaiheeseen käyttämäsi aika minuutteina. **Huomioi**, että jokaista kohtaa ei tule täyttää, vaan ainoastaan ne kohdat, jotka toteutuvat työtä tehdessäsi.

Osa kohdista saattaa toistua useampaan kertaan, jolloin näiden kestot kirjoitetaan 2. kerta - ja 3. kerta - sarakkeisiin.

Mikäli työvaihe toistuu vielä useammin, voidaan se kirjoittaa *Muita huomioita* - kohtaan.

Palauta täytetty lomake WB työnjohdon tilassa olevaan lomakkeiden palautuslaatikkoon.

TYÖN ALOITUS

Työn vastaanottaminen (käynti työnjohdossa, min)

VARASTO

Varastossa asiointi

Agilon tai varastotiski, tilattujen osien nouto + kävely varastoon ja varastosta koneelle

1. kerta

2. kerta

3. kerta

VALMISTELU & TYÖN AIKANA

1. kerta

2. kerta

3. kerta

Työtason / portaan etsiminen
asentaminen paikalleen

Astioiden / rätien / yms oheistarvikkeiden
nouto ja etsiminen

1. kerta

2. kerta

3. kerta

Page 10

Page 10 of 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

□ □ □ □ □

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10

Page 10 of 10

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

Huoltopaikan A5 layout - suunnitelma

