



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

F/A-18 HORNETIN HUOLTO-OHJELMIEN VERTAILU SUOMEN JA KANADAN ILMAVOIMIEN VÄLILLÄ

TEKIJÄ: Antti Heimonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Antti Heimonen	
Työn nimi F/A-18 Hornetin huolto-ohjelmien vertailu Suomen ja Kanadan ilmavoimien välillä	
Päiväys 4.11.2016	Sivumäärä/Liitteet 15
Ohjaajat TKI-asiantuntija Kai Kärkkäinen, Savonia AMK; yliopettaja Veli-Matti Tolppi, Savonia AMK; elinjaksosuunnittelun asiantuntija (DI) Henry Paajanen, Puolustusvoimien logistiikkalaitoksen esikunta	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Puolustusvoimien logistiikkalaitoksen esikunta	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä yleisellä tasolla kunnossapitoon, huoltojärjestelmän luomiseen sekä määräaikaishuoltoon. Tarkoituksena oli tutkia tarkemmin lentokoneisiin liittyvää kunnossapitoa sekä analyysimenetelmiä määräaikaishuolto-ohjelman luomiseen.</p> <p>Työssä tutkittiin kunnossapitoa ja huoltojärjestelmiä yleisellä tasolla sekä perehdyttiin tarkemmin MSG-3- ja RCM-analyysintimenetelmiin työn tilaajalta saadun materiaalin perusteella.</p> <p>Tämä on työn julkinen versio. Tässä ei käsitellä työn tilaajan toivomuksesta muuta kuin yleistä teoriaa aiheesta. Varsinainen työ liitteineen luovutetaan työn tilaajalle.</p>	
Avainsanat kunnossapito, määräaikaishuolto, MSG-3, RCM	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Antti Heimonen			
Title of Thesis Comparison of F/A-18 Hornet maintenance programs between Finnish Air Force and Royal Canadian Air Force			
Date	4 November 2016	Pages/Appendices	15
Supervisors Mr Kai Kärkkäinen, RDI-Adviser, Savonia-UAS; Mr Veli-Matti Tolppi, Principal Lecturer, Savonia-UAS; Mr Henry Paajanen, Life Cycle Planning Expert, The Finnish Defence Forces Logistics Command Headquarter			
Client Organisation /Partners The Finnish Defence Forces Logistics Command			
Abstract The aim of this thesis was to get acquainted with maintenance, the creation of a maintenance system and periodic maintenance in general. The purpose was also to examine aircraft maintenance as well as the analytical methods for creating a periodic maintenance program in more detail. The maintenance and service systems were studied in general. By using the material received from the client, the MSG-3 and RCM-analysis methods were studied in more detail. Requested by the client, the public version of the work only covers the general theory on the subject.			
Keywords maintenance, periodic maintenance, MSG-3, RCM			

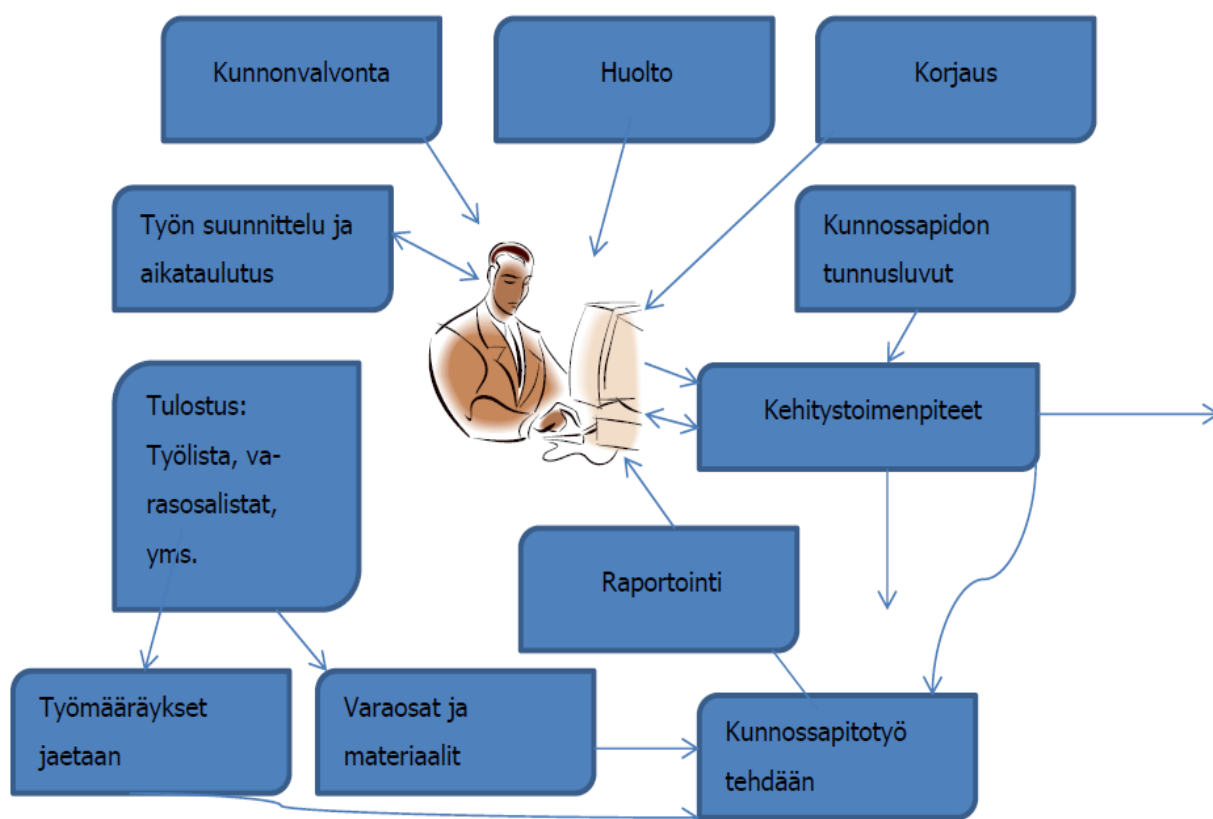
SISÄLTÖ

1	KUNNOSSAPITO	5
2	MSG-3- JA RCM-MENETELMÄT	11
2.1	RCM-menetelmä	12
2.2	Kunnossapito-ohjelman laatiminen prosessin tulosten perusteella	13
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	15

1 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito tarkoittaa perinteisessä mielessä kunnossapito-osaston suorittamia toimia. Tämä ajatusmalli johtaa liian usein tilanteisiin, joissa kunnossapitoon liittyviä tehtäviä vieroksutaan tuotanto-osastolla ja pahimmassa tapauksessa kieltäydytään tekemästä niitä. Koneiden ja laitteiden toimintakunnon hoitaminen kuuluu jokaiselle sellaiselle henkilöryhmälle, joka työskentelee kyseisen omaisuuden parissa. Jokainen ryhmä vastaa omalta osaltaan toimintakunnosta. Kunnossapito-osastolle kuuluu perinteisesti vaativat toimenpiteet (esim. korjaukset ja vaativa kunnonvalvonta); käyttöhenkilöstö huolehtii asianmukaisesta ja ammattitaitoisesta käytämisestä sekä vastuullaan olevan koneensa toimintakunnon valvomisesta ja toimintaedellytysten vaalimisesta.

(Järviö ja Lehtiö 2012, 17.)



KUVIO 1. Kuvaus kunnossapidon tietojärjestelmästä (Ansaharju 2009, 304.)

Kirjallisuus määrittelee kunnossapidon mm. seuraavilla tavoilla:

SFS-EN 13306:2010 – standardi:

”Kaikki ne koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joilla ylläpidetään tai palautetaan koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.” (Järviö ja Lehtiö 2012, 17.)

SFS-EN 15341:2007 ei määrittele kunnossapitoa suoraan. Sen sijaan standardi on laadittu seuraavanlaiseen muotoon, joka jättää jokaiselle lukijalle oman päättelyvaran sille, mitä kunnossapito on: "Kunnossapidon suorituskyky on tulos sellaisten resurssien aktiivisesta käytöstä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan halutun toiminnon. Siitä voidaan käyttää ilmaisua saavutettu tai odotettu tulos." (Järviö ja Lehtiö 2012, 17.)

"Kunnossapidon suorituskyky riippuu sekä ulkoisista että sisäisistä tekijöistä, kuten sijainnista, kulttuurista, toiminta- ja palveluprosesseista, koosta, käyttöasteesta ja iästä. Kunnossapidon suorituskyky saavutetaan käyttämällä korjaavaa, ehkäisevää ja parantavaa kunnossapitoa, jotka yhdistävät eri tavoin työtä, informaatiota, materiaaleja, organisaation metodeja, työkuluja ja työntekotekniikoita." (Järviö ja Lehtiö 2012, 17.)

Tuotantosysteemien ja -linjojen tasolla kunnossapidon tavoitteina voidaan pitää joitain erityisiä suorituskykytekijöitä, joita on määritelty aikaisemmissa selvityksissä, kuten:

- käytettävyyden parantaminen
- kunnossapidon kustannustehokkuuden parantaminen
- terveyteen, turvallisuuteen ja toimintaympäristöön liittyvien tekijöiden vaaliminen
- parantaa kunnossapidon varastojen kustannustehokasta johtamista
- hallita alihankintoja.

Laitetasolla (koneet ja laitteet, konetyypit) mm. seuraavien tekijöiden ohjaus saattaa olla toivottavaa:

- luotettavuus
- kustannukset
- kunnossapidettävyyys ja kunnossapitovarmuus.

Tavoitteena saattaa olla myös tiedon kerryttäminen päätöksentekoon seuraavissa asioissa:

- investoinnit
- käyttöikä
- strategiset valinnat, kuten esimerkiksi alihankkijoiden valinta.

(Järviö ja Lehtiö 2012, 18.)

Konelaki (1016/2004)**Konepäättös (1314/1994)**

Suunnittelu, valmistus, markkinoille saattaminen, myynti



KUVIO 2. Koneturvallisuuden perusteet (Siirilä ja Kerttula 2007, 13.)

Yllä oleva kuva osoittaa koneen elinkaaren sekä valmistajan (käyttäjän) vastuut silloin, kun kone on valmistettu sitä koskevien säädösten mukaan. Mikäli kone ei ole säädösten mukainen, voi valmistaja työnantajan ohella joutua vastuuseen myöhemminkin sattuneesta tapaturmasta siinä tapauksessa, kun tapaturma johtuu valmistajan vastuulla olevasta turvallisuuspuutteesta.

(Siirilä ja Kerttula 2007, 13.)

RCM:n kehittäjä John Moubray määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

- varmistaa tuotantovälineiden toiminta koko niiden elinkaaren aikana
- varmistaa omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan tyytyväisyys
- löytää sopivimmat kunnossapidon menetelmät tuotantovälineiden vikaantumisen ja vikaantumisen seurausten hallitsemiseen
- saavuttaa kaikkien kunnossapitoon vaikuttavien ihmisten aktiivinen tuki kunnossapidon toimille.

(Järviö ja Lehtiö 2012, 20.)

Koneen valmistajan tulee tehdä koneelle riskien arviointi heti sen suunnittelun alkuvaiheessa. Tämän jälkeen kone voidaan suunnitella ja rakentaa ottaen huomioon tarkastelun tulokset niin, että valmiin koneen riskit ovat riittävän pieniä. Suunnittelun edetessä riskien arviointia tulee päivittää. Riskien arviointi ja hallinta ovat siis oleellinen osa koneen suunnitteluprosessia. (Siirilä ja Kerttula 2007, 32.)

Riskien arviointiin ja hallintaan kuuluvat seuraavat vaiheet:

- koneen ja sen ominaisuuksien määrittely
- vaaratekijöiden tunnistaminen
- vaaratekijöistä aiheutuvien riskien arviointi
- riskien hyväksyttävyyden arviointi
- koneen suunnittelu siten, että liian suuriksi arvioidut riskit poistetaan tai niitä vähennetään riittävästi

- riskien poistamiseen tai vähentämiseen käytettävien toimenpiteiden arviointi sen varmistamiseksi, että niistä ei aiheudu uusia riskejä. (Siirilä ja Kerttula 2007, 32.)



KUVIO 3. Koneturvallisuuden perusteet (Siirilä ja Kerttula 2007, 32.)

Esimerkkinä kunnossapitolajien jaottelu kolmen eri standardin perusteella:

SFS-EN 13306:2010 -standardin mukaan:

- Kunnossapito
 - Ehkäisevä kunnossapito
 - kuntoon perustuva kunnossapito
 - aikataulutettu, vaadittaessa tai jatkuvaa
 - Jaksotettu kunnossapito
 - aikataulutettu
 - Korjaava kunnossapito
 - siirretty
 - välitön



KUVIO 4. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306 mukaan (Mikkonen 2009, 98.)

PSK 6201:2011 -standardin mukaan:

- Kunnossapitolajit (Maintenance types)
 - Suunniteltu kunnossapito (Planned maintenance)
 - Ehkäisevä kunnossapito (Preventive maintenance)
 - Jaksotettu kunnossapito (Predetermined maintenance)
 - Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition based maintenance)
 - Häiriökorjaukset (Breakdown maintenance)
 - Välittömät korjaukset (Immediate repairs)
 - Siirretyt korjaukset (Deferred repairs)

PSK 7501:2010 -standardin mukaan:

- Kunnossapitolajit (Maintenance types)
 - Suunniteltu kunnossapito (Planned maintenance)
 - Ehkäisevä kunnossapito (Preventive maintenance)
 - Jaksotettu kunnossapito (Predetermined maintenance)
 - Kunnonvalvonta (Condition monitoring)
 - Kuntoon perustuva suunniteltu korjaus (Condition based planned repairs)
 - Kunnostaminen (Refurbishment)
 - Parantava kunnossapito (Improvement maintenance)
 - Häiriökorjaukset (Breakdown maintenance)
 - Välittömät korjaukset (Immediate repairs)
 - Siirretyt korjaukset (Deferred maintenance)

2 MSG-3- JA RCM-MENETELMÄT

RCM:n periaatteet kehiteltiin 1950-luvulla. Varsinainen kehitystyö aloitettiin noin kymmenen vuotta myöhemmin, kun FAA (Federal Aviation Agency, Yhdysvaltain ilmailuvirasto) perusti vuonna 1960 MSG-työryhmän kehittämään ennakoivaa kunnossapitoa erityisesti ilma-aluksia varten. Työryhmä laati huolto-ohjelmat, jotka perustuivat olettamukselle, että vikaantuminen on ajasta riippuvainen tapahtuma (vikaantumistiheysfunktio kylpyammekäyrän muotoinen). Projektilla ei kuitenkaan saavutettu toivottua lopputulosta. Perusteellisten testien avulla saatiin selville, että:

- ennakoivalla (jaksotetulla) kunnossapidolla ei kyetty vaikuttamaan monimutkaisten laitteiden luotettavuuteen, ellei laitteella ollut (yhtä) selvästi tunnistettavaa tai hallitsevaa vikaantumistapaa
- lentokoneet sisälsivät paljon sellaisia osia, joille ei ollut olemassa tehokasta tai toimivaa ennakoivan kunnossapidon ohjelmaa. (Järviö ja Lehtiö 2012, 162.)

Työryhmän johtajina toimineet F.S. Nolan ja H. Heap joutuivat uuteen tilanteeseen, sillä vanhat oletukset kunnossapidosta eivät enää toimineet. Näin ollen he päätyivät tutkimaan seuraavaksi, millaisia vikaantumismalleja lentokoneissa esiintyy. Tutkimuksen perusteella he löysivät kuusi erilaista vikaantumismallia. Näistä kolme ei ollut riippuvainen ajasta. Näiden tulosten pohjalta uusittiin ehkäisevän kunnossapidon ohjeistus. (Järviö ja Lehtiö 2012, 162.)

Ensimmäinen uusi toimintaohje oli nimeltään MSG-1. MSG tulee sanoista Maintenance Steering Group. Se esiteltiin vuonna 1967, ja se käsitti Boeing 747-100 -lentokoneen kunnossapito-ohjelman. Ohjelma on saanut yleisen hyväksynnän ja sitä pidetään suhteellisen onnistuneena. Seuraavan sukupolven ohje MSG-2 sisälsi myös Suomessa käytössä olleen DC-10-koneen kunnossapito-ohjeet. Viimeisin versio MSG-3 sisältääkin sitten jo lähes kaikki nykyään käytössä olevat kaupalliset lentokonemallit. (Järviö ja Lehtiö 2012, 162.)

Vuonna 1974 Yhdysvaltain puolustusministeriö teki pyynnön United Airlines -lentoyhtiölle, jossa se pyysi valmistamaan raportin, joka sisältäisi suuntaviivat siviililentokoneiden huolto-ohjelmien suunnittelemiseksi. United Airlines laati raportin ja nimesi sen RCM:ksi. RCM tulee sanoista Reliability Centered Maintenance. Yhdysvaltain laivasto on käyttänyt RCM-metodeja laajasti vuodesta 1978 lähtien. Metodit on otettu käyttöön myös sotilaslentokoneissa, mukaan lukien Suomen ilmavoimien F/A-18 Hornetit. (Järviö ja Lehtiö 2012, 162.)

RCM-metodin kuuluisin kehittäjä on englantilainen John Moubray. Hän osallistui Nolanin ja Heapin ohella projektiin ja kehitti teollisuuden tarpeisiin soveltuvan ohjelman 1980-luvun alussa. Tästä käytetään myös nimeä RCM-2. Alkuperäinen RCM-metodi ei olela mitään, vaan tutkii kaiken. Tästä syystä se on hyvin kallis ja raskas menetelmä käyttää. Kaikki kunnossapidon suunnittelu on aloitettava aina aivan alusta. Tästä syystä markkinoille on tullut lukuisia "kevennettyjä" versioita, joista käytetään nimitystä SRCM eli streamlined RCM. Näille menetelmille on tyypillistä tietynlainen "oletaminen". Päätösten teon pohjana voidaan siis käyttää valmista, samankaltaisista prosesseista kerättyä materiaalia. Myös olemassa olevaa dataa on mahdollista käyttää lähtötietoina.

(Järviö ja Lehtiö 2012, 162.)

2.1 RCM-menetelmä

RCM tulee sanoista Reliability Centered Maintenance ja se tarkoittaa luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. Se on menetelmä, jonka keinoin voidaan rakentaa yritykselle ehkäisevän kunnossapidon ohjelma. Ohjelma perustuu laitteiston ja rakenteiden käyttötoiminnan turvallisuuden, käytettävyyden ja taloudellisuuden paranemiseen. (Järviö ja Lehtiö 2012, 161.)

Moubrayn (1997) määritelmän mukaan RCM on prosessi, jonka avulla voidaan varmistaa fyysisten toimintojen pysyvyys käyttäjien haluamalla tasolla sen hetkisessä toimintaympäristössä. RCM-prosessi koostuu seitsemästä ydinkysymyksestä, joihin haetaan vastauksia prosessin edetessä. Niillä halutaan varmistaa prosessin oikeanlainen suorittaminen. Nämä seitsemän pääkysymystä ovat:

1. Mitkä ovat laitteen toiminnot ja tehokkuusvaatimukset sen nykyisessä toimintaympäristössä?
2. Millä tavalla laite voi olla täyttämättä siltä vaadittuja toimintoja?
3. Mistä toiminnalliset vikaantumiset johtuvat?
4. Mitä tapahtuu vikaantumisen ilmetessä?
5. Mihin asioihin vikaantumisella on vaikutusta?
6. Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumisen ennustamiseksi tai ehkäisemiseksi?
7. Mitä pitäisi tehdä, jos sopivaa ennalta ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

Neljä ensimmäistä kysymystä vastaa, mihin kunnossapitotoimenpiteet olisi järkevintä keskittää. Viides kysymys ottaa kantaa kohteiden priorisointiin. Kaksi viimeistä kysymystä taas auttaa selvittämään tehokkaimmat toimintamallit, joilla vikaantumista ja vikojen vaikutusta voidaan hallita mahdollisimman hyvin. (Järviö ja Lehtiö 2012, 164.)

Näiden yllä esitettyjen kysymysten avulla muodostuu ns. RCM-päätöskaavio, jonka perusteella voidaan valita kullekin laitteelle niiden vaatima kunnossapidon toimenpidelaji. Kysymysten avulla prosessi viedään niin pitkälle, että saatujen vastausten perusteella kyetään tekemään päätöksiä.

RCM-prosessin perusteella saavutetaan ainakin seuraavat asiat:

- suorituskkyky paranee
- kunnossapidon resurssien käyttö tehokkaampaa
- ympäristö- ja turvallisuusasiat huomioidaan paremmin.
- kalliiden laitteiden käyttöikä nousee
- kyetään luomaan yhtenäinen tietokanta
- sitoutetaan ihmiset paremmin yhtenäiseksi työryhmäksi
- työmotivaatio paranee.

(Järviö 2000, 22.)

RCM-prosessi etenee loogisesti ydinkysymysten avulla. Prosessin päävaiheet ovat:

- prosessin suoritusalueen rajojen (tuotannon osa) sekä analyysin suorittavan ryhmän määrittely
- kohdealueella toimivien koneiden ja laitteiden kartoittaminen sekä kunkin laitteen osalta toimintojen ja toimintaympäristön määrittely
- kartoitetaan kaikkein merkittävimmät laitteet koko laitekannasta
- määritellään merkittävien laitteiden mahdolliset toiminnallisten vikaantumisten syyt
- määritellään vioittumistavat todennäköisyyksineen sekä vaikutukset ja seuraukset mahdollisen vikaantumisen sattuessa (VVA eli vika- ja vaikutusanalyysi)
- määritellään asianmukaiset kunnossapitotehtävät kunnossapito-ohjelman perustaksi
- suoritetaan uudelleensuunnittelu niiden koneiden ja laitteiden osalta, joille soveltuvaa kunnossapitomenetelmää ei löydy
- laaditaan dynaaminen kunnossapito-ohjelma perustuen kunnossapito-ohjelman systemaattiseen päivittämiseen ja uudelleen tarkasteluun
(Järviö 2000, 20 - 21.)

2.2 Kunnossapito-ohjelman laatiminen prosessin tulosten perusteella

RCM-prosessi päättyy siihen, että laaditaan lopullinen kunnossapito-ohjelma. Ohjelma rakentuu tuloksiin perustuen ennalta määräytyistä rutiinitoimenpiteistä sekä korjaavista toimenpiteistä niiden laitteiden ja komponenttien osalta, joille ei ole voitu määritellä rutiinitoimenpiteitä. Prosessin tuloksien hyödyntäminen pitkällä tähtäimellä edellyttää tarpeellisten toimenpiteiden määrittämisen lisäksi myös seuraavia asioita kunnossapito-ohjelmalta:

- Tuloksiin perustuvat suositukset ovat hyväksytyt vastuullisten henkilöiden toimesta.
- Rutiinitoimenpiteisiin kuuluvat lisätiedot ovat yksiselitteisesti kerrottu ja helposti kaikkien saatavilla.
- Muutoksia vaativat toimenpiteet (käyttötavat, käyttäjien osaamistaso jne.) suoritetaan oikein.
- Toimenpiteiden muutokset sekä rutiinitoimenpiteet ovat järjestelty sopiviksi osakokonaisuuksiksi.
- Osakokonaisuudet tallennetaan järjestelmään ja huolehditaan niiden asianmukaisesta suorituksesta (oikeat ihmiset, oikea sykli, oikea tapa).
- Varmistutaan, että toimenpiteiden aikana havaitut muutokset korjataan ennalleen niin pian, kuin mahdollista.
(Järviö 2000, 112 - 113.)

Kaikkien suoritettavien toimenpiteiden järjestelmään kirjauksen jälkeen niistä täytyy muodostaa osakokonaisuuksia eli huoltorivejä. Niiden toteuttamisen on oltava helposti seurattavia, suunniteltavia ja organisoitavia. Osakokonaisuudet muodostetaan niiden suoritustyylien perusteella. Ne voivat olla esimerkiksi joko käytön tai kunnossapidon suorittamia tarkastuskierroksia tai laite-/linjakohtaisia seisokkeja. Pyrkimyksenä on siis luoda sellaisia tehtäväkokonaisuuksia, että niiden suorittajat ymmärtävät yksiselitteisesti mitä, miten ja miksi mitään tehdään. Sen jälkeen, kun osakokonaisuudet on luotu ja kirjattu ne järjestelmään (luotu vaiheluettelo), on niille määrättävä suoritusväli sekä niiden

sisältö. Vaiheluettelon tulee pitää sisällään kaikki kyseisen huoltorivin tehtävät aina laitteen turvallis-
tamisesta eli sen valmistelusta huoltotoimenpiteiden turvallista suorittamista varten sekä turvallis-
misen poistamiseen eli laitteen käyttökuntoon saattamiseen tehtyjen toimenpiteiden jälkeen.

(Järviö 2000, 117 - 120.)

Viimeisenä tehtävänä on laatia kaikki ennakkohuoltotyöt sisältävä työjärjestys. Siitä tulee käydä ilmi
kunkin laitteen ennakkohuollon suoritusajankohdat. Työjärjestyksiä voi olla kahdenlaisia, joko korke-
an tai matalan suoritustaajuuden omaavia. Korkealla suoritustaajuudella, kuukausittain tai useammin
suoritettavien työjärjestysten tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia. Toisin sanoen ne eivät saa pi-
tää sisällään liian suuria suunnittelujärjestelmiä. Tällöin niiden suorittamiseen ei kulu liikaa aikaa.

Tuollaiset toimenpiteet ovat yleensä tarkastus- tai voitelukierroksia, jotka eivät vaadi paljon suunnit-
telua. Matalan suoritustaajuuden (harvemmin kuin kuukausittain) työjärjestysten on pidettävä sisäl-
lään tarkempaa informaatiota, sillä kyseiset toimenpiteet suoritetaan erittäin harvoin (muutamia ker-
toja vuodessa tai harvemmin), jolloin niiden on erittäin tärkeää onnistua. Tällaiset toimenpiteet sisäl-
tävät usein paljon erilaisia toimenpiteitä, joten ne vaativat myös paljon resursseja onnistuakseen.

(Järviö 2000, 121.)

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

JÄRVIÖ, Jorma ja LEHTIÖ, Taina 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.

ANSAHARJU, Tapani 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy

JÄRVIÖ, Jorma 2000. RCM – Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Hamina: KP-Tieto Oy

SIIRILÄ, Tapio ja KERTTULA, Tuiri 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Espoo: Opiks-Tiimi Oy