

# LÄHIVALVONTATUTKAN LAITEJÄRJESTELMIEN TEKNISEN ELINJAKSON HALLINTA

Hannu Kerkelä

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2012

Logistiikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) KERKELÄ, Hannu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 07.11.2012
	Sivumäärä 76	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( x )
Työn nimi LÄHIVALVONTATUTKAN LAITEJÄRJESTELMIEN TEKNISEN ELINJAKSON HALLINTA		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) LEHTOLA, Pasi , yliopettaja		
Toimeksiantaja(t) Ilmavoimien Materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto ROMSI, Jorma valvontajärjestelmäsektorin johtaja, insinööriajuri		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Viestitekniikkaosasto. Työssä tutkittiin lähivalvontatutkajärjestelmän tutkamekaanisten laitejärjestelmien elinjakson hallintaa ja toteutusta operointivaiheen aikana. Tehtävänä oli selvittää, mitkä olivat tutkamekaanisten laitejärjestelmien teknisen elinjakson hallintaan vaikuttavat tekijät kunnossapidon näkökulmasta. Lisäksi selvitettiin, miten laitejärjestelmiin kohdistuneita muutoksia hallitaan. Tarkasteltavana oli myös, mitä muutoksia tai päivityksiä laitejärjestelmille tehdään tulevaisuudessa ja mitkä ovat tehtävien toimien kustannusvaikutukset.</p> <p>Työtä lähestyttiin kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän keinoin. Teoriaosuudessa teknistä elinjakson hallintaa tutkittiin aineistolähtöisesti kirjallisuuden ja dokumenttien avulla kunnossapidon näkökulmasta. Teknisen elinjakson hallinnan osa-alueelta tutkittiin konfiguraation hallinnan kokonaisuuteen kuuluvaa muutosten hallintaa. Tutkimuksen kohteena olivat myös tekninen elinjakosuunnitelma ja siihen kiinteästi liittyvä elinjakso-kustannusanalyysi. Tutkajärjestelmän ja siihen liittyvien laitejärjestelmien esittelyn kautta koottua tietoa sovellettiin käytäntöön laitejärjestelmien perushuollosta saatujen kokemusten myötä.</p> <p>Opinnäytetyö tuotti kolme tulosta: konfiguraation muutosten hallinnan alueelta, laitejärjestelmien perushuollossa muodostuneiden muutosten hyväksyntäesimerkit, teknisen elinjakson hallinnan alueelta elinjakso-suunnitelman, jonka avulla muodostettiin näkemys loppuelinjakson aikaisista tärkeimmistä laitejärjestelmien kunnossapitoon vaikuttavista toimista, sekä samalta osa-alueelta elinjakso-kustannusanalyysin, jolla arvioitiin näiden toimien aiheuttamat kustannusvaikutukset eri vuosille.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin ja toteutettiin tutkajärjestelmän kunnossapitoon oleellisesti liittyviä asioita. Pitkälle tulevaisuuteen jatkuva tekninen elinjakso-suunnitelma sekä elinjaksonkustannusanalyysi ovat pohjana tulevaisuudessa tehtäville työohjelmille sekä rahoitussuunniteluille. Muutosten hyväksyntä tutkan konfiguraatioon toteutettiin TVJ-alalla käyttöönotetun teknillisen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmän avulla. Järjestelmän käytöllä sekä muutosten hyväksyntämenettelyllä varmistettiin muutosten jäljitettävyyden sekä tutkajärjestelmien konfiguraatioiden samankaltaisuus tulevaisuudessa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Elinjakson hallinta, tekninen elinjakso, konfiguraation hallinta, elinjakso-kustannusanalyysi		
Muut tiedot		



Author(s) KERKELÄ, Hannu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 07.11.2012
	Pages 76	Language Finnish
		Permission for web publication (x)
Title LIFE CYCLE MANAGEMENT FOR SHORT-RANGE RADAR SUBSYSTEMS		
Degree Programme Degree Programme in Logistics		
Tutor(s) LEHTOLA, Pasi		
Assigned by Finnish Air force Materiel Command, C3IS		
Abstract <p>The thesis was carried out for the Finnish Materiel Command C3IS. The main purpose of the thesis was to study the life cycle management of short-range radar mechanical subsystems. The study was focused on the operating phase of the life cycle.</p> <p>The main task was to find out, what the elements affecting the radar mechanical subsystems life cycle management were. The second task was to study how the modifications were managed in the configuration of the radar. The third task was to make a plan of modification, repairs and inspections that will be made in the future for the mechanical subsystems, and to analyse what the cost effects for the mentioned jobs will be.</p> <p>The results were received by using the qualitative research method. In the theoretical part of the thesis, life cycle management was examined through literature and documentations from the maintenance point of view. Theory was implemented in practice by using information on mechanical systems maintenance history.</p> <p>The thesis produced three results. The first result was in the field of configuration management: the approved examples of mechanical subsystems modifications, which had been made in mechanical maintenance. The second and third results were part of technical life cycle management. Life cycle plan was produced; all maintenance activities that are important to be done to mechanical subsystems in the future are marked to this plan. In addition, a life cycle cost analysis was made, which shows how much these planned maintenance activities costs will be and how costs will be distributed annually. Both the plans will continue until year 2025.</p> <p>Life cycle management activities in the radar's mechanical subsystems were studied and implemented in this thesis. The far-reaching, continuous technical life cycle plan and the life cycle cost analysis form the basis for the future work programs as well as for financial planning. The approval of changes in the configuration of the radar was carried out by the technical change, information and reporting system. The use of this system will confirm the traceability of changes to radar configuration and the similarity of short-range radars mechanical subsystems in the future.</p>		
Keywords Life cycle management, configuration management, life cycle plan, life cycle cost analysis		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET .....</b>	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
1.1 Tutkimusaihe .....	6
1.2 Tausta ja tavoite .....	6
1.3 Kohdeorganisaatiot .....	8
1.3.1 Ilmavoimat .....	8
1.3.2 Ilmavoimien Materiaalilaitos .....	9
1.3.3 Viestitekniikkaosasto .....	10
<b>2 TYÖN TOTEUTUS.....</b>	<b>11</b>
2.1 Tutkimustehtävä ja lähestymistapa.....	11
2.2 Lähdeaineisto ja tietolähteet.....	12
2.3 Aiheen rajaus .....	13
<b>3 KÄSITTEISTÖ JA ELINJAKSON HALLINTA.....</b>	<b>14</b>
3.1 Elinjakson käsitteet ja niiden määritelmät .....	14
3.2 Järjestelmän elinjakso ja sen vaiheet .....	17
3.3 Teknisen elinjakson hallinnan eri osa-alueet.....	19
3.4 Konfiguraation hallinta .....	20
3.4.1 Konfiguraation hallinnan toiminnot.....	20
3.4.2 Muutosten hallinnan työväline TMT.....	22
3.5 Tekninen elinjaksosuunnitelma .....	23
3.6 Elinjaksokustannusanalyysi.....	25
3.7 Elinjakson hallinnan vastuut ja ohjeistus ilmavoimissa .....	26

<b>4</b>	<b>TUTKAJÄRJESTELMÄ ILMAVOIMISSA .....</b>	<b>27</b>
4.1	Ilmavoimien johtamisjärjestelmäala.....	27
4.2	Ilmavoimien huoltojärjestelmä.....	28
4.3	Tutkajärjestelmä osana ilmatilannekuvan muodostamista .....	30
4.4	Ilmavalvontatutkajärjestelmät.....	31
<b>5</b>	<b>LÄHIVALVONTATUTKAJÄRJESTELMÄ.....</b>	<b>33</b>
5.1	Järjestelmän pääosat.....	33
5.2	Tutkajärjestelmän käyttötarkoitus .....	35
5.3	Järjestelmävaatimukset .....	36
5.4	Tutkajärjestelmän tuoterakenne .....	36
5.5	Tutkamekaaniset laitejärjestelmät .....	37
5.5.1	Laitesuoja.....	38
5.5.2	Sähköjärjestelmä .....	38
5.5.3	Hydrauliikkajärjestelmä .....	39
5.5.4	Jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmä .....	41
5.5.5	Palosammutusjärjestelmä .....	43
5.5.6	Masto- ja tukijalkarakenteet.....	44
<b>6</b>	<b>TEKNISEN ELINJAKSON HALLINNAN TOTEUTTAMINEN .....</b>	<b>45</b>
6.1	Perushuolto .....	45
6.1.1	Dokumentointisuunnitelma.....	46
6.1.2	Tarkastukset.....	47
6.1.3	Parannukset .....	48
6.1.4	Vaihdettavat komponentit.....	49
6.2	Muutosten hyväksyntä LÄVA-tutkan konfiguraatioon .....	50
6.2.1	Lakiin perustuva muutoksen hyväksyntä.....	51
6.2.2	Käyttäjäpalautteeseen perustuva muutoksen hyväksyntä .....	53
6.2.3	Vanhentuneen komponentin muutoksen hyväksyntä.....	54

6.3	Tekninen elinjaksosuunnitelma vuoteen 2025 .....	55
6.4	Elinjaksokustannusanalyysi vuoteen 2025 .....	59
<b>7</b>	<b>POHDINTA .....</b>	<b>62</b>
	<b>LÄHTEET.....</b>	<b>65</b>
	<b>LIITTEET .....</b>	<b>67</b>
	Liite 1. Lakiin perustuva muutoksen hyväksyntä .....	67
	Liite 2. Käyttäjä palautteeseen perustuva muutoksen hyväksyntä .....	70
	Liite 3. Vanhentuneen komponentin muutoksen hyväksyntä .....	72
	Liite 4. Teknisen elinjakson suunnitelma vuoteen 2025.....	74
	Liite 5. Elinjaksokustannusanalyysi vuoteen 2025.....	75
	 <b>KUVIOT</b>	
	KUVIO 1. Ilmavoimien joukko-osastopaikkakunnat .....	9
	KUVIO 2. Viestitekniikkaosaston organisaatio .....	11
	KUVIO 3. Elinjakson vaiheet .....	18
	KUVIO 4. Konfiguraation hallinnan toiminnot elinjaksossa .....	21
	KUVIO 5. TVJ-alan kunnossapidon toimintaympäristö .....	30
	KUVIO 6. KAVA-tutkan antennin pystytys .....	31
	KUVIO 7. KEVA-tutkan antenni .....	32
	KUVIO 8. LÄVÄ-tutkajärjestelmä ja voimalaiteperävaunu .....	33
	KUVIO 9. LÄVA-tutkajärjestelmä .....	34
	KUVIO 10. LÄVA-tutkajärjestelmän tuoterakenne .....	37
	KUVIO 11. CUN testikontissa.....	43
	KUVIO 12. Töiden jakauma työpakettikohtaisesti .....	47
	KUVIO 13. Uuden järjestelmän hälytys- ja laukaisukeskus .....	52
	KUVIO 14. Maston tikastus ja mastovyön kiinnityspisteet .....	54
	KUVIO 15. Laitejärjestelmien rahoitustarve.....	60
	KUVIO 16. Rahoitustarpeen jakautuminen laitejärjestelmittäin.....	61

## KÄYTETYT LYHENTEET

CUN = Condenser unit, jäähdytysyksikkö

EMP = Electromagnetic pulse, elektromagneettinen pulssi

HOK = Huolto-organisaation käsikirja

HTV = Sotilasilmailun huoltotoimintavaatimukset

ILMAVE = Ilmavoimien Esikunta

ILMASK = Ilmasotakoulu

ILMAVMATL = Ilmavoimien Materiaalilaitos

ILMAVTK = Ilmavoimien Teknillinen Koulu

iTVJ = Integroitu tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmä

KARLSTO = Karjalan Lennosto

KAVA = Kaukovalvontatutka

KEVA = Keskivalvontatutka

LAPLSTO = Lapin Lennosto

LENTOSK = Lentosotakoulu

LMO = Lento- ja viestiteknillinen menettelyohje

LTJ = Lentoteknillisen logistiikan tietojärjestelmä

LÄVA = Lähivalvontatutka

MLU = Mid life upgrading, elinjakson puolenvälin päivitys

MRT = Multi radar tracking, moni tutka seuranta

MST = Multi sensor tracking, moni sensori seuranta

NBC = Nuclear, Biological, Chemical

PAK = Pysyväisasiakirja

PDU = Power distribution unit, sähkönjakokeskus

PELOGOS = Pääesikunnan Logistiikkaosasto

PEMATOS = Pääesikunnan Materiaaliosasto

PSR = Primary surveillance radar, ensiötutka

PVAH = Puolustusvoimien asianhallintajärjestelmä

SAP = Systems applications products in data processing

SATLSTO = Satakunnan Lennosto

SLI =Siirrettävä linkki

SIM = Sotilasilmailumääräys

SSOY = Saab Systems Oy

SSR = Secondary surveillance radar, toisiotutka

SVY = Sotilasilmailun viranomaisyksikkö

TEPSU = Maalinosoitustutka AN/TPS-1E

TMT = Teknillinen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmä

TRS = Toiminnan ja resurssin suunnittelu

TUKES = Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

TVJ = Tiedustelu, valvonta ja johtamisjärjestelmä ala

TWT = Traveling-wave tube, kulkuaaltoputki

VKOEL = Viestikoelaitos

VTEKNOS = Viestitekniikkaosasto



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimusaihe

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan liikuteltavaan lähivalvontatutkajärjestelmään (LÄVA) liittyvien tutkamekaanisten laitejärjestelmien elinjakson hallintaa. Sen avulla ylläpidetään laitejärjestelmille haluttua suorituskykyä. Elinjakson hallintaa tutkitaan kirjallisuuden sekä dokumenttien avulla. Koottua tietoa sovelletaan käytäntöön mekaanisten laitejärjestelmien perushuolloista saatujen kokemusten myötä.

Perushuollon seurauksena järjestelmän alkuperäiseen konfiguraatioon tehtyjen muutosten hallintaa toteutetaan teknillisen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmän avulla ja sen käytöstä annetaan esimerkkejä. Lisäksi työssä suunnitellaan ja tehdään tekninen elinjaksosuunnitelma sekä elinjaksokustannusanalyysi laitejärjestelmille. Nämä kattavat järjestelmän elinjakson operointivaiheen aina sen hylkäämisvaiheeseen, vuoteen 2025, asti. Työssä käsiteltävät konfiguraation muutosten hallinta, tekninen elinjaksosuunnitelma ja elinjaksokustannusanalyysi ovat järjestelmän teknisen elinjakson hallintaan kuuluvia prosesseja.

## 1.2 Tausta ja tavoite

Tämä opinnäytetyö on tehty Ilmavoimien Materiaalilaitoksen Viestitekniikkaosaston toimeksiannosta. Viestitekniikkaosaston yhtenä toiminta-ajatuksena on pitää ilmavoimien tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmät toimintakuntoisina ja suorituskykyisinä niiden koko elinjakson ajan. Toimin Viestitekniikkaosaston valvontajärjestelmäsektorilla, joka vastaa mm. vastuualueensa järjestelmien teknisistä elinjakson hallinnasta. Näihin vastuualuejärjestelmiin kuuluu myös LÄVA-tutkajärjestelmä.

Opinnäytetyön aihetta etsiessäni päätin hyödyntää LÄVA-tutkajärjestelmälle tehtyä laajaa tutkamekaanisiin laitejärjestelmiin kohdistunutta perushuoltoa. Perushuoltoon liittyvät toiminnot alkoivat vuonna 2008 ja jatkuvat edelleen tätä opinnäytetyötä tehtäessä. Aiemmin järjestelmän mekaanisiin laitejärjestelmiin on tehty joitain laajempia huoltokokonaisuuksia, kuten laitesuojan ja varavoimalaitteen huoltomaalaukset.

Kehittyneiden ja teknisesti monimutkaisten järjestelmien, kuten tutkajärjestelmien, elinjaksoit ilmavoimissa ovat pitkiä, joissain tapauksissa jopa 50 vuotta. Näin pitkien elinjaksojen aikana ammattimainen ja systemaattinen elinjakson hallinta vaatii osaamista, henkilöresursseja ja sitoutumista. Elinjakson suunnittelu ja suunnitelman mukaisen toiminnan toteutuksen hallinnan merkitys lisääntyy sitä enemmän mitä pitemmälle järjestelmän elinjakso etenee. Laitejärjestelmiin kohdistuva perushuolto on riittävän laaja ja teknisen elinjakson hallinnan kannalta merkittävä kokonaisuus, joka on hyvä tutkimus- ja tietopohja opinnäytetyöhön.

Perushuoltojen yhteydessä laitejärjestelmille on tehty ja tullaan tekemään useita muutoksia, joilla on vaikutus järjestelmän konfiguraatioon. Näiden muutosten hallinta oli yksi syy aiheen valinnalle. Toinen syy oli laitejärjestelmien tulevaisuus. Tehdyt perushuoltotoimenpiteet ovat laajoja, sen vuoksi on syytä myös tutkia, mitä näille laitejärjestelmille tulee tehdä loppuelinjakson aikana. Huoltotoimenpiteiden ajankohtien määrittäminen ja laajuus sekä niiden kustannusten laskeminen edesauttavat koko järjestelmälle tehtävien rahoitussuunnitelmien laadinnassa. On odotettavissa, että tulevaisuudessa järjestelmien ylläpitoon saatava rahoitus tulee olemaan niukkaa. Tarkalla suunnittelulla voidaan ennakoida oikein laitejärjestelmien huolto- ja korjaustarpeet suhteessa käytössä olevaan rahoitukseen.

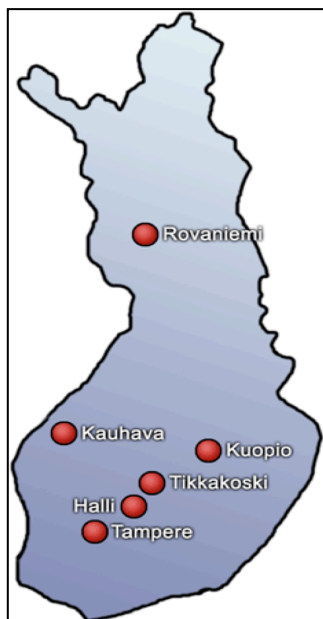
## 1.3 Kohdeorganisaatiot

### 1.3.1 Ilmavoimat

Ilmavoimat vastaa maamme ilmatilan jatkuvasta valvonnasta ja vartiointista. Ilma-  
valvonta suoritetaan tutkajärjestelmien avulla ja vartiointi tapahtuu tunnistuslento-  
toimintana sotilaskoneilla. Lisäksi ilmavoimat vastaa sodan ajan hävittäjätorjunnan  
valmiuksien luomisesta ja ylläpitämisestä. Ilmapuolustusjärjestelmän kokonaisuus  
koostuu kolmesta osasta: valvonta- ja johtamisjärjestelmästä, taistelujärjestelmästä  
sekä tukeutumisyjärjestelmästä. (Ilmavoimat 2012.)

Ilmatilan valvonnassa yksi merkittävä tehtävä on reaaliaikaisen ilmatilannekuvan  
muodostaminen ja sen ylläpitäminen. Lennostojen pääjohtokeskuksissa muodoste-  
taan tutkahavaintojen ja niitä täydentävien tietolähteiden perusteella ympärivuoro-  
kautinen ja reaaliaikainen ilmatilannekuva. Vaatimuksia vastaava ilmatilannekuva  
saadaan ilmavoimien käytössä olevalla tutkakalustolla, joihin kuuluvat kaukovalvon-  
ta-, keskivalvonta- ja lähivalvontatutkat. Ilmatilannekuvan muodostaminen ja ylläpi-  
ttäminen edellyttää viimeisintä teknologiaa sekä toiminkuntoisia tutkajärjestelmiä.  
(Ilmavoimat 2012.)

Ilmavoimien joukko-osastot sijaitsevat Tikkakoskella, Tampereella, Kuopiossa, Rova-  
niemellä, Kauhavalla ja Hallissa. Paikkakunnat on esitetty kuviossa 1. Ilmavoimien  
joukko-osastoihin kuuluvat esikunta, Lapin lennosto, Karjalan lennosto ja Satakunnan  
lennosto, Lentosotakoulu, Ilmasotakoulu, Teknillinen koulu ja Materiaalilaitos.



KUVIO 1. Ilmavoimien joukko-osastopaikkakunnat (Ilmavoimat 2012)

### 1.3.2 Ilmavoimien Materiaalilaitos

Ilmavoimien Materiaalilaitos on 1.1.2010 perustettu, ilmavoimien komentajan alainen joukko-osasto. Se on jakautunut kuuteen toimipisteeseen Jyväskylän, Jämsän ja Tampereen alueilla. Työntekijöitä on yhteensä noin 560.

Ilmavoimien Materiaalilaitoksella on elinjaksovastuu ilmapuolustuksen valvonnan ja johtamisen, lennonvarmistuksen sekä sotilasilmailun materiaalista ja sen kunnossapidon järjestelyjen johtamisesta koko elinjakson ajan. Vastuu kestää hankintavaiheesta aina materiaalin käytöstä poistamiseen ja jälkikäsittelyn loppuun saakka. Materiaalilaitos vastaa ilmavoimien sotavarustuksesta ja huollon järjestelyistä kaikissa valmiustiloissa. (Ilmavoimat 2012.)

Ilmavoimien Materiaalilaitos johtaa ilmavoimissa 2-tason huoltotoimintaa. Siihen kuuluu keskuskorjaamotason mukainen järjestelmien käyttöönotto, elinjakson aikainen kunnossapito sekä materiaalipalvelut varikko-, varaosa- ja valmiusmateriaalien osalta. Kunnossapito sisältää suunnittelun, toteutuksen ja seurannan. Toimintaan kuuluu myös ilmavoimien joukko-osastojen käytössä olevien kalustojen osalta jouk-

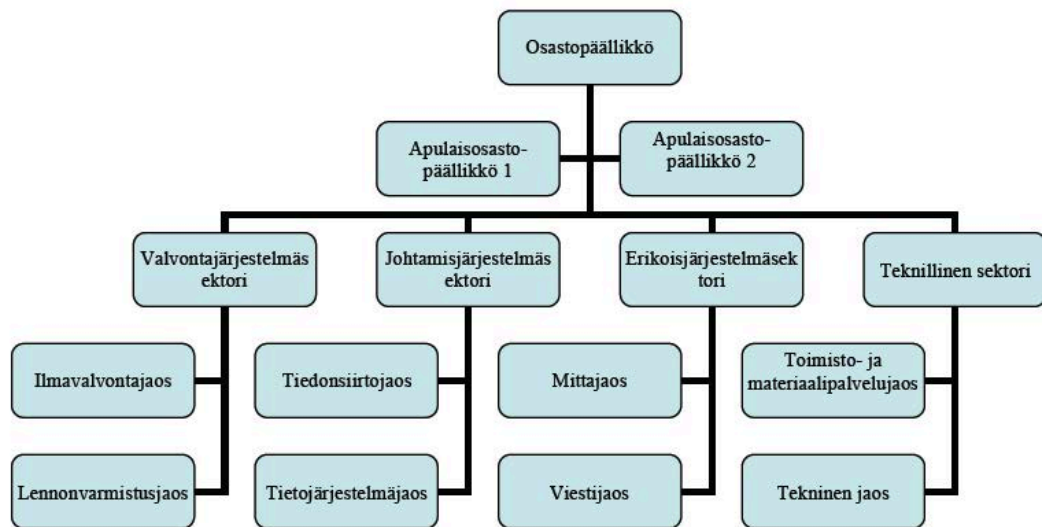
ko-osastojen toteuttaman käyttöhuollon ja vikakorjausten tukeminen. Kunnossapito-toiminnot toteutetaan yhteistyössä sekä kotimaisten että ulkomaisten yritysten kanssa. (ILMAVMATL yleisesittely 2012.)

Ilmavoimien Materiaalilaitoksen organisaatio koostuu johtajasta, apulaisjohtajasta, kuudesta osastosta (hallinto, suunnittelu, hanke, lentokalusto, viestitekniikka ja laatu), varikosta (varastointitoiminnot) sekä koelentokeskuksesta. Lentokalusto- ja viestitekniikkaosasto vastaavat toiminnassaan oman osastonsa materiaalin kunnossapidosta. (ILMAVMATL yleisesittely 2012.)

### **1.3.3 Viestitekniikkaosasto**

Viestitekniikkaosaston toiminta-ajatuksena on pitää ilmavoimien tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmät toimintakuntoisina ja suorituskykyisinä niiden koko elinkaaren ajan. Viestitekniikkaosasto luo ja ylläpitää vastualueensa huoltojärjestelmät siten, että järjestelmiä käyttävät joukko-osastot kykenevät pitämään suunnitellun operatiivisen suorituskyvyn kaikissa toimintaympäristöissä. (ILMAVMATL toimintakäsikirja 2010.)

Viestitekniikkaosaston ydintehtävänä on vastata ilmavoimien tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmien materiaallisen suorituskyvyn ja käytettävyyden ylläpidosta. Toimenpiteet suoritetaan johtamalla vastualueen järjestelyjä sekä hankkimalla ja tuottamalla kunnossapitopalveluja. Asiakkaina ovat ilmapuolustuksen operatiivisen suorituskyvyn käyttäjät, kuten lennostot, koulut ja Viestikoelaitos. (ILMAVMATL yleisesittely 2012.) Viestitekniikkaosaston organisaatio koostuu osastopäälliköstä, kahdesta apulaisosastopäälliköstä, neljästä sektorista (valvontajärjestelmä, johtamisjärjestelmä, erikoisjärjestelmä ja teknillinen) sekä niissä sijaitsevista kahdeksasta jaoksesta. Organisaatiokaavio on esitetty kuviossa 2.



KUVIO 2. Viestitekniikkaosaston organisaatio (ILMAVMATL yleisesittely 2012)

## 2 TYÖN TOTEUTUS

### 2.1 Tutkimustehtävä ja lähestymistapa

Tutkimuksen tehtävänä ja tavoitteena on selvittää mitkä, ovat lähivalvontatutkajärjestelmän tutkamekaanisten laitejärjestelmien teknisen elinjakson hallintaan vaikuttavat tekijät kunnossapidon näkökulmasta. Tutkimus keskittyy järjestelmän elinjakson operointivaiheeseen.

Tutkimuksessa on selvitettävänä seuraavia asiakokonaisuuksia:

- Miten laitejärjestelmiin kohdistuneita muutoksia hallitaan ja millä toimintamallilla muutokset saadaan dokumentoitua hyväksytyinä ?
- Mitä muutoksia, huoltoja, tarkastuksia ja päivityksiä tehdään laitejärjestelmiin tulevaisuudessa ?

- Mitkä ovat em. toimien kustannusvaikutukset pitkän aikavälin rahoitussuunnittelun kannalta?

Tutkimuksessa lähestytään elinjakson hallintaa laitejärjestelmien kunnossapidon näkökulmasta. Usein laitejärjestelmiin tehtävät muutokset saavat alkusykäyksen kunnossapidon tarpeista. Kun huollettava yksikkö tai laitekokonaisuus modifioidaan, sillä vaikutetaan huoltokohteen kunnossapidettävyyteen ja samalla parannetaan koko järjestelmän käyttövarmuutta.

Tutkimus toteutetaan laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen keinoin.

Tutkimusmenetelmänä on aineistolähtöinen tutkimus, jossa teknisen elinjakson hallintaa tutkitaan kirjallisuuden, dokumenttien, asiakirjojen, standardien sekä haastatteluiden avulla. Saaduista tiedoista ja tuloksista muodostetaan johtopäätökset ja tulokset.

## **2.2 Lähdeaineisto ja tietolähteet**

Opinnäytetyön teoriaosuuden kirjallisena tietolähteenä ja tutkimuksen runkona on ollut Jyrki Kosolan teos Suorituskyvyn elinjakson hallinta. Tästä kirjasta saatiin pohjatieto elinjakson hallinnasta ja siihen liittyvistä toiminnoista. Kirjan aineistoa täydennetään aiheeseen liittyvillä puolustusvoimien PAK-asiakirjoilla, standardeilla kuten ISO/IEC 15288 (en), kunnossapitokirjallisuudella, aiemmilla tutkimuksilla sekä internetistä löytyvällä materiaalilla.

Elinjakson kustannusanalysoinnissa käytetään apuna B. S. Blanchardin Logistics Engineering and Management -kirjaa sekä kustannusanalysointiin liittyvää kurssimateriaalia, kuten B. Hoopes, Life cycle cost analysis. Lisäksi pohja-aineistona on Jyväskylän ammattikorkeakoulun logistiikan opintosuunnan oppikirjallisuus.

Soveltamisosuudessa on hyödynnetty LÄVA-tutkajärjestelmän tutkamekaanisiin laitejärjestelmiin tehdyn perushuollon aikana valmistuneita dokumentteja sekä LÄVA-tutkajärjestelmän englanninkielistä ohjekirjallisuutta ja järjestelmän kunnossapito-materiaalia. Lisänä ovat kunnossapitokirjallisuus sekä järjestelmä tekninen koulu-tusmateriaali.

Haastattelut, liittyen tutkajärjestelmään ja sen teknisiin yksityiskohtiin sekä elinjakson aikaisiin tapahtumiin, ovat iso osa kokonaisuutta. Haastateltavina ovat valvonta-järjestelmäsektorin johtaja insmaj Jorma Romsa, LÄVA-järjestelmän järjestelmävas-tuushenkilö teknkapt Harri Järvelä sekä perushuolloista vastannut Saab Systems Oy:n projektipäällikköä ins. Timo Salo. Lisäksi haastateltaviin kuuluvat LÄVA-tutkajärjestelmän operaattorit sekä ILMASK:n koulutushenkilökunta.

### **2.3 Aiheen rajaus**

Opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan LÄVA-tutkajärjestelmän teknisen elinjakson hallintaa sen elinjakson operointivaiheen aikana. Työssä tutkitaan järjestelmän elin-jakson hallintaa teoreettisella tasolla ja tarkennetaan tutkimus koskemaan tutkajär-jestelmän laitejärjestelmiä. Teknisen elinjakson hallinnan osa-alueista tutkitaan muu-tosten hallintaa, joka liittyy konfiguraation hallinnan kokonaisuuteen. Tutkimuksen kohteena ovat myös tekninen elinjaksosuunnitelma sekä siihen kiinteästi liittyvä elin-jaksokustannusanalyysi.

Opinnäytetyö tuottaa kolme tulosta, jotka auttavat omalta osaltaan tutkimuksen kohteena olevien laitejärjestelmien teknisen elinjakson hallinnassa. Tuloksia ovat teknillisen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmän (TMT) avulla saadut muutos-ten hyväksynät, tekninen elinjaksosuunnitelma ja elinjaksokustannusanalyysi.



TVJ-alalla käyttöön otetun TMT-järjestelmän ottaminen osaksi päivittäistä ylläpito-toimintaa varmistaa, että järjestelmälle tehtävät ja organisaation hyväksynnän vaativat muutokset tulevat dokumentoituja. Työssä olevat TMT-esimerkit ovat osa laitejärjestelmien perushuollossa tulleista muutoksista, jotka ovat käyneet TMT:n vaatiman hyväksyntäprosessin läpi. Esimerkkien avulla annetaan malli toisille käyttäjille oikeaoppisesta TMT-järjestelmän käytöstä.

Teknisen elinjaksosuunnitelman avulla muodostetaan näkemys loppuelinjakson aikaisista tärkeimmistä laitejärjestelmien kunnossapitoon vaikuttavista toimista. Suunnitelmaan kartoitetaan eri vuosille tapahtuvat päivitykset, tarkastukset ja merkittävimmät huollot.

Elinjaksokustannusanalyysillä arvioidaan tehtävien toimien aiheuttamat kustannukset eri vuosille. Analyysillä ja siitä saatavilla tuloksilla on merkitys valvontajärjestelmäsektorilla tehtävään pitkäntähtäimen rahoituksen suunnitteluun LÄVA-tutkajärjestelmälle. Teknisen elinjaksosuunnitelman ja kustannusanalyysin avulla pystytään vaikuttamaan eri vuosien rahoitustarpeeseen tasaamalla järjestelmälle tehtävät kustannuksia aiheuttavat työt usealle vuodelle.

## **3 KÄSITTEISTÖ JA ELINJAKSON HALLINTA**

### **3.1 Elinjakson käsitteet ja niiden määritelmät**

Seuraavien käsitteiden määritelmät perustuvat Jyrki Kosolan kirjan Suorituskyvyn elinjakson hallinta määritelmiin, ja niitä on verrattu puolustusvoimien ja ilmavoimien hallinnoimiin ohjeisiin ja määräyksiin. Osa määritelmistä on kunnossapitoalan kirjallisuudesta ja lehdistöstä poimittuja.

### **Elinjaksokustannus**

Elinjaksokustannuksiin kuuluvat kohteen suorat ja välilliset kustannukset, jotka johtuvat suunnittelusta, hankinnasta, käyttöönotosta, käytöstä, kunnossapidosta, parannuksista ja käytöstä poistosta (Lempiäinen 2007, 19).

### **Järjestelmän elinjakso**

Järjestelmän elinjakso alkaa järjestelmävaatimusten ja järjestelmäarkkitehtuurin laadittamisella esisuunnitteluvaiheessa ja päättyy järjestelmän hylkäämiseen purkamisvaiheessa (Kosola 2007, 396).

### **Konfiguraation hallinta**

Konfiguraation hallinta tarkoittaa prosessia, jonka tarkoituksena on luoda ja ylläpitää tuotteen ominaisuuksien yhteneväisyyttä koko elinjakson ajan sen vaatimusten ja konfiguraatioinformaation kanssa (Sotilasilmailumääräys 2010, 4).

### **Kunnossapidettävyyys**

Kunnossapidettävyyys tarkoittaa kohteen kykyä olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja. (Promaint.net, n.d.)

### **Kunnossapito**

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (Promaint.net, n.d.)

**Käyttöhuoltokelpoisuus**

Käyttöhuoltokelpoisuuden omaava henkilö on oikeutettu tekemään laitteelle tai järjestelmälle ehkäisevässä kunnossapidossa huolto-ohjelman mukaisia määräaikaishuoltoja tai korjaavaa kunnossapidon mukaisia vikakorjauksia vaihtolaittein (Huoltoorganisaation käsikirja 2012).

**Käyttövarmuus**

Käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajanhetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla. (Promaint.net, n.d)

**Laitejärjestelmä**

Laitejärjestelmä tarkoittaa tässä opinnäytetyössä tutkajärjestelmään integroitua tutkamekaanisia osajärjestelmiä, kuten hydraulikka-, sähkö- tai jäähdytysjärjestelmiä.

**Rajoitettu tyyppikelpoisuus**

Rajoitetun tyyppikelpoisuuden omaava henkilö on oikeutettu tekemään kelpuutusasiakirjaan kirjatuille järjestelmille, laitteille tai yksiköille vaativia huoltotoimenpiteitä ja antamaan niistä rajoitetun tyyppikelpoisuuden tasaisen huoltotodisteen. Tämän kelpoisuuden omaava henkilö ei voi luovuttaa huoltokohdetta operatiiviseen käyttöön (LÄVA huoltojärjestelmäkuvaus 2012.)

**Teknillinen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmä, TMT**

TMT on sotilasilmailuviranomaisen hyväksymän tyyppivastuuorganisaation ylläpitämä sotilasilmailun muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmä, jonka vaatimukset on annettu sotilasilmailumääräyksellä (Lentoteknillinen menettelyohje100E 2012).

**Tekninen elinjakso**

Tekninen elinjakso tarkoittaa elinjakson operointi- ja purkuvaihetta yhdessä.

Tässä työssä käsitellään teknisen elinjakson operointivaihetta.

### **Teknisen elinjakson hallinta**

Teknisen elinjakson hallinta tarkoittaa järjestelmän tai osajärjestelmän elinjakson hallintaan liittyvää teknisen tilannekuvan muodostamista ja ylläpitämistä sekä järjestelmälle tai osajärjestelmälle asetettujen vaatimusten ja konfiguraation hallintaa, teknisen käytettävyyden hallintaa sekä hallittavaan kohteeseen liittyvien järjestelmävuastuullisen tahon vastuulla olevien elinjaksonhallinnan vaiheiden suunnittelua, ohjaamista ja seurantaa. (Kosola 2007, 412.)

### **Teknisen elinjakson suunnitelma**

Teknisen elinjakson suunnitelma tarkoittaa järjestelmän tai osajärjestelmän elinjakson hallintaan liittyvää suunnitelmaa , joka kattaa hankintavaiheen, järjestelmän suunnittelun käyttöönottoajankohdan, suhteellista suorituskykyä aktiivisesti ylläpitävän vaiheen, jolloin järjestelmään tehdään tarvittaessa päivityksiä, passiivisesti ylläpidettävän vaiheen (vain kunnossapitoa ei päivityksiä) sekä purkamisvaiheen. (Kosola 2007, 412.)

### **Tyypikelpoisuus**

Tyypikelpoisuuden omaava henkilö on oikeutettu tekemään itsenäisesti järjestelmälle, laitteelle tai yksikölle huoltotoimenpiteitä ja antamaan niistä huoltotodisteen, jolla huoltokohde luovutetaan operatiiviseen käyttöön (LÄVA huoltojärjestelmäkuvaus 2012.)

## **3.2 Järjestelmän elinjakso ja sen vaiheet**

Kosolan (2007, 15) mukaan elinjakso käsitteenä on laaja, ja sillä tarkoitetaan eri yhteyksissä hieman eri asioita. Käsitettä voidaan käyttää suorituskyvyn, hankkeen, järjestelmän sekä teknisen elinjakson yhteydessä. Nämä asiat liittyvät toisiinsa, mutta eivät tarkoita samaa. Tästä syystä, kun elinjakso käsitettä käytetään, tulisi aina mainita, mistä elinjaksosta on kysymys. Tässä opinnäytetyössä käsitellään järjestelmän

teknistä elinjaksoa. Elinjakso voidaan jakaa vaiheisiin ideointi, esisuunnittelu, suunnittelu, hankinta tai rakentaminen, operointi ja purkaminen. Vaiheet on kuvattu kuviossa 3.



**KUVIO 3. Elinjakson vaiheet**

Ideointivaiheessa määritellään elinjaksosuunnittelun perusteet ja selvitetään suorituskyyvyn luontiaikataulu, sen ylläpitoaika ja siitä luopumisajankohta (Kosola 2007, 433 - 434). Esisuunnitteluvaiheessa täsmennetään ideointivaiheessa kehitettyjä järjestelmä suunnitelmia sekä suorituskyyvyn liittyviä asioita tarkennetaan. Tässä vaiheessa aloitetaan myös operatiivisten suunnitelmien laadinta. (Mts. 434 - 435.)

Suunnitteluvaiheessa valmistellaan järjestelmän hankinta toteutuskelpoiseksi sekä tarkennetaan lisää esisuunnitteluvaiheessa aloitettuja järjestelmäsuunnitelmia (Mts. 435). Hankinta- tai rakentamisvaiheessa ohjataan ja valvotaan tuotantoa sekä käynnistetään aiemmin laaditut toimenpidesuunnitelmat. Tämän vaiheen aikana myös valmistellaan ja allekirjoitetaan sopimukset. (Mts. 435.)

Operointivaihe, joka on samalla järjestelmän teknistä elinjaksoa, voidaan jakaa kolmeen osaan Kosolan (2007, 375) mukaan:

- ylösajovaiheeseen, jolloin järjestelmä on hyväksytty sotavarusteeksi ja käyttö- ja ylläpitoressurssien koulutus on aloitettu
- aktiiviseen ylläpitovaiheeseen, jolloin järjestelmän suorituskyykyä ylläpidetään, tässä vaiheessa tehdään myös tarvittavat elinjaksopäivitykset sekä modifikaatiot
- alasajovaiheeseen, jolloin modifikaatioita ja päivityksiä ei tehdä, vaan varoositusta ja kunnossapitoa vähennetään ja lopulta lopetetaan.

Purkuvaihe on jatkoa tekniseen elinjaksoon, tällöin järjestelmä poistetaan käytöstä. Siihen ei käytetä enää resursseja koulutuksen tai ylläpidon muodossa. Järjestelmä romutetaan tai siitä käytetään soveltuvat osat toisiin järjestelmiin.

### 3.3 Teknisen elinjakson hallinnan eri osa-alueet

Kosolan (2007, 412) määritelmän mukaan tekninen elinjakson hallinta tarkoittaa järjestelmän tai osajärjestelmän teknisen tilannekuvan muodostamista ja ylläpitämistä. Sekä näille asetettujen vaatimusten, konfiguraation ja teknisen käytettävyyden hallintaa sekä elinjaksonhallinnan vaiheiden suunnittelua, ohjaamista ja seuranta.

Operointivaiheen aikana järjestelmän tekniseen elinjakson hallintaan kuuluu useita eri osa-alueita. Kaikkien näiden osa-alueiden hallinnan tarkoitus on pitää järjestelmä sekä siihen liittyvät toiminnot suorituskykyisinä. Keskeisimpiä osa-alueita ovat vaatimusten hallinta, konfiguraation hallinta, käyttövarmuuden hallinta, elinjakson vaiheiden hallinta sekä materiaalin tilannekuvan hallinta. Lisäksi osa-alueisiin kuuluvat elinjaksosuunnitelman laadinta ja ylläpito, dokumentaatioiden ylläpito, tuoterakenteiden ylläpito, turvallisuusasiat sekä logistiikka.

Tärkeimpinä järjestelmän teknisen elinjakson hallinnan osa-alueina Kosola (2007, 383) pitää

- vaatimusten hallintaa
- konfiguraation hallintaa
- käytettävyyden hallintaa
- elinjakson vaiheiden välisen siirtymisen hallintaa.

Näistä osa-alueista tässä työssä keskitytään konfiguraation hallintaan ja sen toteutukseen sekä elinjaksosuunnitelman laadintaan kustannusanalyysineen.

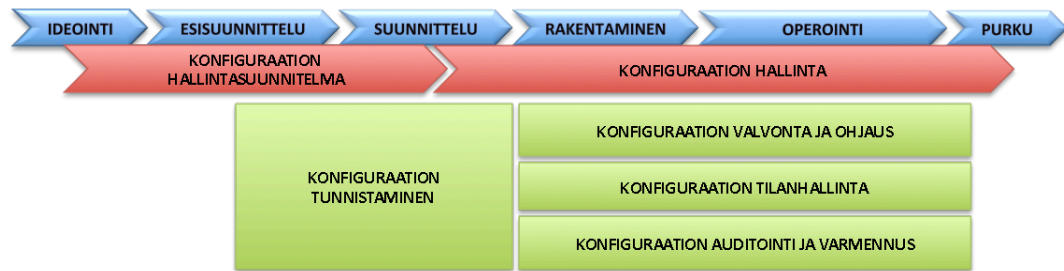
### 3.4 Konfiguraation hallinta

Sotilasilmailun TVJ-alan huoltotoimintavaatimuksissa (2010, 4) määritellään konfiguraation hallinta prosessiksi, jonka tarkoituksena on luoda ja ylläpitää tuotteen ominaisuuksien yhteneväisyyttä koko elinjakson ajan, sen vaatimusten ja konfiguraatioinformaation kanssa. Eli tarkoituksena on muodostaa järjestelmään tehtävistä muutoksista hallittu tapahtuma. Hyötynä tästä on se, että tulevaisuudessa järjestelmän elinjaksoa tarkasteltaessa muutosten eteneminen voidaan todentaa.

Konfiguraation hallinta pitää yllä järjestelmän ja sen laitteiden reaaliaikaista kokoonpanoa. Hallinta ulottuu tyypillisesti vaihtoyksikkö tai piirikorttitasolle. Ilmavoimien materiaalilaitoksella järjestelmien konfiguraatiota pidetään yllä SAP-järjestelmässä nimikerakenteen ja siitä laaditun laiterakenteen avulla (Teknisen elinjakso suunnitelman laadintaohje 2011, 14.) Ohjelmistot ja huolto-ohjeet hallitaan järjestelmäkohtaisilla menettelyillä, jotka kuvataan huoltojärjestelmä kuvauksissa (Huoltoorganisaation käsikirja 2011, 63).

#### 3.4.1 Konfiguraation hallinnan toiminnot

Kuviossa 4 on esitetty konfiguraation hallintaprosessin toimintojen sijoittuminen järjestelmän elinjakson hallinnan vaiheisiin. Konfiguraation hallintasuunnitelman laatiminen sijoittuu elinjakson alkuvaiheisiin. Varsinaiset jatkuvat hallintatoimet konfiguraation ylläpitämiseen sijoittuvat elinjakson loppuun, painottuen operointivaiheeseen (Iivonen 2011, 31.)



**KUVIO 4. Konfiguraation hallinnan toiminnot elinjaksossa (Iivonen 2011, 31)**

Konfiguraation hallinnan toiminnot jakautuvat kuvion 4 mukaisesti neljään eri kokonaisuuteen. Iivonen (2011) määrittelee toimintojen sisältämät vaiheet seuraavasti:

Konfiguraation tunnistamisessa valitaan konfiguraatioyksiköt ja määritetään konfiguraation dokumentaatio sekä niille muodostetaan tunnisteet. Samalla määritetään, hyväksytetään ja käyttöön otetaan konfiguraation perustaso (Mts. 32-35.) Valvontaja ohjausvaiheessa käytetään sovittuja toimintamalleja ja perusteita konfiguraation muutoksissa, luokituksissa ja toteutuksessa (Mts. 35). Tilanhallintavaiheessa suoritetaan ehdotettujen sekä hyväksytyjen muutosten toteutuksen tilan tallentaminen ja raportointi. Lisäksi toteutetaan konfiguraation dokumenttien ja konfiguraatioyksiköiden versioiden ylläpitoa (Mts. 35-36.) Auditointi- ja varmennusvaiheen aikana hallintaprosessi on toimivana käytössä ja siihen liittyvä dokumentaatio on hyväksytty sekä dokumentaation tiedot vastaavat järjestelmää ja sen toiminnallisuutta. Tämän vaiheen konfiguraatio on perustana käyttö- ja huolto-ohjeisiin, varaosien ja työkalujen käyttöön sekä koulutukseen (Mts.37.)

Konfiguraation tilanhallinnan määritelmässä yksi osa-alue on ehdotettujen sekä hyväksytyjen muutosten toteutuksen tilan tallentaminen ja raportointi. Tässä opinnäytetyössä tullaan seuraavaksi selvittämään miten kyseinen muutosten hallinta on toteutettu Ilmavoimien TVJ-alalla.



### 3.4.2 Muutosten hallinnan työväline TMT

Teknillinen muutos-, tiedotus- ja raportointijärjestelmä (TMT) otettiin Ilmavoimien TVJ-alalla käyttöön 31.1.2012. Käyttöönoton yhtenä perusteen on ollut sotilasilmailumääräys TVJ-alan huoltotoimintavaatimukset. Siinä edellytetään, että huolto-organisaation on huolehdittava TVJ-alan teknisten järjestelmien, laitteiden ja yksiköiden konfiguraation hallinnasta.

TMT-järjestelmää käytetään teknisen elinjakson hallinnassa TVJ-alan huoltotoimintaluvan alaisten järjestelmien osalta. Sen avulla hallitaan sotilasilmailun teknisten järjestelmien suorituskykyä, välitetään teknistä informaatiota ja tuetaan toimintajärjestelmien kehittämistä. TMT-järjestelmä perustuu sähköisiin- sekä paperiasiakirjoihin, jotka laaditaan, käsitellään ja arkistoidaan TMT-hallintajärjestelmässä. Se on osa LTJ-järjestelmän toiminnallisuutta. (LMO/100E/YL 2012).

Menettelyohje LMO 100E määrittelee TMT-järjestelmän sekä ohjeistaa sen käytön. Menettelyohjeessa asiakirjat jaotellaan määrääviin asiakirjoihin ja ei määrääviin asiakirjoihin. Määräävät asiakirjat ovat käskeviä, joiden perusteella voidaan sotilasilmailun teknillistä työtä, käyttö- ja lentolupia määrätä toteutettavaksi. Näitä asiakirjoja julkaisevat tyyppivastuuorganisaatiot. Ei määräävät asiakirjat ovat luonteeltaan tiedottavia ja keskeneräisen asian käsittelyyn liittyviä. Näiden asiakirjojen perusteella ei sotilasilmailun teknillisiä töitä saa tehdä. Julkaisijoina toimivat joukko-osastot ja teollisuus. (Mt.)

Määrääviä asiakirjoja ovat:

- Asennusmääräys (AM)
- Kumoamisasiakirja (KA)
- Menettelyohje (LMO)
- Muutostiedotus (MT)
- Poikkeuslupa (PL)

- Poikkeamalupa (PKL)
- Teknillinen tiedotus (TT). (Mt.)

Ei määrääviä asiakirjoja ovat:

- Huoltotiedotteen arviointi (HA)
- Huoltotiedotteen arviointi päätös (HAP)
- Menettelyohje luonnos (LMOL)
- Muutostiedotus luonnos (MTL)
- Muutosaloite (MA)
- Muutosaloite välipäätös (MAVP)
- Muutosaloite päätös (MAP)
- Teknillinen ilmoitus (TI)
- Teknillinen ilmoituspäätös (TIP)
- Teknillinen ilmoitus välipäätös (TIVP)
- Teknillinen tiedotus luonnos (TTL). (Mt.)

Tämän opinnäytetyön liitteenä olevat TMT-asiakirjat ovat osa laitejärjestelmien perushuollossa tulleista muutoksista, jotka ovat käyneet TMT:n vaatiman hyväksyntäprosessin läpi. Toteutus esimerkit ovat määrääviä muutostiedotus (MT) asiakirjoja.

### **3.5 Tekninen elinjaksosuunnitelma**

Ilmavoimissa järjestelmien suorituskyvyn elinjakson hallinnan kokonaisvastuu on ILMAVE:lla ja VKOEL:lla. VTEKNOS tekee teknistä elinjaksosuunnittelua saatujen suorituskyky ja järjestelmän elinjaksosuunnitelmien perusteella. Järjestelmän elinjakson esisuunnitteluvaiheessa luodaan järjestelmälle tekninen elinjaksosuunnitelma. Sitä tarkennetaan ja tarvittaessa korjataan laitteisto- ja laitetason suunnitelmien perusteella hankkeen ja ylläpidon myöhemmissä vaiheissa. Kosolan (2007, 270) mukaan

osajärjestelmien teknisen elinjakson suunnittelussa toistuvat samat tehtävät ja vaiheet kuin järjestelmätasolla, kuitenkin matalammalla hierarkiatasolla.

Perusteet joiden mukaan osajärjestelmien teknisen elinjakson suunnitelmat tehdään tulevat hanke- ja järjestelmätason suunnitelmista. Tärkeimpinä perusteina ovat seuraavat

- järjestelmän suunniteltu käyttöikä, käyttöä kuvaavina suureina esim. kalenterivuosina, käyttötunteina tai ajokilometreinä
- järjestelmän suunniteltu käyttöprofiili
- järjestelmän elinjakson aikainen kehittäminen ja suorituskyvyn ylläpitäminen.

Elinjaksosuunnitelma ei sisällä kustannuksia vaan kustannuksia aiheuttavia suureita kuten huollot, tarkastukset, ajomäärät, jne. (PAK 8:05, n.d.). Muodostuneet kustannukset sisällytetään erikseen tehtävään järjestelmän elinjaksokustannusanalyysiin.

Kosola (2007, 412) mukaan tekninen elinjaksosuunnitelma kattaa myös järjestelmän elinjakson operointivaiheen. Tämän vaiheen hän jakaa suorituskykyä aktiivisesti ylläpitävään ja passiivisesti ylläpitävään vaiheeseen. Aktiivisesti ylläpitävän vaiheen aikana järjestelmään tehdään päivityksiä kuten tämän opinnäytetyön pohjana olevia laitejärjestelmien perushuoltoja.

Tässä opinnäytetyössä tutkittavan järjestelmän laitejärjestelmille ei ole aiemmin tehty teknistä elinjaksosuunnitelmaa. Työssä tehtävä suunnitelma tulee koskemaan järjestelmän elinjakson operointivaiheen loppua aina vuoteen 2025.

### 3.6 Elinjaksokustannusanalyysi

Elinjaksokustannusanalyysi käsittää tiedon järjestelmän elinjakson aikana syntyvistä välittömistä ja välillisistä kustannuksista eli käytännössä kaikista kustannuksista, joita järjestelmälle elinjakson aikana muodostuu. Analyysin perustana toimii järjestelmän elinjaksosuunnitelma. Kustannusanalyysillä pyritään saamaan aikaan kustannusarvio, jonka avulla voidaan varmistua elinjakson aikaisen suorituskyvyn rahoituksen riittävyys. Analyysi kohdentaa raharesurssit suorituskyvyn kannalta oleellisiin osiin ja antaa samalla pohjan mahdollisille jatkohankkeille. (PAK 8:05, n.d.)

Järjestelmän elinjakson eri vaiheet edellyttävät kustannusten analysointia. Ylläpitämällä elinjaksokustannusanalyysia koko järjestelmän elinjakson ajan helpotetaan uusien arviointien tekoa. Elinjaksokustannukset voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan: investointikustannuksiin sekä muihin omistamisesta ja käytöstä johtuviin kustannuksiin, joita ovat esim. ylläpito- ja käyttökulut (PAK 8:05, n.d.). Ilmavoimissa järjestelmien kunnossapidon rahoitus perustuu elinjaksokustannusanalyysiin ja siitä tehtyyn toiminta- ja resurssisuunnitelmaan. Suunnitelmia päivitetään tarvittaessa. (Teknisen elinjaksosuunnitelman laadintaohje 2011, 8.)

Analyysin kustannukset jaetaan puolustusvoimien määrittelemiin suorituskyvyn osatekijöihin, joita ovat

- materiaalikustannukset jaoteltuna
  - investointikustannuksiin
  - käytöstä aiheutuviin kustannuksiin
  - tekninen kunnossapidon kustannuksiin
- henkilöstökustannukset
- infrastruktuuri- ja tukeutumiskustannukset
- integrointikustannukset. (PAK 8:05, n.d.)

Tässä opinnäytetyössä tehtävä elinjakso kustannusanalyysi koskee kustannuksia, joita laitejärjestelmiin tehtävistä huolloista tai päivityksistä muodostuu tulevaisuudessa. Näistä saadaan kokonaisrahoitussuunnitelma elinjakson loppuun asti. Suunnitelma ei koske järjestelmän hylkäämisvaihetta. Analyysin kustannukset kuuluvat puolustusvoimien ohjeistuksen määrittelemän, suorituskyvyn osatekijä kustannustyyppi jaotteen mukaan, materiaalikustannusten teknisen kunnossapidon alakohtaan.

### **3.7 Elinjakson hallinnan vastuut ja ohjeistus ilmavoimissa**

Ilmavoimissa järjestelmien suorituskyvyn elinjakson hallinnan kokonaisvastuu on Ilmavoimien esikunnalla. Ilmavoimien Materiaalilaitoksella on elinjaksovastuu ilma- puolustuksen johtamisen, valvonnan, lennonvarmistuksen sekä sotilasilmailun materiaalista ja sen kunnossapidon järjestelyjen johtamisesta hankintavaiheesta aina materiaalin käytöstä poistamiseen saakka.

ILMAVMATL:n VTEKNOS tekee teknistä elinjaksonsuunnittelua saatujen suorituskyky ja järjestelmän elinjakso suunnitelmien perusteella ja samalla se vastaa TVJ-alan järjestelmien toimintavarmuudesta. Järjestelmän elinjakso VTEKNOS:lla muodostuu hankinnan jälkeisestä käyttöönotosta, elinikäisestä kunnossapidosta ja niihin liittyvistä materiaalityiminnoista. Eli VTEKNOS vastaa vastuullaan olevien järjestelmien käyttövaiheesta, mutta osallistuu myös uusien järjestelmien hankintavaiheeseen (Tamminen 2007, 20.)

Elinjakson hallintaa toteutetaan ilmavoimissa puolustusvoimien ohjeistuksen mukaisesti. Ohjeet ovat pääosiltaan pääesikunnan pysyväisasiakirjoja, joilla määritellään ja yhtenäistetään elinjakson hallinnan toimenpiteet kaikissa puolustushaaroissa.

Tärkeimmät ohjeet ovat

- PELOGOS PVHSM KUPI002 Puolustusvoimien materiaalin kunnossapito
- PEMATOS PAK 08:01 Hanketoiminta puolustusvoimissa (HD590/21.12.2007)
- PEMATOS PAK 08:02 Elinjaksopäätökset puolustusvoimissa (HD595/21.12.2007)
- PEMATOS PAK 08:03 Elinjaksoauditoinnit puolustusvoimissa (HD596/28.12.2007)
- PEMATOS PAK 08:04 Suorituskyvyn elinjakso puolustusvoimissa (HD601/21.12.2007)
- PEMATOS PAK 08:05 Elinjaksokustannusten laskenta puolustusvoimissa
- PEMATOS PAK 08:06 Vaatimustenhallinta puolustusvoimissa (HD603/21.12.2007)
- SVY SIM-TO-IT-001: Sotilasilmailun huoltotoimintavaatimukset (14.11.2007)
- SVY SIM-TO-LV-003: Sotilasilmailun TVJ-alan huoltotoimintavaatimukset (5.5.2010)
- ILMAVMATL VTEKNOS NORMI ILMAVMATLHSMK 501: Huolto-organisaation käsikirja (22.12.2011)
- ILMAVMATL VTEKNOS OHJE: Teknisen elinjakson suunnitelman laadintaohje (22.07.2011)

## **4 TUTKAJÄRJESTELMÄ ILMAVOIMISSA**

### **4.1 Ilmavoimien johtamisjärjestelmäala**

Ilmavoimien päätehtävää, alueellisen koskemattomuuden valvonnan ja turvaamisen toteuttamista, tukee omalta osaltaan johtamisjärjestelmätoimiala. Ala tarjoaa ilmavoimien johtoportaille operatiivisen ja tulenkäytön johtamisen sekä ilmavalvonnan

paikalliset tiedonsiirtoyhteydet, johtamis-, valvonta- ja tietojärjestelmät. Sen vastuulla on luoda ja ylläpitää ilmavoimien johtamisen ja valvonnan tekninen suorituskyky. Johtamisjärjestelmäalan piirissä olevilta järjestelmiltä vaaditaan korkeaa reaaliaikaisuutta ja toimintavarmuutta. (Marjamaa 2007.)

Ilmavoimien johtamisjärjestelmä on kokonaisuus, joka koostuu useasta eri järjestelmästä ja verkosta. Se mahdollistaa organisaation kaikkien eri tasojen johtamistoiminnan. Nämä verkot ja järjestelmät hoitavat tiedon keräämisen ja hankinnan, siirron, kokoamisen, analysoinnin, päätöksenteon ja vaikuttamisen toimeenpanon. Yksinkertaistettuna johtamisjärjestelmä tarkoittaa sensoreiden, päätöksentekijöiden, aseiden ja muiden vaikuttamisen välineiden yhdistämisestä yhdeksi isoksi kokonaisuudeksi. (Mts.)

Tulevaisuudessa Ilmapuolustuksen johtamisjärjestelmä liitetään osaksi integroitua tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmää. ITVJ-järjestelmä on puolustusvoimien yhteinen järjestelmä. Sen tarkoituksena on yhdistää eri puolustushaarakohtaisten sensorien tieto. Järjestelmä on perusta puolustusvoimien yhdistetyn maalitilannekuvan muodostamiselle. Ilmavoimat vastaa iTVJ:n käyttämän multi sensor tracking-järjestelmän (MST) kehittämisestä. (Korkiamäki 2007.)

## **4.2 Ilmavoimien huoltojärjestelmä**

Materiaalin kunnossapito on huolto- sekä korjaustoimintaa. Kunnossapidon tehtävänä on varmistaa, että käytössä oleva materiaali täyttää sille asetetut vaatimukset niin teknisiltä kuin operatiivisilta osilta. Materiaalin tulee myös olla käyttöturvallisuuden edellyttämässä toimintakunnossa. Vastuu kunnossapidon toteutuksesta materiaalin osalta on ilmavoimien omalla kunnossapito-organisaatiolla, yhteistyökumppaneiden kunnossapito-organisaatiot tukevat toimintaa.

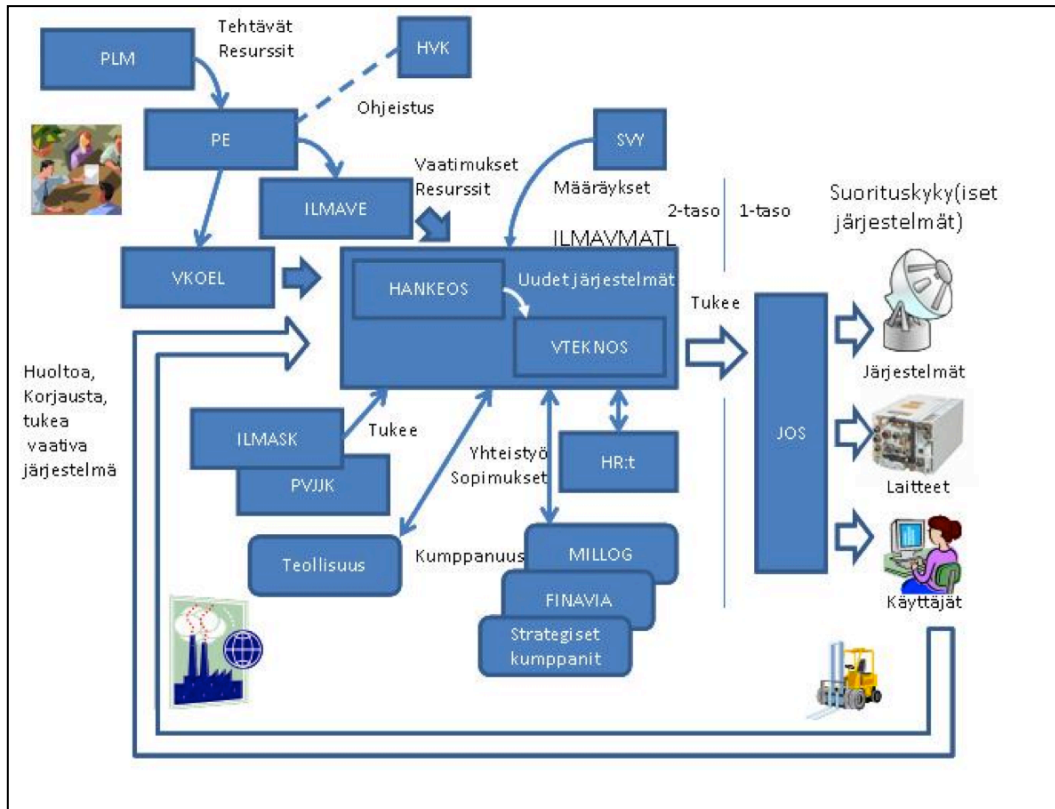
Ilmavoimien esikunnan huolto-osaston tehtävänä on ohjata ilmavoimien hallussa olevan materiaalin kunnossapidon järjestelyt ja resurssit. Esikunnassa toimiva Sotilas-ilmailun viranomaisyksikkö julkaisee huoltotoimintaa koskevia viranomaisvaatimuksia. Niiden toteutumista seurataan määrävälein katselmoinneilla ja toiminnan tarkastuksilla huolto-organisaatioissa. (Huolto-organisaation käsikirja 2011, 19.)

Ilmavoimien materiaalilaitos tuottaa sotilasilmailun materiaalipalvelut ja keskuskorjaamotason kunnossapitotyöt yhteistyössä kotimaisten strategisten kumppanien kanssa. Se johtaa ilmavoimien materiaalin elinjakson kunnossapidon ja täydennysten järjestelyt. Kunnossapidon pohjana käytetään TVJ-alan työohjelmaa. Ilmavoimien kunnossapidon ja huollon toteuttamisesta vastaa huoltojärjestelmäkokonaisuus, joka koostuu 2-tasoisesta kunnossapitojärjestelmästä (1-taso ja 2-taso). Ilmavoimien TVJ-alan kalustojen huoltamiseen ja korjaamiseen vaaditaan huoltohenkilöstöltä huoltokelpoisuudet. (Mts. 34.)

1-tason huoltoa voi tehdä tyyppikelpoisuudella tai käyttöhuoltokelpoisuudella. Tällä tasolla tarkoitetaan ns. asematasoa, jossa toteutetaan ehkäisevää ja korjaavaa kunnossapitoa laitteille ja järjestelmille. Käytännön töistä vastaa lennostojen viestitekniikkakeskukset, pääjohtokeskusten teknilliset keskukset, tutka-asemat ja koulujen viestitekniikkayksiköt. Ehkäisevässä kunnossapidossa 1-taso suorittaa huolto-ohjelman mukaisia määräaikaishuoltoja sekä korjaavan kunnossapidon osalta vika-korjauksia, joissa käytetään vaihtolaitteita. (Mts. 56.)

2-tason huoltoa tehdään tyyppikelpoisuudella tai rajoitetulla tyyppikelpoisuudella. Tällä kunnossapitotasolla tarkoitetaan ns. keskuskorjaamotasoa, jossa toteutetaan vaativaa huolto- ja korjaustoimintaa. Näihin kuuluvat mm. modifioinnit, peruskorjaukset ja -huollot. 2-tason kunnossapito käsittää ilmavoimien Materiaalilaitoksen, maavoimien Materiaalilaitoksen huoltorykmentit sekä puolustusvoimien ulkopuolten kumppaneiden ja teollisuuden kunnossapitojärjestelmät. (Mts. 56.) Huoltotasot ja niiden liittyminen toimintaympäritöön on kuvattu kuviossa 5.





KUVIO 5. TVJ-alan kunnossapidon toimintaympäristö (Huolto-organisaation käsikirja 2011, 20)

### 4.3 Tutkajärjestelmä osana ilmatilannekuvan muodostamista

TVJ-alalla valvonnan johtaminen tarkoittaa mm. käytössä olevien ilmavalvontasensoreiden avulla reaaliaikaisen ilmatilannekuvan tuottamista ja sen jakamista tarvitsijoille. Ilmapuolustuksen TVJ-alan valvontasensoreihin kuuluvat mm. ilmavalvontatutkat.

Ilmavalvontatutkat tuottavat valvontatietoa, joka johdetaan MRT- järjestelmään. Tämä järjestelmä vertaa ja kokoaa eri tutkilta tulevan tiedon muodostaen, näistä reaaliaikaisen valtakunnallisen ilmatilannekuvan johtamisjärjestelmän käyttöön (Ronsi 2012.) Ajan tasalla olevan ilmatilannekuvan muodostaminen edellyttää, että ilmavalvontatutkat, jotka tuottavat valvontatietoa, ovat säännöllisen huollon ja kunnossapidon piirissä.

#### 4.4 Ilmavalvontatutkajärjestelmät

Ilmavalvonnan periaate on kattaa tutkajärjestelmillä koko ilmatila, ettei ns. katve-alueita jää valtakunnan alueelle. Tämä tarkoittaa, että tutkajärjestelmillä pyritään näkemään mahdollisimman kauas ja korkealle. Korkeussunnassa jokainen tutkajärjestelmä kattaa eri korkeusalueen. Suomessa on käytössä kolmea eri ilmavalvontatutkajärjestelmää. Kaukovalvonta- keskivalvonta- ja lähivalvontatutkajärjestelmä.

Suomen kaukovalvontatutkat ovat ranskalaisvalmisteisia, tutkamallin tyyppi on TRS22XX. Järjestelmät hankittiin vuonna 1988 Thalesilta ja ensimmäinen tutka otettiin käyttöön vuonna 1994. Yksi tutka valvoo n. 400 km etäisyydelle ja 30 km korkeudelle. Järjestelmän suunniteltu käyttöikä päättyy vuonna 2025. Tällä hetkellä KAVA-tutkajärjestelmälle ollaan tekemässä ensimmäistä modernisointia eli MLU:ta, jolla parannetaan tutkan vastaanotinosuutta. Kuviossa 6 on esitetty KAVA-tutkan antenni.



KUVIO 6. KAVA-tutkan antenin pystytys (Puolustusvoimat 2012)

Käytössä olevat keskivalvontatutkat ovat Suomessa valmistettuja. Ensimmäinen tutka otettiin käyttöön vuonna 1978. Yksi tutka valvoo n. 170 km etäisyydelle ja 15 km korkeudelle. Järjestelmän suunniteltu käyttöikä päättyy vuonna 2015. Tällä hetkellä ollaan KEVA-tutkajärjestelmälle tekemässä modernisointia, jossa vanha järjestelmä korvataan kokonaan uudella, ranskalaisvalmisteisella Ground master 400 mallin tutkalla. Kuviossa 7 on esitetty KEVA-tutkan antenni.



**KUVIO 7. KEVA-tutkan antenni (Puolustusvoimat 2012)**

Lähivalvontatutkat ovat ruotsalaisvalmisteisia, tutkamallin tyyppi on Giraffe 100. Järjestelmät hankittiin vuonna 1991 Ericssonilta, ensimmäinen tutka otettiin käyttöön vuonna 1993. Yksi tutka valvoo n. 50 km etäisyydelle ja 5 km korkeudelle. Järjestelmän suunniteltu käyttöikä päättyy vuonna 2025. Tällä hetkellä LÄVA-tutkajärjestelmien tutkamekaanisille laitejärjestelmille ollaan tekemässä perushuolto, jolla vaikutetaan eri osa-alueiden käytettävyyteen ja kunnossapitoon. Kuviossa 8 on esitetty koko LÄVA-tutkajärjestelmä.



KUVIO 8. LÄVÄ-tutkajärjestelmä ja voimalaiteperävaunu (Puolustusvoimat 2012)

## 5 LÄHIVALVONTATUTKAJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Järjestelmän pääosat

LÄVA tutkajärjestelmän pääosat ovat

- alusta, joka koostuu ajoneuvosta ja laitesuojasta
- ensiö- eli PSR-tutka
- toisio- eli SSR-tutka
- näyttölaite
- viestiliikennelaitteet
- voimalaiteperävaunu.

Järjestelmä on suunniteltu yhden ajoneuvon varassa liikkuvaksi tutkajärjestelmäksi, jonka valvonta alueen etäisyys on 50 km ja korkeus 5 km. Se on rakennettu konttiympäristöön, joka on sijoitettu kuljetusajoneuvoon. Ulkoisesti valmiudessa oleva

tutkajärjestelmä koostuu laitesuojasta, antennimastosta, antennista, tukijaloista, varavoimakoneesta ja ajoneuvosta.



**KUVIO 9. LÄVA-tutkajärjestelmä**

Tutkajärjestelmä voi olla toimintavalmiudessa itsenäisesti ilman ajoneuvoa tai kuten kuviossa 9, ajoneuvon kanssa. Tämän mahdollistaa konttiin integroidut hydraulijalat, joiden avulla voidaan laitesuoja vaaita ja tukea tutkan käyttötilanteessa. Jalkojen avulla mahdollistetaan myös 12 metrisen antennin turvallinen ylösnosto ja käyttö.

Laitesuojan sähköjärjestelmä on kolmivaiheinen 230/400V 50Hz järjestelmä. Itse tutkalaitteelle käytetään taajuusmuuttajan kautta tulevaa 200/115V 400Hz järjestelmää. Kontissa on lisäksi 12, 24 ja 48 tasasähköjärjestelmät tutkan eri toimintoja varten. Järjestelmän mukana kulkevan voimalaiteperävaunun avulla järjestelmä voi toimia myös alueilla missä ei ole ns. verkkosähköä saatavilla. (Functional description 1995, 20-23 )

Laitesuoja on lisäksi varustettu lämmitys- ja jäähdytyslaittein, joilla mahdollistetaan operaattoreille hyvät järjestelmän toiminnan aikaiset työskentelyolosuhteet sekä varmistetaan käytössä olevien laitteiden käyttö- ja ympäristölämpötilojen tasaisuus.

## **5.2 Tutkajärjestelmän käyttötarkoitus**

Lähivalvontatutkajärjestelmiä hankittiin Suomeen vuonna 1991 ilmavoimien ja maa-voimien käyttöön. LÄVA hankittiin taktiseksi sensoriksi korvaamaan vanhentunut TEPSU-järjestelmä. Sitä voidaan käyttää miehitettynä paikalliskäytössä tai kaukokäyttöisesti miehittämättömänä.

Ilmavalvonnassa järjestelmän käyttö keskittyy täyttämään kauko- ja keskivalvonnan väliin jäävien alakatveiden valvonta-alueita. LÄVA:n liikuteltavuuden ansiosta sitä voidaan hyödyntää osana tukikohtien suojaamis- ja lennonvarmistustehtäviä. Muita käyttötarkoituksia johon järjestelmää käytetään ovat, hävittäjätorjunnan maalinosoitus, taistelunjohto ja ilmatorjunnan maalinosoitus. (Lähivalvontatutkan yleisesittely 1991.)

### 5.3 Järjestelmävaatimukset

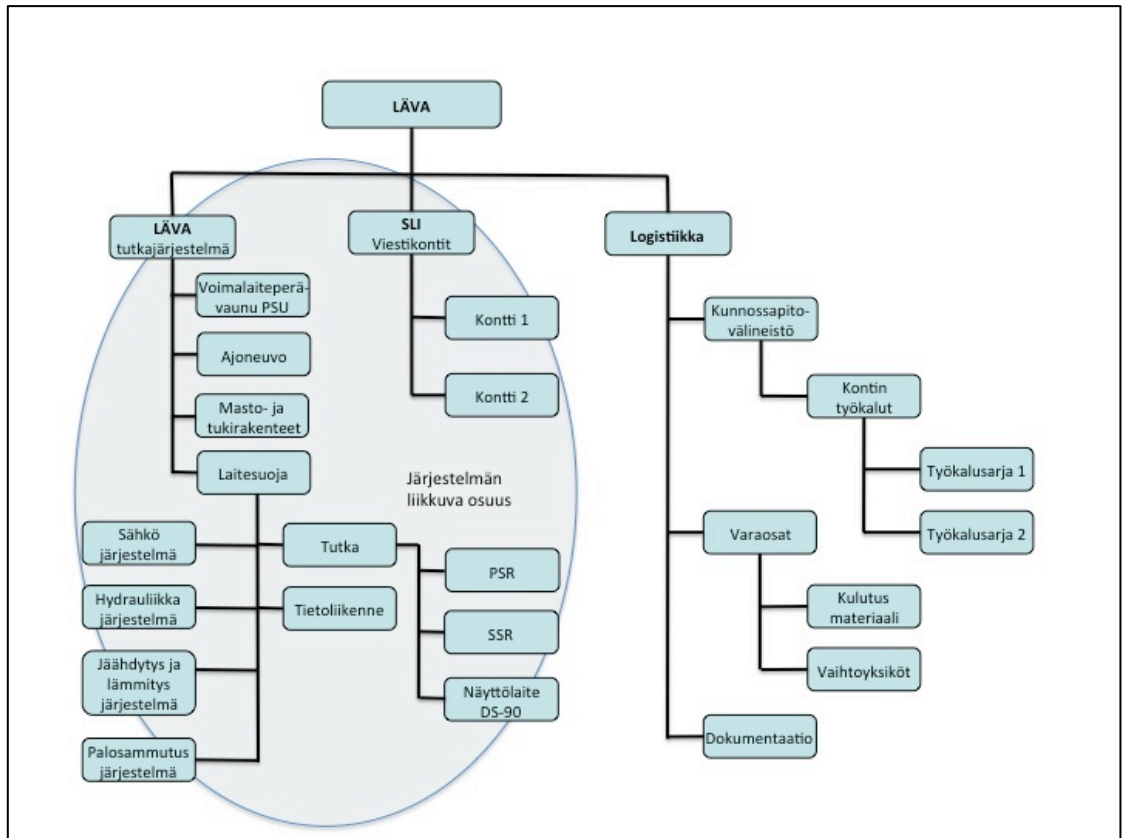
Tärkeimmät LÄVA:n järjestelmävaatimukset, joilla saavutetaan haluttu suorituskyky ovat

- PSR -tutkalla on kyky havaita 2 m<sup>2</sup> maali 100 km etäisyydelle
- tutkalla on kyky omata hyvä mittausominaisuus matalalla lentäviin maaleihin, voimakkaasta maavälkkeestä huolimatta
- tutkalla on hyvät häiriönsieto ominaisuudet
- järjestelmällä on hyvä liikkuvuus
- järjestelmä on nopea pystyttää ja purkaa operointi tilanteessa
- järjestelmässä on EMP- ja NBC –suojaukset
- järjestelmässä on yhteensopiva liittyminen olemassa olevaan ilmapuolustusjärjestelmään. (Lähivalvontatutkan yleisesittely 1991.)

### 5.4 Tutkajärjestelmän tuoterakenne

Tuoterakenteella tarkoitetaan puumaista rakennetta, jossa kukin järjestelmän rakenneyksikkö pystytään yksiselitteisesti tunnistamaan. Tuoterakenne on se kokonaisuus mistä koko järjestelmä koostuu. Kuvio 10 esittää LÄVA:n tuoterakenteen. Rakenne jakautuu kolmeen pääosaan, LÄVA tutkajärjestelmä, SLI-viestikontti ja logistiikkaan.

LÄVA tutkajärjestelmä haara muodostaa kokonaisuuden, jolla tutkavalvonta toimintaa voidaan suorittaa. SLI-viestikontit ovat erillisiä viestiliikenteeseen tarkoitettuja yksiköitä, joiden avulla tutkan tuottama valvontatieto siirretään MRT- järjestelmään ilmatilannekuvan luontia varten. Logistiikka haara käsittää kunnossapitoon, materiaalitointoihin ja dokumentaatioon liittyvät yksiköt.



KUVIO 10. LÄVA-tutkajärjestelmän tuoterakenne

## 5.5 Tutkamekaaniset laitejärjestelmät

LÄVA -tutkajärjestelmä on yksi toiminnallinen kokonaisuus, mutta siitä on erotettavissa kolme selkeää erillistä osaa. Tutkayksikkö, johon kuuluvat PSR- ja SSR- tutkat, aaltoputki, antenni ja näyttölaite. Näillä laitteilla suoritetaan varsinainen ilmatilan valvonta. Tietoliikenne laitteet, joilla hoidetaan valvontatiedon eteenpäin saattaminen sekä muut tutkatoiminnan ympärille rakennetut tukijärjestelmät, jotka mahdollistavat varsinaisen valvontatoimen suorittamisen.

Näitä tukijärjestelmiä kutsutaan tutkamekaanisiksi laitejärjestelmiksi. Tutkamekaaniisiin laitejärjestelmäkokonaisuuksiin kuuluvat laitesuoja, masto- ja tukirakenteet, voimalaiteperävaunu sekä ajoneuvo. Näistä tämän työn yhteydessä käsitellään laitesuoja siihen integroituine järjestelmineen sekä masto- ja tukirakenteet.



### 5.5.1 Laitesuoja

Lähivalvontatutkajärjestelmän tutkamekaaniset laitejärjestelmät ovat integroitu siirtolavakiskoilla sekä ISO-kulmilla varustettuun laitesuojaan. Laitesuojan ulkopuolelle on kiinnitetty tukirakenteet, joihin on asennettu tukijalat sekä antennimastorakenne. Tukijalat ovat suojan tuentaa ja vaaitusta varten.

Ilmastoinnilla varustettu laitesuoja on mitoiltaan 4880 mm x 2440mm x 2200mm ja se on valmistettu paloeristeisistä kolmikerroselementeistä hitsaamalla ne yhteen. Suojassa olevat kulkuovi ja varauloskäyntiaukko ovat rakennettu EMP- ja NBC- suoja-  
tuiksi. Ulkopinta on maalattu kolmiväri naamiomaalein. Laitesuoja on jaettu kahteen osaan, operaattori- ja laitetilaan. Operaattoritilaan on sijoitettu operaattorin työ-  
kentelykeskus sekä tilan ilmastointilaitteet. Laitetilassa ovat PSR- ja SSR –tutkat, sähköjakelu-, viesti- ja LVI-laitteet.

### 5.5.2 Sähköjärjestelmä

Kontin pääsähköjärjestelmä tuottaa sähköä tutkalle ja sen tukijärjestelmille. Sähköä pääsyöttöliityntä on kontin ulkopuolella, josta saadaan konttiin 230/400V 50Hz pääjännite sekä 230V 50Hz varastosyöttö jännite. Ulkoisen liitynnän vaihejärjestystä seurataan automaattisesti ja tarvittaessa se muutetaan järjestelmään sopivaksi. Itse tutkalaitteelle käytetään taajuusmuuttajan kautta tulevaa 200/115V 400Hz järjestelmää. Kontissa on lisäksi 12, 24 ja 48 tasasähköjärjestelmät tutkan eri toimintoja varten. Kontin sisäinen sähköjakeluverkko koostuu neljästä keskuksesta PDU1-3 ja 24PDU. Kolmessa ensimmäisessä keskuksessa sijaitsevat jakeluverkon kontaktorit, releet, automaattisulakkeet, kytkimet ja toimintovalot. 24PDU palvelee kahta erillistä 24V tasajännite verkkoa. (Functional description 1995, 3.1-3.3 )

Järjestelmän mukana kulkevan voimalaiteperävaunun avulla järjestelmä voi toimia myös alueilla missä ei ole ns. verkkosähköä saatavilla. Varavoiman avulla varmistetaan valvonta myös sähkökatkosten aikana, tällöin varavoima käynnistyy automaattisesti.

### 5.5.3 Hydrauliiikkajärjestelmä

Tutkajärjestelmän kuljetustilasta toimintakuntoon pystyttämisessä sekä toimintakunnosta kuljetuskuntoon kasaamisessa käytetään apuna konttiin asennettua hydrauliiikkajärjestelmää. Hydrauliiikan päätoiminnot ovat tukijalkojen levitys, kontin vaaitus, maston nosto ja sen lukitus.

Järjestelmän pääosat ovat

- hydrauliikkayksikkö
- masto ja tukijalka sylinterit
- mastolukko sylinterit
- hydrauliiikan käyttökeskus
- hydrauliiikan kaukokäyttökeskus
- jalkojen ulos/sisään toimintopainikkeet.

Pääpumppu muodostaa koko hydrauliikkajärjestelmän sydämen, sen tuotto on 21 l/min. ja se muodostaa 150 baarin paineen putkiverkoston. Pääpumpun toiminnan varmistamiseksi on järjestelmässä lisänä kaksi varapumppua. Akkupumppu, joka toimii tasavirralla ja on tuotoltaan vastaava kuin pääpumppu sekä käsipumppu jolla voidaan tehdä tarvittavat jalkojen ja maston pystytys- ja kasaustoimenpiteet. (Functional description 1995, 4.3-4.7 .)

Tukijalka ja mastorakenteisiin on asennettu sylinterit, joiden avulla niitä voidaan liikuttaa. Pumpun öljylle muodostama 150 baarin paine ohjataan käytettävän sylinterin ohjausventtiiliin kautta sylinterille käyttövoimaksi. Sylintereitä on järjestelmässä käyttötarkoitukseltaan ja sijoituspaikaltaan neljä erilaista mallia.

Tukijalkarakenteen toiminnoissa käytetään kahta erilaista sylinteriä. Levitys-sylintereillä ajetaan tukijalat vakionopeudella toiminta-asentoon tai sisään kuljetus-asentoon kontin tukirakenteeseen. Tasaus-sylintereillä vaaitaan kontti vaakatasoon. Vaaitustilanteessa jokaista sylinteriä voidaan ajaa itsenäisesti oikeaan asentoon. Vaaitus on edellytys, että 20 metrinen masto voidaan pystyttää turvallisesti. (Mts. 4.10)

Mastorakenteessa on myös kahta erilaista sylinterimallia. Mastorakenne koostuu kolmesta osasta, varsinainen maston pää rakenne, johon on kiinnitetty antenni ja sen pyörityspöytä koneistoinen sekä maston pää rakenteen tuentaan tarkoitettu kaksiosainen tukirakenne.

Pääsylinteri on järjestelmän isoin käyttösylinteri ja se on kiinnitetty maston pää rakenteeseen, sen toiminnalla nostetaan tai lasketaan masto. Sylinterin toiminta on kaksinopeuksinen ja se voidaan ongelmatilanteessa laskea käyttöasennosta alas mekaanisesti varalaskuventtiilin avulla. Lukitussylinterit lukitsevat mastorakenteen. Tukirakenne muodostuu kahdesta erillisestä osasta, nämä ovat nivelen avulla toisissaan kiinni muodostaen kokonaisen tukirakenteen. Kun masto ajetaan ylös pääsylinterin avulla, lukitaan tukirakenteen kaksi osaa yhdeksi lukitussylintereillä. Lukitussylinterit voidaan ongelmatilanteessa myös ajaa auki mekaanisesti. (Mts. 4.11-4.12)

Hydrauliikan käyttökeskukseen on asennettu tärkeimmät järjestelmän varolaitteet ja hydraulisyksikön pumppujen käyttökytkimet. Käyttökeskuksessa ovat myös eri toimintojen tilaa seuraavat indikointivalot, näiden avulla voidaan visuaalisesti varmistaa että lukitus- ja muut turvallisuuteen liittyvät toiminnot ovat toteutuneet.

Varsinainen toimilaite jolla sylintereitä ajetaan on hydrauliikan kaukokäyttölaite. Se on kytketty kaapelilla käyttökeskuksen, antaen mahdollisuuden käyttäjälle liikua

tutkajärjestelmän ympärillä sitä pystytettäessä ja kasattaessa. Kaukokäyttölaiteessa on kytkimet maston ajamiseen sekä kontin vaituksen suorittamiseen. (Mts. 4.13-4.16)

#### **5.5.4 Jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmä**

Tutkajärjestelmässä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien tarkoituksena on mahdollistaa operaattoreille hyvät järjestelmän toiminnan aikaiset työskentelyolosuhteet sekä varmistaa käytössä olevien laitteiden käyttö- ja ympäristölämpötilojen tasaisuus. Liikuteltaessa järjestelmää varmistetaan kuljetuksen aikainen lämmitys sekä järjestelmän nopea ylösajo kuljetusvaiheesta toimintatilaan erillisellä kuljetuslämmitysjärjestelmän avulla.

Jäähdytyksen lämmönsiirtoaineena käytetään glykoli akkuvesi seosta. Pääperiaate on että puhaltimet kierrättävät laitteistossa tai tiloissa lämmentyneen ilman ilma/nestelämmönvaihtimien läpi, jolloin lämpö siirtyy kiertonesteeseen. Se kierrätetään pumpun kautta pääjäähdytysyksikköön, jossa lämpö poistetaan kiertonesteestä ristivirtaus levylämmönvaihtimessa, jonka toisella puolella kiertää jäähdytyspiirin kylmäaine. (Functional description 1995, 5.4.)

Kontissa oleva lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä kokonaisuus koostuu kahdesta erillisestä nestekierto- ja jäähdytyspiiristä, näitä kutsutaan ensiö- ja toisiojäähdytyspiireiksi. Ensiöpiirillä huolehditaan tutkalaitteiston jäähdytys, sen kiertonesteen tilavuus on 20 litraa ja neste koostuu ethyleniglykoli akkuvesi nesteseoksesta. Ensiöpiirin pääyksiköt ovat

- ilmajäähdytysyksikkö, jolla tutkalaitteistokaapit jäähdytetään
- nestejäähdytysyksikkö, jolla jäähdytetään tutkan TWT-putki. (Mts. 5.4-5.5.)

Toisiopiirillä jäähdytetään laite- ja operaattoritilat. Piirissä on 65 litraa nestettä joka koostuu 55% etyleeniglykolia, 40% akkuvettä ja 5% inhibiittejä korroosion estämiseksi. Tässä piirissä sijaitsee myös nesteen lämmitykseen tarkoitettu 10 Kw lämmityselementti. Tämän piiri liittyy ensiöpiiriin lämmönvaihtimien kautta.

Toisiopiirin pääyksiköt ovat

- jäähdytysyksikkö CUN , jolla hoidetaan koko järjestelmän jäähdytys
- laitetila ilmastointikone
- operaattoritilan ilmastointilaite
- nesteen lämmitysvastus 10 kW
- pääpumppu, joka toisiopiirin nesteen kierrättää. (Mts. 5.4-5.5.)

Jäähdytysyksikön (CUN) kautta kierrätetään kaikki neste, joka kiertää muualla jäähdytysjärjestelmässä keräten lämpöä eri pisteistä. Yksikkö on jäähdytysteholtaan 22 kW ja kiertävä neste voidaan jäähdyttää kylmäaineen avulla tai hyödyntämällä vallitsevaa kylmää ulkoilmaa ns. vapaakiertotoiminnolla. Jäähdytysyksikkö on sijoitettu irrotettavaksi laitteeksi kontin ulkopuolelle sen etuosaan, laite on esitetty kuviossa 11. Jäähdytysaineena käytetään R22 kylmäainetta, jota kylmälaitteen täytössä on 22 kg. (Mts. 5.6-5.9.)

Jäähdytysyksikön CUN pääosat ovat

- jäähdytyslaitteisto, joka sisältää kaksi 7kW jäähdytyskompressoria, lauhduttimen, höyrystimen, tarvittavat venttiilistöt sekä termostaatit
- vapaakiertoon tarvittava automatiikka, neste/ilma jäähdytyspatteri, tarvittavat venttiilistöt ja termostaatit
- lauhdutinpuhallin, jonka avulla kierrätetään lauhdutusilma kylmäkierron lauhduttimen ja vapaakierron neste/ilma jäähdytyspatterin läpi. (Mts. 5.6-5.9.)



KUVIO 11. CUN testikontissa

### 5.5.5 Palosammutusjärjestelmä

Kontti on varustettu automaattisella palosammutusjärjestelmällä, sen tehtävänä on suojata sekä henkilöstöä että laitteistoja tulipaloja vastaan.

Järjestelmä koostuu

- paloilmoitinkeskukselta
- kolmesta erillisestä valvontasilmukasta
- lämpöilmaisimista
- neljästä sammutepullosta putkistoihin.

Kontissa olevat kolme erillistä valvontasilmukkaa on asennettu eri osiin laitesuojaa suojaamaan toimintoja. Valvontasilmukoissa olevat ilmaisimet, joita on yhteensä 7 kpl ovat lämpötunnisteisia. Ne reagoivat laiteympäristön lämpötilan nousuun, aiheuttaen palohälytyksen valvontajärjestelmään sekä laukaisten sammutinpullot.

Sammutepulloja on järjestelmässä neljä ja niistä on asennettu purkuputkistot eri osiin laitesuojaa. Sammutteainetta Halon-1301 on järjestelmässä käytössä yhteensä 20 kg. Tutkajärjestelmän varastointitilanteessa kytketään kontin paloilmoitinkeskus kiinteistön palosammutusjärjestelmään, jolloin se on yleisen valvonnan piirissä.

### 5.5.6 Masto- ja tukijalkarakenteet

Tutkakontin kumpaankin päähän on asennettu laitesuojan jatkoksi lisärakenteet, joihin tukijalat ja mastorakenne ovat kiinnitetty. Tukijalka- ja mastorakenteet ovat kotelopalkki periaatteella erikoisteräksestä rakennettuja kokonaisuuksia. Tällä tekniikalla on rakenteista saatu keveitä, mutta kestäviä. Kotelorakenteita on myös hyödynnetty rakenteellisina suojina hydrauliiikkaputkituksille ja kaapeloinneille. Tukijalat, maston pää rakenne ja maston tukirakenteet ovat kiinnitetty liukulaakeroimalla ne konttia ympäröiviin tukirakenteisiin. (Functional description 1995, 2.22.)

Tukijalkarakenteet muodostuvat

- jalkarakenteesta
- kaksiosaisesta lukitustuesta
- tukirakenteen lukitustapista
- maalevystä
- mekaanisesta tasaussylinterin lukosta
- tasaus- ja levitys-sylintereistä

Jalkarakenteen kiinnitys tukirakenteeseen sekä lukitustuen taittolaakeri ovat itsevoitelevia liukulaakereita. Lukitustuki on kaksiosainen. Tukijalan levitystilanteessa lukitustuki oikenee ja se lukitaan käyttöasentoon erillisellä käsikäyttöisellä lukitustapilla. Mekaanista tasaussylinterin lukkoa käytetään varmistamaan vaaitun kontin asento, jos paine karkaa vikatilanteessa hydrauliiikasta. Maalevy on erikseen irrotettava ja kiinnitettävä osa tasaussylinteriin. Maalevy jakaa tasaussylinterin muodostaman paineen maan pintaan. (Mts. 2.22-2.23.)

Mastorakenne koostuu seuraavista osista

- maston pää rakenne
- kaksiosainen tukirakenne
- pääsylinteri ja lukitus-sylinterit

Mastorakenne koostuu kolmesta osasta, varsinainen maston pää rakenne sekä pää rakenteen tuentaan tarkoitettu kaksiosainen tukirakenne. Maston pää rakenne on yksiosainen palkkirakenne jonka yläosaan on rakennettu kiinnitystaso antennin pyörityskoneistoa varten. Rakenteeseen on kiinnitetty myös pääsylinterin sekä aalto putken ja kaapeloinnin kiinnityspisteet. (Mts. 2.23-2.24.)

Tukirakenne muodostuu kahdesta rakenteesta (ylä- ja alaosa), yläosa on yksiosainen rakenne johon on rakennettu kiinnityspiste pää rakenteeseen sekä vaakatukipalkki kahden lukitus-sylinterin kiinnitystä varten. Tukirakenteen alaosa muodostuu kahdesta tukipalkista (oikea ja vasen), jotka on kiinnitetty yläosaan taittolaakereiden avulla. Kun mastorakenne on pystyasennossa lukitaan tukirakenne osat yhtenäiseksi kokonaisuudeksi lukitus-sylinterien avulla. (Mts. 2.23-2.24.)

## **6 TEKNISEN ELINJAKSON HALLINNAN TOTEUTTAMINEN**

### **6.1 Perushuolto**

Laitejärjestelmille v. 2007 aloitetusta perushuollosta on muodostunut runsaasti dokumentteja, jotka ovat olleet tutkimuskohteena tässä opinnäytetyössä. Mekaniikan ja hydrauliiikan perushuoltosuunnitelman runkona oli v. 2008 Tikkakoskella tehty yhden järjestelmän huoltotarvekartoitus. Vastaava kartoitus tehtiin myös sähkö- ja ilmastointijärjestelmille v. 2009. Huoltotarvekartoituksissa havaittiin ikääntymistä ja



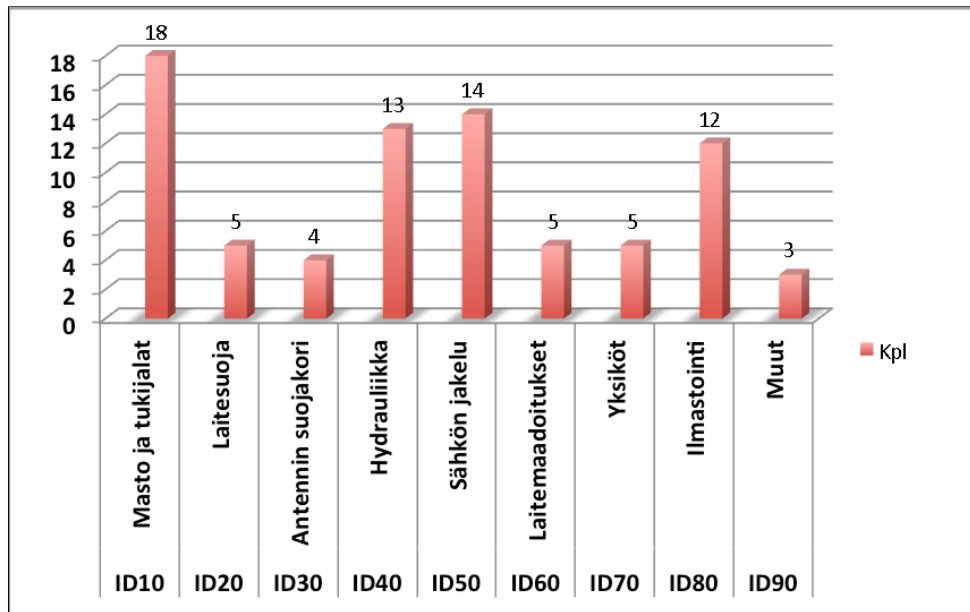
kehittämistarpeita, joiden perusteella oli tarkoituksenmukaista suorittaa järjestelmän perushuolto. Työ suunniteltiin tehtäväksi kaikille ilmavoimien järjestelmille. Perushuollolla varmistettiin järjestelmälle asetetut käytettävyyksivaatimukset sen teknisen elinjakson loppuajaksi.

### **6.1.1 Dokumentointisuunnitelma**

Perushuollon laajuudesta ja siihen osoitetusta rahoituksesta johtuen työt ajoittuivat vuosille 2008 - 2012. Tämän vuoksi perushuollosta tehtiin projekti, jossa projektinhallinnan keinoin huolehdittiin perushuoltojen suunnitelmallisesta toteutuksesta. Huoltotarvekartoitusten perusteella tehdyt perushuoltosuunnitelmat yhdistettiin ja itse huoltotehtävää varten tarkastus-, huolto- ja parannustoimenpiteet täsmennettiin taulukkomuotoon vaatimusmatriisiksi. Sitä vastaan todennettiin huoltotoimenpiteet suoritetuiksi järjestelmäkohtaisen lopputarkastuksen yhteydessä. Kaikkiaan yksittäisiä töitä matriisissa oli 80 kpl järjestelmää kohti. (Salo 2012.)

Huoltomatriisi jaettiin identifioituihin työpaketteihin, joita olivat

- ID10 Masto ja tukijalat
- ID20 Laitesuoja
- ID30 Antennin suojakori
- ID40 Hydrauliiikka
- ID50 Sähkön jakelu
- ID60 Laitemaadoitukset
- ID70 Yksiköt
- ID80 Ilmastointi
- ID90 Muut. (Salo 2009)



KUVIO 12. Töiden jakauma työpakettikohtaisesti

Kuviosta 12 nähdään, miten työt jakautuvat työpakettikohtaisesti. Suurimmat yksittäisten tehtävien määrät kohdistuivat masto- ja tukijalkarakenteisiin, hydrauliikkaan ja sähkönjakeluun.

Perushuollon työt voi jakaa kolmeen osakokonaisuuteen: Tarkastukset, parannukset ja vaihdettavat komponentit. Näistä parannukset, joita oli 30 kpl, edellyttivät jatko-suunnittelua. Perushuollon päätteeksi toteutus ja järjestelmän toimivuus todennettiin erillistä testaussuunnitelmaa vastaan. Konfiguraation hallinta toteutettiin projektisuunnitelman mukaisesti siten, että kaikki muutokset tulivat dokumentoiduksi ja asiakkaan toimesta hyväksytyksi. (Salo 2012.)

### 6.1.2 Tarkastukset

Perushuollossa tehtävillä tarkastuksilla tarkoitetaan sellaisia tarkastuksia, jotka oli tarkoituksenmukaista suorittaa perushuollon yhteydessä, sekä tarkastuksia, jotka olisivat vaatineet rakenteiden purkamista tarvekartoituksen yhteydessä. Tarkastuk-

set kohdistettiin sellaisiin rakenteisiin tai laitteisiin, joissa arvioitiin käytön perusteella olevan vikaantumista. Huoltojen aikaiset tarkastukset kohdistettiin myös varastossa olleisiin hydraulikkakomponentteihin, joita kierrätettiin varastoinnista huollon kautta järjestelmiin töiden edetessä. Perushuollossa suurin osa tehtävistä töistä oli tarkastuksia ja niihin liittyviä huoltoja.

Tärkeimpiä tarkastuksia olivat

- hydraulikkasyntereiden laakerisilmukoiden särötarkastukset
- hydraulikkajärjestelmän tarkastukset, sylinterit, kuormanlaskuventtiilit, pumput, linjaventtiilit ja öljy
- sähköjärjestelmän tarkastukset, jakokeskukset, kaapeloinnit, maadoitukset, tasavirran syöttölaitteet, yksiköiden eristevastusmittaukset ja hydraulikan ohjaus
- tasaussylinterin lukitusjärjestelmän toimintatarkastus
- antennin suojakorin tarkastus
- laitesuojan paineistuksen tarkastus
- tutkajähdytysyksikön tarkastus.

### **6.1.3 Parannukset**

Tutkajärjestelmän käyttäjiltä saadun palautteen ja tarvekartoituksen perusteella järjestelmään tehtiin parannuksia. Niiden suunnittelun ja toteutuksen lähtökohtana oli helpottaa laitejärjestelmien käytettävyyttä sekä varmentaa niiden toimivuus. Työturvallisuuden kannalta kiinnitettiin erityinen huomio putoamismahdollisuuksien estämiseen. Lakiin perustuvia modernisointeja tehtiin ilmastoinnin jäähdytyslaitteelle sekä palotorjuntajärjestelmälle.

Tärkeimmät parannukset olivat

- tutkamaston kuljetustuen parantaminen jään kertymisen kannalta
- tukijalkasyylintereiden laakeroinnin suojausten parantaminen
- tutkamaston niveltuen lukitus-sylinteri ratkaisun parantaminen
- antennin huoltotuen toteutus
- tutkamaston muutokset. Nousuaskelmat ja turvavaljaiden kiinnityspisteen lisäys
- laitesuojan nousutikkaiden lukitusvarmistuksen toteutus
- hydraulikkaletkujen lukitukset sekä suojasukkien lisäys
- takasillan ja laitesuojan nousuportaiden toteutus
- jäähdytysyksikön (CUN) muutostyöt, jäähdytysaineen muutos jäähdytysaineesta R22 aineeksi R407
- palosammutusjärjestelmän uusiminen, sammuteaineen muutos haloni 1301:sta Novec 1230:ksi.

#### **6.1.4 Vaihdeettavat komponentit**

Lähivalvontatutkajärjestelmille on kertynyt käyttötunteja suhteellisen vähän käyttöikäen nähden. Huoltotarvekartoituksessa huomattiin joissain komponenteissa ja rakenteissa sellaisia ikääntymisen merkkejä, että niiden oletettu jäljellä oleva käyttöikä ei vastaa järjestelmältä odotettua käyttöikää. Komponenttien vaihtotarve johtuikin useimmassa tapauksessa ikääntymisestä. Ikääntyneiden komponenttien vaihdolla varmistettiin myös varaosien saatavuus.

Merkittävimmät vaihdot olivat

- hydraulikkaletkut
- rajakytkimet
- laakeroinnit, joiden rasvauksessa on havaittu ongelmia
- korvaavat sähkökomponentit
- releet ja kontaktorit
- pumppuyksikön pumpun vaihto korvaavaan
- teholähteiden UPS24 ja UPS48 korvaaminen uusilla
- kuljetuslämmittimen vaihto.

## 6.2 Muutosten hyväksyntä LÄVA-tutkan konfiguraatioon

Laitejärjestelmien perushuollossa tulleet muutokset hyväksytään TMT-järjestelmässä. Tässä opinnäytetyössä olevat kolme TMT-esimerkkiä ovat vain osa laitejärjestelmien perushuollossa tulleista muutoksista. Toteutusmerkit ovat määräviä muutostiedotusasiakirjoja (MT), niissä esitetyt muutokset ovat käyneet TMT:n vaatiman hyväksyntäprosessin läpi.

Muutostiedotusasiakirjojen hyväksynnällä tehdään päätös ja käsketään toimeenpano sotilasilmailun teknilliseen materiaaliin tehtävistä pienistä muutoksista. Nämä muutokset eivät edellytä sotilasilmailun lentokelpoisuusmääräyksen täydentävää tyyppitarkastusta. Muutostiedotusasiakirjaa käytetään esimerkiksi, kun järjestelmään tai laitteeseen joudutaan korvaamaan jokin osa uudella korvaavalla osalla tai järjestelmän huoltotoimenpiteeseen tehdään muutos (TMT koulutusmateriaali 2012.)

Järjestelmävastuuhenkilö tekee muutosehdotuksesta asiakirjan. Siihen kirjataan otsikko, muutoksen kohde, tiivistelmä muutokseen johtaneista syistä sekä ohjekirjat, joiden sisältöön muutos vaikuttaa. Asiakirjan asiakenttään kirjoitetaan laajemmin

muutoksen syyt, peruste muutokselle sekä toimintamalli muutoksen eteenpäin viemiselle. Toimintamallissa esitetään tavat ja aikataulut muutoksen tekemiselle, varastointiin aiheutuvat muutokset sekä ohjekirjapäivitys toiminta.

Valmis esitys annetaan sähköisessä muodossa kommentoitavaksi asiantuntijoille. Tulleet kommentit huomioidaan ja tarvittaessa lisätään asiakirjaan. Varmennuksen ja hyväksynnän jälkeen asiakirja arkistoidaan TMT-hallintajärjestelmään, josta se on luettavissa kaikille asianosaisille. Näin asiakirjassa oleva muutos on hyväksytty järjestelmän konfiguraatioon.

Koska tässä opinnäytetyössä yhtenä tutkimuksen osa-alueena on konfiguraation muutosten hallinta, keskityn esimerkeissä muutostiedotusasiakirjoihin. Näillä asiakirjoilla haetaan muutoksen hyväksyntää järjestelmän konfiguraatioon. Esimerkkeihin on pyritty hakemaan otos erilaisista tapauksista jotka aiheuttavat hyväksyntäesityksen. Malleina ovat lakiin perustuva muutos, käyttäjäpalautteeseen perustuva muutos ja komponentin vanhentumiseen perustuva muutos.

### **6.2.1 Lakiin perustuva muutoksen hyväksyntä**

Liitteessä 1 on esitetty lakiin perustuva muutoksen hyväksyntä. Se koskee LÄVA-tutkajärjestelmän laitesuojan palosammutusjärjestelmää, jonka muutos toteutettiin perushuollon yhteydessä. Sammuteaineena muutetussa järjestelmässä oli haloni 1301 (CF<sub>3</sub>Br). Tämä haloni kuuluu valtioneuvoston päätöksen (L 262/1998) mukaisiin, otsonikerrosta heikentäviin aineisiin. Päätöksen mukaisten aineiden käyttö kiellettiin v. 2000 alusta. Päätös antaa mahdollisuuden halonin jatkokäytölle puolustusvoimien miehitetyissä viesti- ja johtokeskuksissa, taistelujoneuvoissa ja aluksissa.

Vaikka laki ei edellytä puolustusvoimilta sammuteaineen vaihtoa, on ILMAVMATL:ssa LVI-järjestelmävastuullisen taholta tehty periaatepäätös, joka edellyttää halonipoh-

jaisten sammuteaineiden käytön vähentämistä viesti- ja tutkajärjestelmistä. Halonin hinnan nousu ja sen saatavuuden vaikeutuminen ovat johtaneet huoltovaikeuksiin. Yhtenäistämällä sammutinjärjestelmät viesti- ja tutkajärjestelmissä saavutetaan etua huoltovarmuudessa, varastoinnissa sekä muissa logistisissa toiminnoissa.

Palosammutusjärjestelmän muutoksella vaikutettiin koko sammutusjärjestelmään. Vanha järjestelmä purettiin kokonaisuudessa. Purku koski hälytys- ja laukaisukeskusta, sammutesäiliöitä, putkistoja, suuttimia ja paloilmaisimia. Purettu sammutinjärjestelmä korvattiin uudella kokonaisuudella, jossa sammuteaineena on halonin korvaava Novec 1230, kuviossa 13 esitetty Mikropulssi Oy:n hälytys- ja laukaisukeskus SIGMA XT-keskus ja paloilmaisimina savuilmaisimet. Putkisto mitoitettiin uudelle sammuteaineelle sopivaksi. Purkusuuttimien sijoituspaikat jäivät entiselleen.

Novec 1230 -sammute korvaa halonin ja se on nykyaikainen lainmukainen sammuteaine. Sen etuina on hyvä sammutusvaikutus, korkea henkilöturvallisuus, minimaaliset vaikutukset ympäristöön sekä helppo käytettävyys. Se ei johda sähköä eikä ole korrosoiva, minkä vuoksi se sopii erityisesti elektroniikka- ja sähköpalojen sammutukseen. (Esite Novec1230.)



**KUVIO 13. Uuden järjestelmän hälytys- ja laukaisukeskus**

## 6.2.2 Käyttäjälautteeseen perustuva muutoksen hyväksyntä

Perushuoltokartoituksen yhteydessä kyseltiin LÄVA-tutkajärjestelmän operaattoreilta mielipiteitä laitejärjestelmiin tehtävistä muutoksista. Voimakkaimpana tuli esille työturvallisuuden parantaminen ja ennen kaikkea putoamisen ehkäiseminen. Yksi kohde oli antennimasto ja siellä tehtävät käyttö- ja huoltotoimenpiteet. Liitteessä 2 on esitetty käyttäjälautteeseen ja samalla työturvallisuuteen perustuva muutoksen hyväksyntä.

Tilanteessa, jossa masto jää yläasentoon hydraulikkavian vuoksi, voidaan se laskea alas kuljetusasentoon mekaanisesti. Toimenpiteet laskemisen suorittamiseen edellyttävät työskentelyä maston tukipalkkirakenteessa, joka sijaitsee n. 4 metrin korkeudessa. Aiemmin työ tehtiin tikkailta eikä rakenteessa ollut varsinaista mastovyön lukitukselle tarkoitettua kiinnityspistettä. Valtioneuvoston asetuksen (A 205/2009) mukaan nojatikkaita ei saa käyttää työalustana, joten työturvallisuuden parantaminen oli aiheellista.

Tehdyssä muutoksessa lisättiin antennin tukirakenteeseen viisi askelmaa kumpaankin tukipalkkiin oikean työskentelykorkeuden saavuttamiseksi. Askelmat suunniteltiin niin, että niihin voidaan kiinnittää mastovyön lukitus nousun ajaksi. Askelmissa on hammastus, jolla varmistetaan kengän pitävyys. Maston tukipalkkirakenteeseen lisättiin kaksi kiinnityspistettä mastovyön lukitukselle. Muutoksella parannettiin huomattavasti antennissa tapahtuvien huolto- ja käyttötoimenpiteiden työturvallisuutta. Mastorakenteeseen tehdyt muutokset näkyvät kuviosta 14.





KUVIO 14. Maston tikastus ja mastovyön kiinnityspisteet

### 6.2.3 Vanhentuneen komponentin muutoksen hyväksyntä

LÄVA- tutkajärjestelmän tekninen elinjakso on pitkä. Se alkoi v. 1993 ja päättyy v. 2025. Tämän ajanjakson aikana useat laitejärjestelmissä olevat komponentit vanhentuvat malliltaan ja tyypiltään. Perushuoltokartoituksen tuloksena haluttiin varmistaa laitejärjestelmien huoltovarmuus ja varaosien saatavuus päivittämällä vanhentuneet komponentit. Liitteessä 3 on esitetty komponentin vanhentumiseen perustuva muutoksen hyväksyntä.

Hydrauliikkajärjestelmässä yksi vanhentunut komponentti, joka perushuollossa muutettiin, oli painesuodatin. Vanhan suodattimen saatavuus oli heikentynyt ja samalla todettiin, ettei sen suodatuskyky enää vastannut vaatimuksia. Muutoksessa vaihdettiin suodatintyyppi PALL HC8700FKS8H uudeksi tyyppiä PALL HC9800FKS8H. Samassa muutoksessa vanha suodatinkuppi poistettiin ja korvattiin isommalla nykyiselle suodattimelle sopivalla mallilla. Uudella suodattimella parannettiin hydrauliikkaöljyn puhtautta ja samalla vähennetään suodattimen hyytymismahdollisuutta kylmissä olosuhteissa. Uuden suodattimen suodatusmateriaalin suodatinpinta-ala on suurempi kuin vanhan.

### 6.3 Tekninen elinjaksosuunnitelma vuoteen 2025

Elinjaksosuunnitelma kattaa laitejärjestelmien teknisen elinjakson operointivaiheen loppuajan. Sen lähtökohtana on suunnitellusti määrittää tutkamekaanisiin laitejärjestelmiin kohdistuvat päätapahtumat vuoteen 2025 asti. Elinjaksosuunnitelman lopullinen tavoite on identifioida kustannusajurit, joiden avulla tehdään elinjaksosuunnitelmaan kytkeytyvä elinjaksokustannusanalyysi (PAK 8:05 n.d.). Suunnitelma tehdään Excel-taulukkoon, joka on opinnäytetyön liitteenä 4. Elinjaksosuunnitelma tullaan lisäämään myös varsinaiseen LÄVA-tutkajärjestelmän tekniseen elinjaksosuunnitelman liitteeksi.

Elinjaksosuunnitelman idea on pilkkoa elinjakson operointivaiheen loppuaika vuosijaksoihin ja määrittää kullekin vuodelle päätapahtumat sekä niiden toistuvuus järjestelmän purkuvaiheeseen asti. Suunnitelmasta muodostuu taulukkomatriisi, jonka perusteella saadaan kokonaiskuva tapahtumista sekä niiden ajankohdista. Koska tämä tekninen elinjaksosuunnitelma tulee olemaan myös työtehtävissäni suunnittelu-pohjana, otan siihen mukaan myös joitain LÄVA-tutkajärjestelmän laitejärjestelmäkokonaisuuksia, joita ei ole käsitelty varsinaisessa opinnäytetyössä. Näitä ovat voimалаiteperävaunu sekä tutkajärjestelmän siirtoon tarkoitettu ajoneuvo.

Aiemmin tehtyjen huoltarvekartoitusten perusteella sekä tutkajärjestelmän vähäisestä käytöstä johtuen ei laitejärjestelmille ole tarvetta tehdä elinjakson loppuvaiheessa vastaavaa perushuoltoa kuin nyt on tehty. Tulevaisuudessa tehdään muutamia suuria kunnossapitotoimenpiteitä, kuten maalauksia ja runkohooltoja. Pääosa tapahtumista tulee olemaan käyttöturvallisuuteen ja lakeihin perustuvia tarkastuksia ja huoltoja.

Liitteen 4 vuositaulukon mukaiset tehtävät koskevat kaikkia ilmavoimien huollon piirissä olevia LÄVA-tutkajärjestelmiä. Tutkamekaanisiin laitejärjestelmiin kohdistuvat tapahtumat voidaan jaotellaan laitejärjestelmäkohtaisiin tapahtumiin. Seuraavassa kappaleessa on lista eri laitejärjestelmille tehtävistä toimista. Lisäksi siinä on kerrottu lyhyt selostus miksi ja mitä tehdään. Liitteessä 4 olevasta vuositaulukosta saadaan

selville milloin kyseinen tapahtuma tehdään. Perusteena toimien jakamiselle eri vuosille on käytetty saatavilla olevaa vikahistoriaa sekä perushuollosta saatua käyttökokemusta. Pyrkimyksenä on myös rahoitustarpeen jakaminen tasaisesti eri vuosille. Lakisääteiset tarkastukset edellyttävät joissain tapauksissa vuosittaisia toimenpiteitä esim. jäähdytyslaitteen vuototarkastukset.

#### Voimalaiteperävaunu

- Perushuolto: Elinjakson aikana ei kyseiselle laitteelle ole tehty vastaavaa huoltoa. Tehdään kerran elinjakson aikana, johtuen vähäisestä käytöstä. Perushuolto kohdistuu automatiikkaan, generaattoriin, moottoriin ja alustan rakenteisiin.
- Huoltomaalaus: Käytöstä johtuvien pintavikojen ja kulumien vuoksi maalipinta uusitaan ja mahdolliset ruostevauriot korjataan. Aiemmin maalattu v. 2007.
- Huoltotarvekartoitus: Tarkastus käsittää koko voimalaiteperävaunun, kohdistuu automatiikkaan, sähköjärjestelmään, generaattoriin, moottoriin ja alustarakenteeseen. Kartoituksen tarkoituksen on löytää välitöntä huoltotarvetta tarvitsevat kohteet.

#### Laitesuoja

- Huoltomaalaus: Käytöstä johtuvien pintavikojen ja kulumien vuoksi maalipinta uusitaan ja mahdolliset ruostevauriot korjataan. Aiemmin maalattu v. 2007.
- Rakennetarkastus: Tehdään samanaikaisesti maalauksen kanssa. Tarkastuksen avulla selvitetään konttirakenteen kunto. Vikakohteita ovat kosteusvauriot, murtumat, ruostevauriot, läpiviennit ja tiivistykset. Tarkastuksella vaikutetaan ennaltaehkäisevästi laitesuojan kestävyYTEEN.

### Ajoneuvo

- Huoltotarvekartoitus: Ajoneuvon yleistarkastus, kuten maalipinta, rasvausautomaattiikka, renkaat, rakenne, kiinnitykset, koteloinnit ja pakoputkisto. Ei koske katsastustarkastukseen liittyviä kohteita. Pyritään löytämään sellaiset vikakohteet, jotka edellyttävä välitöntä korjausta.
- Runkohuollot: Tehdään huoltotarvekartoituksen edellyttämät korjaukset.

### Hydrauliikkajärjestelmä

- Huoltotarvekartoitus: Kartoituksella varmennetaan koko hydrauliikkajärjestelmän käytettävyys ja käyttöturvallisuus. Huomioidaan myös mahdolliset tarpeet komponenttinvaihdolle.
- Öljyanalyysit: Analyysillä varmistetaan öljyn puhtaus ja käyttökelpoisuus järjestelmässä. Jos öljy on puhtausluokitukseltaan käyttökelpoista ei järjestelmään tehdä öljynvaihtoa.
- Öljyn vaihto: Tehdään öljyanalyysin perusteella
- Hydraulisylintereiden särötarkastus ja huolto: Käyttöturvallisuuteen liittyvä tarkastus, aiemmissa särötarkastuksissa on havaittu murtumia sylintereiden laakeripesien kiinnityksissä. Särötarkastetaan ja huolletaan kaikki toimisylinterit.

### Sähköjärjestelmä

- Vanhentuneiden sähkökomponenttien kartoitus: Käydään läpi sähköjärjestelmän komponenttien tyypit ja mallit. Kartoituksella varmistetaan varaosien saatavuus ja huoltovarmuus.
- Tarvittavat vaihdot: Tehdään edellisessä kartoituksessa esille tulleet muutokset ja vaihdot.
- EMP-suotimien testaus: Suotimien toimintakyky varmistetaan testaamalla. Tarvittaessa vialliset yksiköt vaihdetaan.

#### Laitemaadoitukset ja mittaukset

- Potentiaalintasauskaapeloinnin tarkastus: Sähköturvallisuuteen liittyvä tarkastus. Tarkastuksessa kiinnitetään huomio potentiaalitasausjohtimiin, potentiaalintasauskiskoihin sekä niiden liitosten ja kiinnitysten kuntoon.
- Maadoitusvastusten mittausta: Sähköturvallisuuteen liittyvä mittausta. Tehdään vasta, kun edellinen tarkastus on suoritettu.
- Vastus- ja eristysvastusmittaukset: Sähköturvallisuuteen liittyvä mittausta. Sähkökoneiden käämien ja vastusten resustanssit ja eristysvastus mitataan. Mahdollisessa vuototilanteessa kyseinen laite vaihdetaan.
- Vikavirtasuojakytkinten koestus ja mittausta: Sähköturvallisuuteen liittyvä mittausta. Suojakytkimiä on sähköjärjestelmässä kolme, kunkin vikavirtasuojakytkimen toiminta mitataan asennustesterillä useasta testauspaikasta.

#### Jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmä

- Jäähdytysjärjestelmän vuototarkastus: Lakiperusteinen tarkastus, joka suoritetaan vuosittain. Tarkastuksella varmistetaan jäähdytyslaitteiston kunto ja vuotamattomuus. Tarkastuksen saa tehdä TUKES:in hyväksymä kylmäalan huoltoliike. Tarkastuksessa havaitut viat korjataan vikatyypistä riippuen, joko tarkastuksen yhteydessä tai vaihtamalla tarkastuksen kohteen tilalle uusi yksikkö.

#### Palosammutusjärjestelmä

- Palosammutusjärjestelmän toimintatarkastus: Lakiperusteinen tarkastus, joka suoritetaan vuosittain. Tarkastuksella varmistetaan palosammutusjärjestelmän toimintakunto sekä palohälytyksen virheetön kulku tutkajärjestelmästä kiinteistövalvonnan kautta aluehälytyskeskukseen. Tarkastuksen saa tehdä TUKES:in hyväksymä palosammutusjärjestelmien huoltoliike.

#### Kunnonvalvonta

- Värähtelymittaukset: Tehdään kaikille pyöriville sähkölaitteille. Tulokset analysoi mittaukset suorittava huoltoliike. Mittauksilla varmistetaan ehkäisevän huoltotoiminnan kohdentuminen oikeisiin laitteisiin.

### 6.4 Elinjaksokustannusanalyysi vuoteen 2025

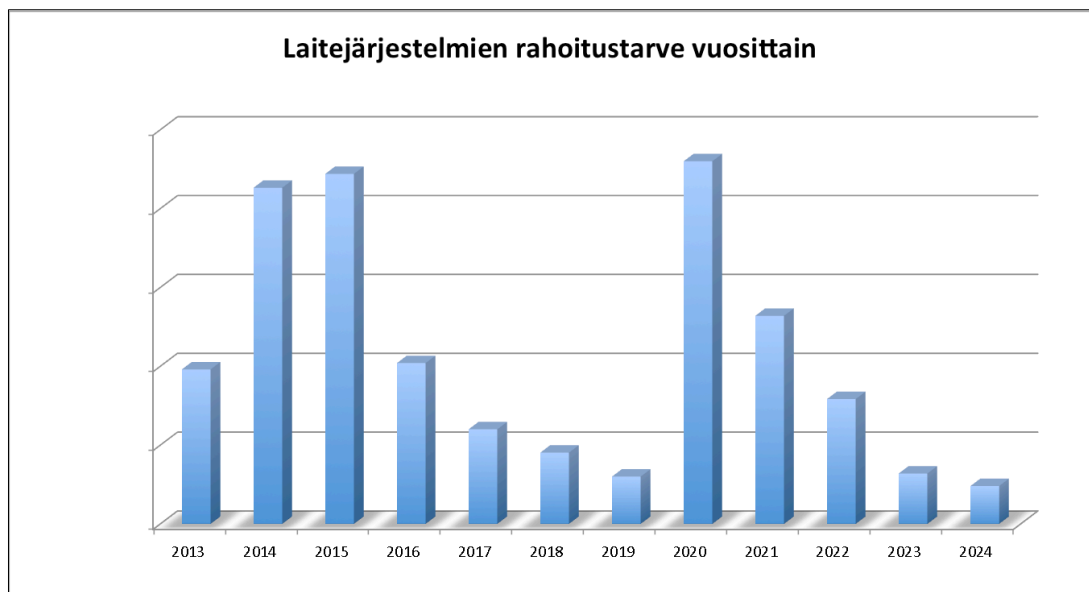
Edellä olevan elinjaksosuunnitelman lopullinen tavoite on määrittää kustannusajurit, joiden seurauksena syntyy käyttö- tai ylläpitokustannuksia (PAK 8:05 n.d.). Näiden ajureiden avulla tehdään elinjaksosuunnitelmaan kytkeytyvä elinjaksokustannusanalyysi. Tässä opinnäytetyössä laitejärjestelmiin kohdistuva elinjaksokustannusanalyysi on tehty puolustusvoimien määräyksen PAK8:05 mukaan (elinjaksokustannusten laskenta puolustusvoimissa). Kustannusanalyysi on toteutettu Excel-taulukoon, joka on liitteenä 5 opinnäytetyössä. Se tullaan lisäämään myös varsinaiseen LÄVA-tutkajärjestelmän tekniseen elinjaksosuunnitelman liitteeksi.

Määräyksen (PAK 8:05 n.d.) mukaan laskelmaa rakennettaessa tekijältä vaaditaan alansa tuntemista kustannusten asettamisessa. Riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi tulee välttää liian yksityiskohtaista suunnittelua. Ne kustannukset jotka tiedetään tai ovat selvitetävissä otetaan mukaan hukkumatta liian pieniin järjestelmän osiin. Onnistuminen analysointimallin rakentamisessa on kiinni siitä, että pysytään riittävällä, muttei liian syvällisellä järjestelmän osatarkkuustasolla.

Kustannusanalysoinnin periaatteena on ollut arvioida perushuollossa toteutuneiden kustannusten perusteella laitejärjestelmien elinjakson operointivaiheen loppuajan huoltojen ja töiden rahoitustarpeet. Kustannukset on arvioitu tapahtumakohtaisesti elinjaksosuunnitelman mukaisille ajankohdille. Tapahtumakohtainen kustannus on pidetty samana riippumatta siitä, minä vuonna se tapahtuu. Tavoitteena on, että kustannusanalysoinnin avulla saadaan käsitys, millaisia summia tulee varata rahoitus-

suunnitteluun kyseiselle vuodelle laitejärjestelmiä varten. Liitteen 5 taulukkoon on kerätty tieto yhteen LÄVA- tutkajärjestelmään kohdistuneista kustannuksista. Lopuksi taulukkoon on laskettu yhteenveto kaikkien neljän järjestelmän kustannuksista.

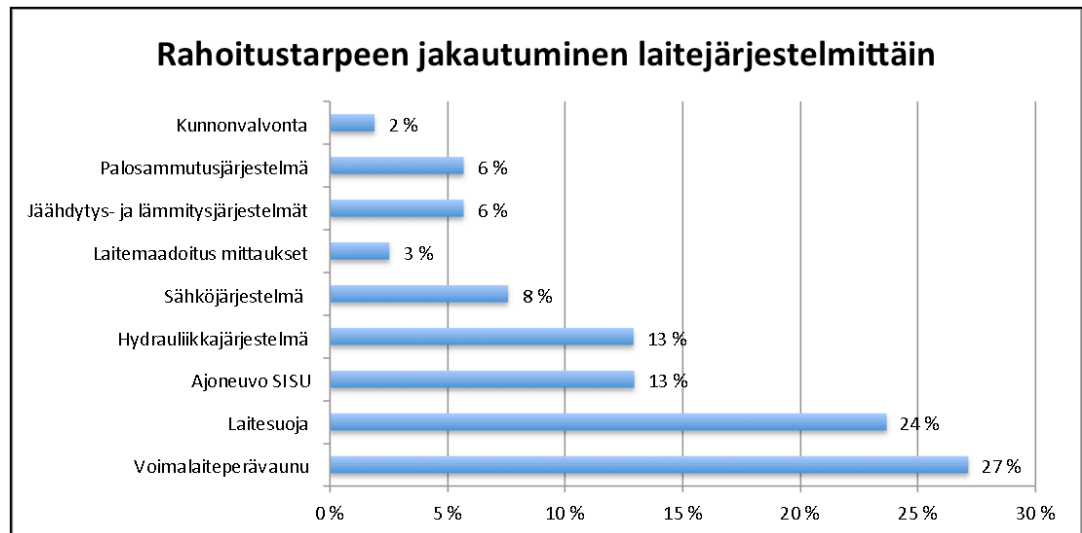
Alkuperäisenä tavoitteena oli saada rahoitustarve tasaiseksi eri vuosille, mutta se ei ollut mahdollista, johtuen eri vuosina tapahtuvista erikokoisista ja kustannuksiltaan erilaisista töistä. Kuviosta 15 selviää miten tulevaisuudessa laitejärjestelmiin tehtävien töiden ja huoltojen kustannukset vaihtelevat vuositasolla hyvinkin merkittävästi. Vaikka analysoinnissa ei mennä yksityiskohtiin, antaa se kuitenkin koko tarkastelujaksolle selkeän kuva tarvittavasta rahoituksesta. Vuosittaisten tapahtumien rahoitustarpeen ennustettavuus on tärkeintä.



**KUVIO 15. Laitejärjestelmien rahoitustarve**

Kuviosta 15 voidaan laskea elinjakson operointivaiheen loppuajan eli 12 vuoden kokonaisrahoitustarpeeksi laitejärjestelmiä varten xxx € , tämä tarkoittaa vuositasolla keskiarvona xxx € rahoituserää. Rahoitustarpeessa on selvät piikit vuosina 2015 ja 2020. Näinä vuosina tehdään laitesuojille ja voimalaiteperävaunuille pitkäkestoisia ja useamman eri työvaiheen vaativia töitä, kuten huoltomaalauksia sekä rakennetar-

kastuksia. Vuoden 2014 rahoitustarve selittyy voimalaitteperävaunuun kohdistuvalla perushuollolla. Tämä huolto tulee olemaan laaja, koska aiemmin ei kyseiselle laitteelle ole tehty perushuoltoa. Liitteessä 5 olevasta taulukosta näkyy tehtäville töille arvioidut yksittäiskustannukset.



**KUVIO 16. Rahoitustarpeen jakautuminen laitejärjestelmittäin**

Kuviosta 16 selviää rahoitustarpeen jakautuminen prosentuaalisesti laitejärjestelmien kesken. Rahoitustarve jakautuu selkeästi kolmeen kokonaisuuteen. Ensimmäisessä ryhmässä ovat voimalaitteperävaunu sekä laitesuoja. Kokonaisrahoitustarpeesta 51% kohdistuu näille laitejärjestelmille. Toiseen ryhmään kuuluu ajoneuvo, hydraulikkajärjestelmä sekä sähköjärjestelmä, johon tulee laskea mukaan myös laitemaadoitus mittaukset, näiden rahoitustarvetarve on 34% kokonaisuudesta. Kolmas ryhmä on vuosittaisia tarkastuksia vaativat laitejärjestelmät. Näitä ovat jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmät, palosammutusjärjestelmät sekä kunnonvalvonta. Rahoitustarve näille on 14 % kokonaisuudesta.



## 7 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin liikuteltavaan LÄVA-tutkajärjestelmään liittyvien tutkamekaanisten laitejärjestelmien elinjakson hallintaa operointivaiheen aikana. Työn tavoitteena oli tutkia ja selvittää elinjakson hallinnan eri osa-alueita. Käytäntöön niistä sovellettiin muutosten hallinta, tekninen elinjaksosuunnittelu ja elinjaksokustannusanalysointi laitejärjestelmille tehdyn laajan perushuollon kautta. Näistä muodostui kolme erillistä lopputulosta. Nämä lopputulokset ovat vastaukset työn alussa tutkimustehtävässä esitettyihin tutkimuskysymyksiin.

Lopputuloksina olivat konfiguraation hallinnan alueelta kolme muutoksenhallinnan esimerkkiä, jotka on tehty TVJ-alalla käyttöönotetulla TMT-järjestelmällä. Työssä olevat hyväksyntäprosessin läpi käyneet TMT-esimerkit ovat vain osa laitejärjestelmien perushuollossa tulleista muutoksista. Teknisen elinjakson alueelta toteutettiin elinjaksosuunnitelma, jonka avulla voidaan muodostaa näkemys loppuelinjakson aikaisista tärkeimmistä, laitejärjestelmien kunnossapitoon vaikuttavista toimista. Samalta osa-alueelta toteutettiin elinjaksokustannusanalyysi, jolla arvioidaan em. toimien aiheuttamat kustannukset eri vuosille.

Pelkkä elinjakson hallinta on käsitteenä hyvin laaja ja siksi työn alussa minun piti selvittää mitä se tarkoittaa ja mitä kohtia siitä on tarkoituksenmukaista opinnäytetyössä käsitellä. Perehtymisen jälkeen minulle oli selvää, että työn pohjana tulen käyttämään LÄVA-tutkajärjestelmän laitejärjestelmille tehtyä laajalaajamittaista perushuoltoa. Hyödyntämällä perushuollosta saatuja kokemuksia sekä samaan aikaan TVJ-alalla käyttöönotettua TMT-järjestelmää selkiytyi opinnäytetyön suunta.

Ongelmakohtia tuli kirjoittamisen aikana eteen joissain osa-alueissa. Pohjatyon aikana ongelmana oli LÄVA-tutkajärjestelmän järjestelmävaatimustietojen hankala saatavuus. Tiedot kuitenkin löytyivät vanhoista arkistoista ja niitä voitiin hyödyntää työhön.

Yllättävän ongelman muodosti käsitteistö. Elinjakson ja teknisen elinjakson eron selvittäminen vei jonkin aikaa. Termi elinjakso oli selkeä, mutta teknisen elinjakson yhtenevää ja yksiselitteistä määrittelyä ei käytössä olevista lähteistä löytynyt. Joissain lähteissä tekninen elinjakso ja elinjakso tarkoitti lähes samaa asiaa, mutta puolustusvoimien ohjeistuksessa ja määräyksissä sillä käsitettiin elinjakson operointi- ja purkuvaihetta yhdessä. Tässä opinnäytetyössä olen käsitellyt teknistä elinjaksoa puolustusvoimien ohjeistuksen mukaan.

TMT-asiakirjojen laadinnassa oli ongelmana käytetyn TMT-järjestelmän uutuus. Aiemmpaa kokemusta järjestelmän käytöstä ei ollut, vaan kaikki oli opetettava. Onneksi opinnäytetyön tekemisen aikana sain kyseisen järjestelmä käyttöön liittyvän koulutuksen sekä täyttöohjeet. Itse TMT-esimerkkejä tehdessäni huomasin asiakirjassa ongelmaksi dokumentaatioiden päivityksen, ei ole selvää toimintamallia, miten asiakirjan vaatima päivitys ohjekirjoihin tehdään.

Elinjaksokustannusanalyysissa laitejärjestelmille tehtävien töiden ja huoltojen kustannukset eivät ole kovinkaan tarkkoja. Arvioiden perustana on käytetty perushuoltokustannuksia, joiden tarkkuus on kuitenkin riittävä. Vuosittaisten tapahtumien rahoituksen tarpeen ennustettavuus on tärkeintä. Analyysissa ei ole otettu huomioon mahdollisuutta, jossa LÄVA-järjestelmän elinjakso voi pidentyä mahdollisten tulevien säästötoimien vuoksi 5 - 10 vuotta pidemmälle kuin nyt on suunniteltu. Myöskään mahdollisia tutkajärjestelmän käyttöprofiilin muutoksesta johtuvia vaikutuksia ei ole analysoitu. Tällaisissa tilanteissa tulee harkittavaksi esim. uuden perushuollon tekeminen tai kokonaan uuden tihennetyn huoltorytmityksen luominen. Nämä muutokset johtavat aina nykyisen teknisen elinjaksosuunnitelman ja elinjaksokustannusanalyysin päivittämiseen.

Oman työtehtävän kannalta opinnäytetyön aihe oli onnistunut. Työn tuloksena oli kolme selkeää työtehtävässä käytäntöön hyödynnettävää lopputulosta. TMT-asiakirjojen muutoshyväksyntä esimerkit, laitejärjestelmien tekninen elinjaksosuunnitelma ja elinjaksokustannusanalyysi.

Valmiit hyväksyntämenettelyn läpikäyneet TMT-esimerkit ovat mallina myös muille vastaavaa järjestelmää käyttäville oikeasta asiakirjan täyttötavasta sekä hyväksyntämenettelystä. Hyödyntämällä TMT-järjestelmää varmistetaan laitejärjestelmiin kohdistuvien muutosten hallinta, ja jokaisesta muutoksesta jää dokumentti, joka voidaan tarvittaessa myöhemmin jäljittää.

Aiemmin laitejärjestelmille ei ollut tehty pitkälle tulevaisuuteen ulottuvaa kunnossapito- ja rahoitussuunnittelua, nyt ne toteutuvat opinnäytetyössä teknisenä elinjaksosuunnitelmana ja elinjaksokustannusanalyysinä. Nämä voidaan sellaisenaan lisätä LÄVA-tutkajärjestelmän varsinaiseen tekniseen elinjaksosuunnitelmaan liitteinä. Ennakkoon tehdyt suunnitelmat ovat pohjana tulevaisuudessa tehtäville vuosittaisille työohjelmille sekä niihin kohdistuville rahoitustarpeille.

Vaikka tämä opinnäytetyö on pitkän elinkaaren omaavan järjestelmän elinjakson tutkimus, sen yhtenä tarkoituksena oli perehdyttää tekijä järjestelmän elinjakson hallinnan erin osa-alueisiin sekä niiden merkitykseen. Kokonaisuuden oppimisen myötä sain samalla myös kokonaiskuvan ilmavoimien huoltojärjestelmästä sekä sen kytkeytymisestä eri tasoille ilmavoimien organisaatiossa.

## LÄHTEET

A 205/2009. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Viitattu 21.9.2012. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, lainsäädäntö, säädökset alkuperäisenä, 2009

Esite Novex 1230. 2012. Kidde finland Oy. Viitattu 6.6.2012. <http://www.kidde.fi>, tuotteet, kaasusammutusjärjestelmät

Functional description, radar cabin. GFF 7007798 Giraffe 100. 1995. Ohjekirja (engl). Elasco

Huolto-organisaation käsikirja.2011.Ver.1.1, 22.12.2011. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto, Tikkakoski. Viitattu 21.9.2012. PVAH-tietojärjestelmä.

livonen, J. 2011. Konfiguraation hallintasuunnitelma Millog Oy:lle. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknistaloudellinen tiedekunta. Tuotantotalouden osasto. Viitattu 13.4.2012. <Http://www.doria.fi/handle/10024/72570>

ILMAVMATL toimintakäsikirja. 2010. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto, Tikkakoski. Viitattu 6.6.2012. PVAH-tietojärjestelmä.

ILMAVMATL yleisesittely. 2012. Esittelymateriaali 4.2.2012. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viitattu 5.6.2012. PVAH-tietojärjestelmä.

Ilmavoimat. 2012. Puolustusvoimat, Viitattu 5.8.2012. <http://www.puolustusvoimat.fi/> ilmavoimat, perustietoa

Ilmavoimat. 2012. Puolustusvoimat, Viitattu 10.8.2012. <http://www.puolustusvoimat.fi/> ilmavoimat, materiaalilaitos

Korkiamäki, I. 2007. Puolustusvoimien johtamisjärjestelmälän muutoksesta. Viestimies 1/2007, 11 – 15.

Kosola, J. 2007. Suorituskyvyn elinjakson hallinta. Maanpuolustuskorkeakoulu. Julkaisu-sarja 5. Nro 7/2007. Helsinki: Edita Prima.

L 262/1998. Valtioneuvoston päätös otsonikerrosta heikentävistä aineista. Viitattu 20.9.2012. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, lainsäädäntö, säädökset alkuperäisenä, 1998

Lempiäinen, J. 2007. Kunnossapito käyttöomaisuuden arvon ja tuotantokyvyn ylläpidon tukena laitoksen elinkaaren aikana. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tekninen tiedekunta. Konetekniikan osasto. Viitattu 27.5.2012. <Http://www.doria.fi/handle/10024/30141>

- LMO/100E/YL. 2012. Lentoteknillinen menettelyohje 28.03.2012. Ilmavoimien materiaalilaitos, Suunnitteluosasto. Viitattu 16.4.2012. LTJ-tietojärjestelmä.
- Lähivalvontatutkan yleisesittely. 1991. Esittelymateriaali 3.5.1991. Ilmavoimien esikunta, Viestiosasto, Tikkakoski
- LÄVA huoltojärjestelmäkuvaus. 2012. Ver2.0, 20.06.2012. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto, Tikkakoski. Viitattu 16.10.2012. PVAH-tietojärjestelmä.
- Marjamaa, P. 2007. Ilmavoimien johtamisjärjestelmälän muutoksesta. Viestimies 4/2007, 8 – 11.
- PAK 8:05. n.d. Pysyväisasiakirja, Suorituskyvyn elinjakson kustannuslaskentapuolustusvoimissa. Pääesikunta, Helsinki
- Promaint.net. n.d. Sanasto. Viitattu 2.6.2012. <http://www.promaint.net>, sanasto
- Romsi, J. 2012. Insinöörimajuri, valvontajärjestelmäsektorin johtaja. Viestitekniikkaosasto. Keskustelut 3/2012 – 9/2012.
- Salo, T. 2012. Insinööri, projektipäällikkö. Saab Systems Oy. Keskustelut 2008 - 2012
- Sotilasilmailumääräys To-Lv-003, 2010. Sotilasilmailun TVJ-alan huoltotoimintavaatimukset, 5.5.2010. Tikkakoski: Sotilasilmailun viranomaisyksikkö. Viitattu 10.6.2012. [http://www.finlex.fi/data/normit/36718-SIM\\_To\\_Lv\\_003SUOMI.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/36718-SIM_To_Lv_003SUOMI.pdf)
- Teknisen elinjaksosuunnitelman laadintaohje. 2011. Ohje 22.07.2011. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto, Tikkakoski. Viitattu 20.5.2012. PVAH-tietojärjestelmä.
- TMT koulutusmateriaali. 2012. Ver1.0. Ilmavoimien materiaalilaitos, Viestitekniikkaosasto, Tikkakoski. Viitattu 20.6.2012. PVAH-tietojärjestelmä.
- Tammelin, P. 2007. Tuotetiedon hyödyntäminen järjestelmän elinjakson hallinnassa. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Viitattu 27.4.2012. PVAH-tietojärjestelmä.

## LIITTEET

### Liite 1. Lakiin perustuva muutoksen hyväksyntä

Hyväksytty

Viestitekkinen

MUUTOSTIEDOTUS (MT)				
Julkaisija Ilmavoimien Materiaalilaitos	MT no MT/2A/T27/FT27	Tyyppi T27	Jaottelutunnus FT27	Julkaisupvm 04.10.2012
Organisaatio Vteknos/Valvjärj/Ilmavalvontajaos				
Allekirjoitukset Sektorijohtaja Insinöörimajuri Jorma Romsa	Otsikko <b>Kontin palosammutusjärjestelmän uusinta</b>			
Jaosjohtaja Teknikkokapteeni Harri Järvelä				
Kumooa asiakirjat				
MT/2/T27/FT27 01.10.2012				
Kiireellisyys Normaali	MTL Julkaisija	MTL no		
Alkuperä no				
Muutoksen vaikutus painopisteeseen Merkityksetön				
Viite				
Kohde				
Nimikkeet/Yksilöt (Suoritusaika)				
Tuotetunnus	Nimi	SAP-nimike	Sarjanumero	
HALO 1301-5.6/5 KG	SAMMUTIN, HALONI / 5L LÄVA TUTKA	416-7329		
Suoritusaika: 14.12.2012	UNIT/FEU (FIRE EXTINGUISHING SYSTEM)	415-8109	3000-10-5667	
Suoritusaika: 14.12.2012				
Valmistajan muutostaso	PV:n muutostaso			
Ilmoitukset				
Merkinnät kone- ja laitekirjoihin				
Tehdään muutos ohjekirjaan				
Giraffe 100, Radar Cabin, Parts Catalogue, RC.02.34-RC.02.78, GFM700 1087				
Giraffe 100, Diagrams, GFD 700 7799				
Giraffe 100, Radar Cabin, Service manual, GFP 700 7800 ja GFC 700 7801				
Giraffe 100, Radar Cabin , Functional description, GFF 700 7798				
Paperijakelu				
Sähköinen jakelu teollisuuteen				
Huomautus				
Tiivistelmä (huoltovaatimuksen kuvaus)				
LÄVA tutkajärjestelmän perushuollossa vaihe 3. (tilaus 4500509522/ 29.11.2011 Perushuolto ID10-90 toteutus), uusitaan entinen palosammutusjärjestelmä uudella järjestelmällä				
Asia				
<b>Sammutusjärjestelmän muutos</b>				
<b>Yleistä:</b>				
LÄVA-tutkajärjestelmän perushuollossa v.2012 tehtiin muutostyö joka koski palosammutusjärjestelmää (tilaus: 4500509522/29.11.2011 Perushuollon ID10-90 toteutus). Tehdyssä muutoksessa poistettiin käytössä ollut Haloni sammutteella varustettu sammutinjärjestelmä ja se korvattiin uudella Novec sammutteella varustetulla sammutusjärjestelmällä.				
Poistetun järjestelmän pääosat:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Paloilmasinkeskus FEU 415-8109 RC.02.73</li> <li>o Haloni säiliöt 4 kpl 416-7329 RC.02.53</li> <li>o Paloilmasimet kaapelointeeneen</li> <li>o Putkisto suuttimineen</li> <li>o Edellisten kiinnitysvälineet</li> </ul>				

- o Novec 1230 sammutesäiliö laukaisimiseen
- o Putkisto suuttimiseen
- o Lämpöilmaisimet 2kpl
- o Sireeni 1kpl
- o Sauvalämpöilmaisimet 2kpl
- o Laukaisupainike 1 kpl

Liitteissä tarkempi kuvaus uudesta järjestelmästä sekä sen käyttöohjeet.

#### **Peruste:**

Tämä muutos on lakiin perustuva muutos. Haloni1230 kuuluu valtioneuvoston päätöksen 262/1998 mukaisesti, otsonikerrosta heikentäviin aineisiin. Päätöksen mukaisten aineiden käyttö kiellettiin v.2000 alusta. Vaikka päätös antaa mahdollisuuden kyseisen halonin käytölle puolustusvoimien miehitetyissä viesti- ja johtokeskuksissa, taisteluajoneuvoissa ja -aluksissa on ILMAVMATL:la tehty periaatepäätös korvata haloni-järjestelmät uudella Novec-sammutteella.

#### **Toiminta:**

##### Asennus:

Sammutinjärjestelmän uusiminen tullaan tekemää kaikkiin LÄVA-tutkajärjestelmiin (sys1, sys2, sys3 ja sys4) vuoden 2012 aikana perushuollon yhteydessä. Työllä toteutetaan perushuoltojen yhteenvetotaulukon osan laitesuojalle tehtävät muutostyöt, kohta 20.11 palosammutusjärjestelmän muutos.

##### Varastointi:

Perushuollon yhteydessä puretut vanhat palosammutusjärjestelmän osat urakoitsija kokoaa yhteen ja ne toimitetaan ILMAVMATL:een perushuollon päätyttyä. Osat hylätään sisäisen ohjeistuksen mukaan. Myös varastoinnissa olevat varaosat hylätään saldoista. Vanhat SAP-koodit poistetaan käytöstä. Uuden järjestelmän koodisto pyritään yhtenäistämään MOSTKA- järjestelmän kanssa. Hankitaan varastoon tarvittavat nimikkeet varaosiksi.

##### Ohjekirjapäivitys:

Muutos dokumentoidaan ohjekirjoihin v.2012 aikana. Perushuoltovaiheen III (tilaus 4500509522/29.11.2011) on tilattu yhteenvetotaulukon kohta ID90.5 alkuperäisten mappisarjojen päivitys, tässä yhteydessä tehdään ao. palosammutusjärjestelmän päivitys ohjekirjoihin.

##### Toimintatarkastus:

Uudet palosammutusjärjestelmät ja sammuteainesäiliöt liitetään vuosittain tehtävään viranomaistarkastuksen piiriin.

[EXACT SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN KUNNOSSAPITO.doc](#)  
[ExAct Sigma XT käyttöohje versio 1.0.pdf](#)  
[ExAct 1230 järho.DOC](#)  
[ExAct 1230-JÄRJ.DOC](#)  
[ExAct 1230\\_KK.DOC](#)  
[ExAct 1230 käyttöohje.DOC](#)  
[HC Container.pdf](#)  
[I-kulutus Saab Systems Oy.pdf](#)  
[I-kulutus Saab Systems Oy.xls](#)  
[Komponenttiluettelo NOVEC.doc](#)  
[laukaisupainike.pdf](#)  
[M711144.pdf](#)  
[M711151.pdf](#)  
[M911096.pdf](#)  
[Novec-järjestelmä.pdf](#)  
[NOVEC 1230 Käyttöturvallisuustiedote.pdf](#)  
[Novec 1230 Safety Data Sheet.pdf](#)  
[orbiskanta.pdf](#)  
[orbislampoilmaisin.pdf](#)  
[Piirrossmerkit.pdf](#)  
[P9202332.JPG](#)  
[P9202333.JPG](#)  
[Saab Systems Oy.DOC](#)  
[Saab Systems Oy.doc](#)  
[Saab Systems Oy tekn.doc](#)  
[Sammutusjärjestelmän uusinta\\_ohje työvaiheista\\_LÄVA2012.pdf](#)  
[Sauvalämpöilmaisin.pdf](#)  
[SigmaXT datasheet.pdf](#)  
[SigmaXT\\_user\\_manual.pdf](#)  
[sonossireeni.pdf](#)  
[Sylinteri DoC.pdf](#)  
[Säiliön kuva.pdf](#)  
[Yuasa 7-12 Akku.pdf](#)  
[65021245 ExAct 1230 sammutusjär.doc](#)

Laatija

01.10.2012 Järjestelmätekniikko Teknikkoyli luutnantti Hannu Kerkelä Vteknos/Valvjärj/Ilmavalvontajaos

Liite 1: Nimikkeet / Yksilöt

**Tuotetunnus** HALO 1301-5.6/5 KG  
**Nimi** SAMMUTIN, HALONI / 5L LÄVA TUTKA  
**Täsmennys** RC.02.53.15  
**Ohjelmistoversio**  
**Valmistuserä**  
**Varastoerä**  
**SAP-nimike** 416-7329  
**Sarjanumero**  
**Suoritus aika** 14.12.2012

**Tuotetunnus**  
**Nimi** UNIT/FEU (FIRE EXTINGUISHING SYSTEM)  
**Täsmennys** RC.03.73  
**Ohjelmistoversio**  
**Valmistuserä**  
**Varastoerä**  
**SAP-nimike** 415-8109  
**Sarjanumero** 3000-10-5667  
**Suoritus aika** 14.12.2012



Hyväksytty

Viestitekkinen

MUUTOSTIEDOTUS (MT)				
Julkaisija Ilmavoimien Materiaalilaitos	MT no MT/3/T27/FT27	Tyyppi T27	Jaottelutunnus FT27	Julkaisupvm 05.10.2012
Organisaatio Vteknos/Valvjärj/Ilmavalvontajaos				
Allekirjoitukset Sektorijohtaja Insinöörimajuri Jorma Romsa  Jaosjohtaja Teknikkokapteeni Harri Järvelä	Otsikko <b>Tutkamaston muutokset</b>			
Kumooa asiakirjat				
Kiireellisyys Normaali	MTL Julkaisija		MTL no	
Alkuperä no				
Muutoksen vaikutus painopisteeseen Merkityksetön				
Viite				
Kohde				
Nimikkeet/Yksilöt (Suoritus aika)				
Tuotetunnus	Nimi	SAP-nimike	Sarjanumero	
RC.03.03	FOLDABLE BRACE,	416-4001	PIIR.3000-06-8065-2M	
Suoritus aika: 16.12.2011				
RC.03.08	BEARER	416-5478	PIIR.3000-06-6372-3M	
Suoritus aika: 15.12.2011				
Valmistajan muutostaso		PV:n muutostaso		
Ilmoitukset				
Merkinnät kone- ja laitekirjoihin				
Tehdään muutos ohjekirjaan				
Giraffe 100, RadarCabin, Mast and Ground supports. Parts Catalogue, RC03.00- RC.03-37, GFM 700 1146 Giraffe 100, Radar Cabin, Functional description, GFF 700 7798				
Paperijakelu				
Sähköinen jakelu teollisuuteen				
Huomautus				
Tiivistelmä (huoltovaatimuksen kuvaus)				
LÄVA-tutkajärjestelmän perushuollon vaiheessa 1 (tilaus 4500434821/2010) tehtiin mastoon muutoksia, joita olivat nousuaskelmien lisääminen ja mastovöiden kiinnityspisteiden lisääminen rakenteeseen				
Asia				
<b>Tutkamaston muutokset</b>				
<b>Yleistä:</b>				
<p>LÄVA-tutkajärjestelmän perushuollossa v.2010 (tilaus: 4500434821/2010 Perushuollon osan ID10 toteutus). tehtiin antennimastoa koskeva muutostyö. Suunnitelman mukaisen kohdan ID10.15 mukaan mastoon asennettiin askelmat ja turvavaljaiden kiinnityspisteet. Askelmat ovat liitteenä olevien kuvien mukaiset. Asennus mastoon on tehty kuvan 1286-1010 mukaan, samasta kuvassa näkyy mastovöiden kiinnityspisteet, askelmat toimivat myös kiinnityspisteinä nousun aikana.</p>				
<b>Peruste:</b>				
<p>Tämä muutos on lakiin, työturvallisuuteen ja käyttäjäpalautteeseen perustuva muutos. Tilanteessa jossa masto jää yläasentoon hydraulikkavian vuoksi, voidaan se laskea alas kuljetusasentoon mekaanisesti. Toimenpiteet laskun suorittamiseen edellyttävät työskentelyä maston tukipalkkirakenteessa, joka sijaitsee n. 4 metrin korkeudessa. Aiemmin työ tehtiin tikkailta eikä rakenteessa ollut varsinaista mastovyön lukitsemiselle tarkoitettua kiinnityspistettä. Valtioneuvoston asetuksen 205/2009 §32 mukaan nojatikkaita ei saa käyttää työalustana, joten työturvallisuuden parantaminen oli aiheellista.</p>				

**Asennus:**

Askelmien asentaminen ja mastovyön kiinnityspisteen lisääminen suoritettiin vuoden 2010 perushuollon yhteydessä kaikkiin LÄVA-tutkajärjestelmiin (sys1, sys2, sys3 ja sys4). Työllä toteutettiin perushuoltojen yhteenvetotaulukon osan Mekaniikka: masto ja tukijalat , kohta 10.15 Tutkamaston muutokset.

**Varastointi:**

Varastoon hankitaan yksi (1) sarja liitteenä olevien kuvien mukaisia askelmia varaosiksi.

**Ohjekirjapäivitys:**

Muutokset dokumentoidaan ohjekirjoihin v.2012 aikana. Perushuoltovaiheen III (tilaus 4500509522/29.11.2011) on tilattu yhteenvetotaulukon kohta ID90.5 alkuperäisten mappisarjojen päivitys, tässä yhteydessä tehdään ao. antennimastoon kodistuva päivitys ohjekirjoihin.

**Jatkotoimenpiteet****Liitetiedostot**

[kuva\\_1286-1006.pdf](#)  
[kuva\\_1286-1010.pdf](#)  
[kuva\\_1286-1016.pdf](#)  
[kuva\\_1286-1017.pdf](#)  
[kuva\\_1286-1018.pdf](#)  
[kuva\\_1286-1019.pdf](#)

**Laatija**

25.09.2012 Järjestelmätekniikko Teknikkoyliluutnantti Hannu Kerkelä Vteknos/Valvjärj/Ilmavalvontajaos

**Liite 1: Nimikkeet / Yksilöt**

**Tuotetunnus** RC.03.03  
**Nimi** FOLDABLE BRACE,  
**Täsmennys** LOWER (KANNATIN)  
**Ohjelmistoversio**  
**Valmistuserä**  
**Varastoerä**  
**SAP-nimike** 416-4001  
**Sarjanumero** PIIR.3000-06-8065-2M  
**Suoritusaika** 16.12.2011

**Tuotetunnus** RC.03.08  
**Nimi** BEARER  
**Täsmennys** INTERMEDIATE  
**Ohjelmistoversio**  
**Valmistuserä**  
**Varastoerä**  
**SAP-nimike** 416-5478  
**Sarjanumero** PIIR.3000-06-6372-3M  
**Suoritusaika** 15.12.2011

Hyväksytty

Viestitekkinen

MUUTOSTIEDOTUS (MT)				
Julkaisija	MT no	Tyyppi	Jaottelutunnus	Julkaisupvm
Ilmavoimien Materiaalilaitos	MT/1/T27/FT27	T27	FT27	18.06.2012
Organisaatio				
Vteknos/Valvjärj/Ilmavalvontajaos				
Allekirjoitukset	Otsikko			
Sektorijohtaja Insinööri majuri Jorma Roms	<b>Hydrauliikan painesuodattimen tyyppin muutos</b>			
Jaosjohtaja Teknikkokapteeni Harri Järvelä				
Kumoaasiakirjat				
Kiireellisyys	MTL Julkaisija	MTL no		
Normaali				
Alkuperä no				
Muutoksen vaikutus painopisteeseen Merkityksetön				
Viite				
Kohde				
Nimikkeet/Yksilöt (Suoritus aika)				
Tuotetunnus	Nimi	SAP-nimike	Sarjanumero	
HC8700FKS8H	SUODATINPANOS/ LÄVA HYDRAULIIKKA	415-7887		
Suoritus aika: 15.05.2012				
Valmistajan muutostaso	PV:n muutostaso			
Ilmoitukset				
Merkinnät kone- ja laitekirjoihin				
Giraffe 100, Radar Cabin, Masta and ground supports, GFM 7001146 Giraffe 100, Radar Cabin, Service manual, GFC 7007801				
Tehdään muutos ohjekirjaan				
Paperijakelu				
Sähköinen jakelu teollisuuteen				
Huomautus				
Tiivistelmä (huoltovaatimuksen kuvaus)				
Läva tutkajärjestelmän perushuollossa vaihe 1 ( tilaus: 4500342714/22.02.2008, Nostosylintereiden vaihto ja huolto) vaihdettu alkuperäisen painesuodattimen tilalle uusi pinta-alaltaan laajempi suodatin.				
Asia				
<b>Painesuodattimen tyyppin muutos</b>				
Yleistä:				
LÄVA -tutkajärjestelmän perushuollossa v.2008 tehtiin hydrauliikan huoltoon liittyvä painesuodattimen muutostyö ( tilaus: 4500342714/22.02.2008, Nostosylintereiden vaihto ja huolto). Työssä muutettiin suodattimen malli sekä suodatinkuppi isompaan.				
Aiemman suodattimen tiedot: SAP nimike: 415-7887. Tyyppi PALL HC8700FKS8H				
Uusi suodattin: Tyyppi PALL HC9800FKS8H				
Peruste:				
Uudella suodattimella parannetaan hydrauliikkaöljyn puhtautta ja samalla vähennetään suodattimen hyytymis- mahdollisuutta kylmissä olosuhteissa. Uuden suodattimen suodatusmateriaalin suodatin pinta-ala on suurempi kuin vanhassa.				
Toiminta:				
Asennus:				
Uudet suodattimen ja suodatinkupit on vaihdettu v 2008-2011 kaikkiin järjestelmiin ( sys1,sys2, sys3 ja sys4) perushuollon yhteydessä. Työllä toteutettiin perushuoltojen yhteenvetotaulukon osan hydrauliikalle tehtävät muutostyöt, kohta ID40.4 painesuodatin muutos.				

**Varastointi:**

Vanhat suodattimet hylätään saldoista. Uusi tyyppi otetaan tuotetiedoksi vanhaan nimikkeeseen 415-7887, jolloin huoltoohjeistuksen materiaalintilaus lomakkeen tiedot pysyvät muuttumattomina. Hankitaan nimikettä varastoon huoltomateriaaliksi.

**Ohjekirjapäivitys:**

Muutos dokumentoidaan ohjekirjoihin v.2012 aikana . Perushuoltovaiheen III (tilaus 4500509522/29.11.2011 ) on tilattu perushuoltojen yhteenvetotaulukon kohta ID90.5 alkuperäisten mappisarjojen päivitys , tässä yhteydessä tehdää ao. yksikön päivitys ohjekirjoihin.

Jatkotoimenpiteet
Liitetiedostot
Laatija
15.05.2012 Järjestelmätekniikko Teknikkoyli luutnantti Hannu Kerkelä VteknoS/Valvjärj/Ilmavaivontajaos

**Liite 1: Nimikkeet / Yksilöt**

<b>Tuotetunnus</b>	HC8700FKS8H
<b>Nimi</b>	SUODATINPANOS/ LÄVA HYDRAULIIKKA
<b>Täsmennys</b>	HYDRAULIIKKA PAINESUODATIN
<b>Ohjelmistoversio</b>	
<b>Valmistuserä</b>	
<b>Varastoerä</b>	
<b>SAP-nimike</b>	415-7887
<b>Sarjanumero</b>	
<b>Suoritusaika</b>	15.05.2012

## LÄVA-tutkajärjestelmän tutkamekaanisten laitejärjestelmien tekninen elinjakosuunnitelma

Vuosi	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Voimalaiteperävaunu</b>													
- Perushuolto		X											
- Huoltomaalaus			X					X					
- Huoltokartointus							X					X	
<b>Laitesuoja</b>													
- Huoltomaalaus			X					X					
- Rakennetarkastus			X					X					
<b>Ajoneuvo SISU</b>													
- Huoltotarvekartoitus								X					
- Runkohuolto	X								X				
<b>Hydrauliikkajärjestelmä</b>													
- Huoltotarvekartoitus				X					X				
- Hydrauliikkaöljyn analyysi		X				X				X			
- Hydrauliikkaöljyn vaihto					X			X					
- Sylinterien säätömittaustarkastus ja huolto					X					X			
<b>Sähköjärjestelmä</b>													
- Vanhentuneiden komponenttien kartoitus					X						X		
- Tarvittavat vaihdot						X							
- EMP-suotimien testaus						X			X				
<b>Laitemaadoitukset ja mittaukset</b>													
- Potentiaalintasauskaapeloinnin tarkastus					X			X					
- Maadoitusvastusten mittaus					X			X					
- Vastus- ja eristysvastusmittaukset					X			X					
- Vlkavirtasuojäkytkinten koestus ja mittaus					X			X					
<b>Jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmät</b>													
- Jäähdytysjärjestelmän vuototarkastus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Palosammutusjärjestelmä</b>													
- Toimintatarkastus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Kunnonvalvonta</b>													
- Värähtelymittaukset sekä analyysit	X			X			X			X			



