

Traktorin testausaseman hankinta

Investointi ja elinjakson hallinta

Panu Liimatainen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Elinkaaripalveluiden johtaminen, insinööri YAMK

Tekijä(t) Liimatainen, Panu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä toukokuu 2018
	Sivumäärä 114	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Traktorin testausaseman hankinta Investointi ja elinjakson hallinta		
Tutkinto-ohjelma Elinkaaripalveluiden johtaminen YAMK		
Työn ohjaaja(t) Jaakko Oksanen, Pasi Lehtola		
Toimeksiantaja(t) Valtra Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Investoinnit ovat välttämättömiä tuotantoyrityksen jatkuvuuden ja kehityksen kannalta. Tuotannollisissa yrityksissä tehdään paljon laiteinvestointeja ja modernisaatioita jo käytössä oleviin laitteisiin. Näistä investoinneista käytetään nimitystä tuotantohyödykeinvestoinnit.</p> <p>Valtra Oy toteuttaa vuosittain erilaisia investointeja: Pienimuotoisia modernisointeja yksittäisiin laitteisiin. Suurempia investointiprojekteja ja muita fasiliteetteihin liittyviä investointeja.</p> <p>Toimeksiantajayrityksessä on koettu tarpeelliseksi kehittää investointien suunnittelua ja valmistelua, huomioiden koko tuotantohyödykkeen elinjakso. Elinjakso alkaa laitteen esisuunnittelusta ja päättyy laitteiston poistoon tuotantokäytöstä. Investointien valmisteluun liittyy tyypillisesti paljon esiselvityksiä ja yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa.</p> <p>Toimintatutkimuksen avulla selvitettiin organisaation käyttäytymistä investointien valmistelussa. Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää vastauksia siihen, mitä ja millaisia asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödykeinvestointia, siten että tuotantohyödyke palvelisi käyttäjäkuntaansa elinjakson ajan mahdollisimman tehokkaasti ja kokonaistaloudellisesti?</p> <p>Tutkimuksen tuloksena kartoitettiin ja käytettiin erilaisia menetelmiä investointien toteuttamisen tueksi. Tutkimuksen pohjalta esitettiin kehitysehdotuksia toimintatapoihin. Toimeksiantaja voi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää näitä tuloksia työn kohteena olevassa investointiprojektissa sekä tulevaisuudessa investointiprojekteissa.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat)</p> <p>Investointi, elinjakso, elinkaarikustannukset, vaatimustenhallinta, kunnossapito, avain suorituskyky-mittarit, käyttöomaisuuden hallinta, RAMS-prosessi, vertaiskehittäminen, käyttö tehokkuus, kokonaistehokkuus</p>		
Muut tiedot		

Author(s) Liimatainen, Panu	Type of publication Master`s thesis	Date May 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 114	Permission for web publication: x
Title of publication Purchase of a tractor testing station Investment and life time management		
Degree programme Master`s Degree Programme in Management of life cycle services		
Supervisor(s) Oksanen Jaakko, Lehtola Pasi		
Assigned by Valtra Oy		
Abstract <p>Investments are necessary for the continuity and development of the manufacturing company. Manufacturing companies invest a lot in equipment and the modernization of existing equipment. These investments are called capital goods investments.</p> <p>Valtra Oy makes different investments every year. Small scale modernization of individual equipment and larger investment projects as well as other investment related to facilities.</p> <p>The company found it necessary to develop the planning and preparation of the investments, considering the whole life cycle period. The life cycle begins with the pre-design of the device and ends with the removal of equipment from production. Preparation of investments typically involves a lot of preliminary studies and cooperation with various stakeholder groups.</p> <p>Action research was used to investigate the organizational behavior when preparing for investments. The research of the study was to find answers to the question, what and what kinds of things should be considered when preparing a production commodity investment so that the commodity asset would serve its user base over the lifetimes as efficiently and economically as possible.</p> <p>As a result of the study, various methods were prepared and tested to support the implementation of the investments. Proposals for development were presented based on the study. The company can use these results in the ongoing investment project and future investment projects.</p>		
Keywords/tags (subjects) Investment, life cycle, life cycle costs, requirement management, maintenance, key performance indicators, assets management, RAMS-process, benchmarking, efficiency of the equipment.		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Tutkimusasetelma	8
2.1	Tutkimus kohde	8
2.2	Tutkimusongelma ja -kysymykset	8
2.3	Tutkimusote.....	9
2.4	Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät	10
2.5	Luotettavuusvarauma	11
3	Teoria.....	11
3.1	Investointi.....	11
3.2	Investointipäätökset.....	12
3.3	Käyttöomaisuuden hallinta	13
3.4	Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan	14
3.5	Tuottava kunnossapito-TPM	15
3.6	Elinjakson hallinta.....	17
3.7	Elinkaarikustannukset	18
3.7.1	Investointilaskentamenetelmä	20
3.7.2	Elinkaarikustannusten laskenta	20
3.7.3	Järjestelmän elinjaksokustannus.....	22
3.7.4	Motivan malli.....	23
3.8	Vaatimustenhallinta investointiprojektissa.....	24
3.8.1	Vaatimustenhallinta yleisesti.....	24
3.8.2	Vaatimustenhallinnan teoriaa	25
3.8.3	Vaatimusten ominaisuudet	30
3.9	Vaatimustenhallinnan menetelmät	35
3.9.1	Sidosryhmät	35

	2
3.9.2	Vaatimusten kerääminen 38
3.10	RAMS-prosessi..... 39
3.11	Käynnissäpito..... 40
3.12	Käyttötehokkuus KNL ja kokonaistehokkuus OEE..... 41
3.12.1	Taustaa OEE- ja KNL-Laskentamalleille..... 41
3.12.2	OEE-laskenta 46
3.13	Benchmarking..... 48
4	Tutkimustulokset, johtopäätökset ja jatkokehitys 50
4.1	Johdanto työn tuloksiin 50
4.1.1	Kysymykset ja kyselyn tulokset sekä analysointi..... 50
4.1.2	Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet 60
4.2	Havainnot verrokkiprojekteista vuosilta 2012–2018 62
4.2.1	Vaatimukset ja reunaehdot 62
4.2.2	Johtopäätökset vaatimuksista ja reunaehdoista..... 63
4.2.3	Dokumentointi ja projektien luovutus elinjakson vaiheissa..... 63
4.2.4	Johtopäätökset dokumentoinnista ja projektin luovutuksesta..... 64
4.3	Traktorin testausaseman elinjakson kuvaus 65
4.3.1	Elinjaksokuvauksen johtopäätökset ja jatkokehityskohteet 67
4.4	Elinkaarikustannukset traktorin testausaseman hankinnassa 68
4.5	Vaatimustenhallinta traktorin testausaseman hankinnassa..... 69
4.5.1	Vaatimusten keräys 70
4.5.2	Vaatimusten keräyksen haasteet ja jatkokäsittely..... 72
4.5.3	Työryhmä toiminta 73
4.5.4	Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet vaatimustenhallinnassa 73
4.5.5	RAMS-prosessi lisääminen suunnittelun tueksi 75
4.5.6	Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet RAMS-prosessissa 75

4.5.7	Käyttöhenkilöstön koulutus.....	77
4.6	Käyttötehokkuus investoinnin käyttöön otossa.....	78
4.6.1	KNL-mittaus traktorin testausaseman käyttöönotossa.....	78
4.6.2	KNL-mittauksen johtopäätökset ja jatkokehityskohteet.....	80
4.7	Elinkaariajattelun vertailukehittäminen.....	81
5	Pohdinta.....	82
	Lähteet	89
	Liitteet.....	91
Liite 1.	Opinnäytetyön kyselykaavake	91
Liite 2.	Tuotantolaitteiden siirto ME:ltä kunnossapidolle.....	92
Liite 3.	Motivan taulukko, elinkaarikustannusten laskentaan	94
Liite 4.	Motivan taulukko, eritellyt käyttökustannukset	95
Liite 5.	Motivan taulukko, jaksottaiset investointikustannukset	96
Liite 6.	Motivan taulukko, herkkyyshanalyysit	97
Liite 7.	Kustannusten keruu LCC.....	98
Liite 8.	Sidosryhmätaulukko	100
Liite 9.	Vaatimustaulukko	101
Liite 10.	Järjestelmäkaavio.....	103
Liite 11.	KNL-laskurin testipohja	107
Liite 12.	Benchmarking muistio	108
Liite 13.	RAMS-sovellus.....	110
Liite 14.	Tuotantoinfran muutosohjeistus.....	113
Liite 15.	Opinnäytetyön alustava rajausta	114

Kuviot

Kuvio 1. Opinnäytetyön sisältö	7
Kuvio 2. Varojen käyttömahdollisuudet yrityksessä	13
Kuvio 3. Kunnossapidon vaikutus kannattavuuteen	14
Kuvio 4. Kolme esimerkkiä elinjakson vaiheista.....	18
Kuvio 5. Kokonaiskustannukset elinkaaren aikana	22
Kuvio 6. Vaatimusten johtaminen hankintasopimukseen	25
Kuvio 7. Käsitteet vaatimus ja vaatimustenhallinta	26
Kuvio 8. Vaatimukset viestin välittäjinä eri vaiheiden välillä. Reunaehdon ja vaatimuksen eroavaisuus.	28
Kuvio 9. Vaatimuksen rakenteen kuvaus, muutettu.....	29
Kuvio 10. Esimerkkejä vaatimusten yksilöinnistä	30
Kuvio 11. Projekteissa esiintyviä vaatimuksien kohteita	32
Kuvio 12. RAMS-tehtäviä ja menetelmiä	40
Kuvio 13. Käynti- ja seisokkiajan yhteys.....	42
Kuvio 14. KNL-mittaus tuotantolaitoksessa	45
Kuvio 15. Vertaiskehittämisen kolme vaihetta	49
Kuvio 16. Kunnossapitovaatimuksien huomioiminen yleisesti investointiprojekteissa (määrällinen jakauma).	53
Kuvio 17. Kunnossapitovaatimuksien huomioiminen yleisesti investointiprojekteissa (prosentuaalinen jakauma).	53
Kuvio 18. Hankittavien laitteiden kunnossapitovaatimusten esitys hankintavaiheessa (määrällinen jakauma).	55
Kuvio 19. Hankittavien laitteiden kunnossapitovaatimusten esitys prosenttijakaumana hankintavaiheessa (prosentuaalinen jakauma).....	55
Kuvio 20. Käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittaaminen (määrällinen jakauma).	57
Kuvio 21. Käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittaaminen (prosentuaalinen jakauma).....	57
Kuvio 22. Elinkaarikustannuksien vertailu (määrällinen jakauma).	59
Kuvio 23. Elinkaarikustannuksien vertailu (prosentuaalinen jakauma).....	59

Kuvio 24. Traktorin testausaseman elinjakson kuvaus.	66
Kuvio 25. Elinjakson, vaatimustenhallinnan ja elinkaarikustannusten yhteys	67

1 Johdanto

Tuotannollisissa yrityksissä tehdään paljon uusia laiteinvestointeja ja modernisointia jo käytössä oleviin laitteisiin (tuotantohyödykeinvestoinnit). Investoinnit ovat välttämättömiä tuotantoyrityksen jatkuvuuden ja kehityksen kannalta.

Yleisesti pienillä investoinneilla modernisoidaan tai jatkokehitetään käytettävyyttä, parannetaan laitteiden tuottavuutta tai parannetaan laitteen turvallisuusnäkökohtia. Suuremmilla investoinneilla pyritään yleisesti kokonaan uuteen tai merkittävästi muuttuneeseen tuotantoteknologiaan. Tarve uudelle tuotantoteknologialle voi syntyä valmistettävien tuotteiden muuttuessa tai silloin, kun halutaan siirtyä käyttämään kokonaan uutta tuotantoteknologiaa. Tuotantoteknologiat kehittyvät nykyään aina vain nopeammin.

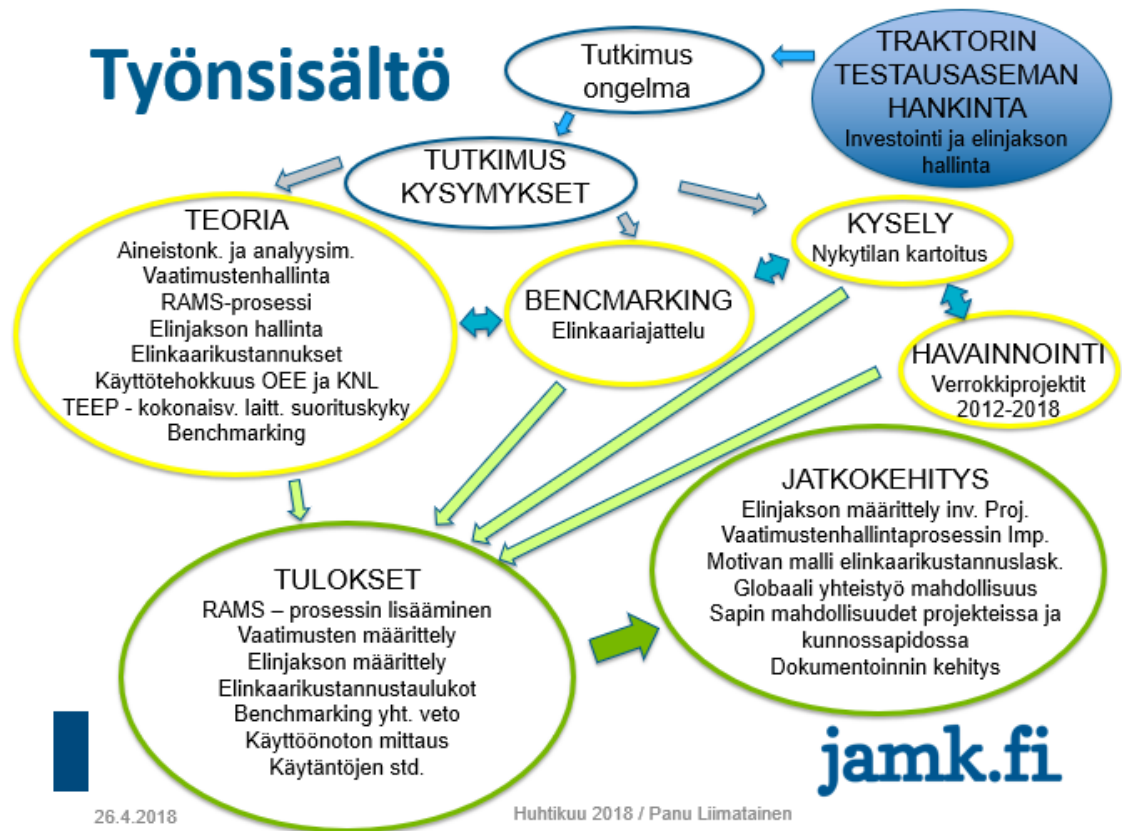
On kysymyksessä pieni tai iso investointi, tulee investointia suunnitellessa huomioida hankittavan laitteen elinjaksoon liittyvät asiat kokonaisvaltaisesti sekä käytettävissä olevat teknologiat. Nopea teknologioiden kehittyminen vaikuttaa järjestelmän päivityksiin ja ajoittamalla nämä oikein, voidaan käyttö- ja ylläpitokustannuksiin vaikuttaa merkittävästi.

Valtra Oy: n tuotannossa tehdään vuosittain hyvinkin erilaisia investointeja, pieniä modernisointeja yksittäisiin laitteisiin ja isompia laitteiden investointiprojekteja sekä muita facilitateihin liittyviä investointeja. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin investointiprojektin valmisteluun, jossa on tarkoituksena hankkia laitekokonaisuus ja tehdä muutoksia kiinteistöön, johon laite sijoittuu.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa eri osastojen tarpeet laitekokonaisuudelle koko sen elinjakson ajalle. Lisäksi tavoitteena oli saada syvennettyä käynninaikaisen kunnossapidon ja investointeja suorittavien tahojen yhteistyötä, huomioiden elinjakson aikaisten vastuiden jakautuminen. Vuosien saatossa yrityksessä organisaatioiden tehtävät ovat fokuoituneet omalle osa-alueelle ja vastuut ovat tarkentuneet, jonka vuoksi toimintatapojen kehittäminen on tärkeä tavoite. Myös koordinoitu yhteistyö investointeja suoritettaessa osastojen kesken on entistä tärkeämpää ja tuotantohyödykkeen elinjakson aikaisia asioita pitää käydä läpi kokonaisvaltaisesti investointin suunnitteluprosessin aikana.

Tavoitteena oli saada tehtyä toimintatapoja tuotantohyödykeinvestoinnin ja vastavasti elinjakson aikaisten asioiden yhteensovittamiseen, siten että hyödykkeet toimisivat tuotanto-olosuhteissa tehokkaasti ja kokonaistaloudellisesti koko elinjakson ajan.

Aiheeseen liittyen on tehty tutkimuksia ja toiminta näyttäisi olevan yritys - tai instituutiokohtaista. Myös yrityksen koko ja organisaation rakenteet vaikuttavat siihen, kuinka asiat on toteutettu. On kuitenkin selvää, että instituutiopuolella on toimintoja, joissa elinjakson aikaiset asiat on viety pitkälle. Seuraavana oleva seminaariesityksen kuvio kuvaa tutkimustyön rakenteen ja työn sisällön.



Kuvio 1. Opinnäytetyön sisältö (Liimatainen 2018)

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimus kohde

Tutkimuskohteena oleva investointiprojekti ja tuotantohyödykkeen elinkaaren aikaisien asioiden käsittely kohdistuu Valtra Oy:n toimintaan. Valtra Oy kehittää, valmistaa, markkinoi ja huoltaa Valtra-traktoreita. Yrityksen Suomen tehdas sijaitsee Äänekoskella Suolahdessa ja Brasilian tehdas sijaitsee Mogi das Cruzesissa, São Paulon osavaltiossa (Tietoa Valtrasta n. d.). Yritys työllistää kokonaisuudessaan 2100 henkilöä. Suomen ja Brasilian tehtailla valmistetaan 24000 traktoria (Tietoa Valtrasta n. d.).

2.2 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Tutkimusongelmassa on kysymys tuotantoyrityksen käyttöomaisuuteen liittyvien investointien suorittamisesta ja eri osastojen huomioimisesta investointeja valmistellessa ja käyttöönotettaessa sekä käytettäessä hankittuja laitteita tuotannossa. Tutkimusongelmaa läpi käydessä keskusteltiin projekteista, joissa oli jäänyt vähemmälle huomiolle kunnossapitoon liittyviä asioita. Lisäksi keskusteltiin siitä, miten toimintatavat vaihtelevat eri projektien kesken.

Aihe-ehdotuksen hyväksynnän yhteydessä 15.9.2017 keskusteltiin ohjaavan opettajan kanssa aiheesta ja sen sisällöstä. Siinä vaiheessa todettiin, että työ sisältää kolme eri pääosiota. Pääosiot olivat siinä vaiheessa elinkaarikustannukset, elinkaaren aikaisien asioiden huomioiminen investointiprojektissa sekä investoinnin käyttöönoton mittaaminen. Tämän todettiin olevan iso kokonaisuus opinnäytetyön näkökulmasta ajateltuna. Yksi kokonaisuus olisi opinnäytetyön kannalta järkevin. Silloin asiaan paneuduttisiin syvemmälle kyseisessä aihepiirissä. Ohjaavan opettajan kanssa sovittiin, että keskustellaan asiasta toimeksiantajan edustajan kanssa. Asia käytiin läpi toimeksiantajan edustajan kanssa viikolla 39 (2017).

Toimeksiantajan edustajan kanssa olimme määritelleet aihealueet työpaikan tarpeita ajatellen ja niistä oli rakentunut hyvä kokonaisuus. Opinnäytetyörajaukseksi sovittiin

kolmen aihepiirin kokonaisuus, opinnäytetyön tekijän, työnantajan edustajan ja opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa. Opinnäytetyösopimus allekirjoitettiin 25.10.2017. Aiheeseen valitut kolme pääosiota olivat selkeä kokonaisuus työpaikan projektin tueksi. Myös työpaikan työtehtävissä joudutaan käsittelemään yleensä useampia asioita yhtä aikaa. Keskustelimme myös eri osioiden tärkeydestä työpaikan näkökulmat huomioiden.

Vuosien saatossa organisaation eri osastojen tehtävät ovat fokuoituneet omille osaluille ja vastuut ovat tarkentuneet. Aikaisemmin projektiorganisaatioissa oli ollut eri osastojen edustajia suorittamassa eri tehtäviä, mutta nykyisellään tällaiset organisaatorakenteet olivat purkautuneet. Tämän vuoksi koordinoitu yhteistyö eri osastojen kesken investointeja suoritettaessa on entistä tärkeämpää. Tuotantohyödykkeen elinjakson aikaisia asioita pitää käydä läpi kokonaisvaltaisesti investoinnin suunnitteluprosessin aikana.

Tutkimuksen pääkysymys on, mitä ja millaisia asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödykeinvestointia, siten että tuotantohyödyke palvelisi käyttäjäkuntaansa elinjakson ajan mahdollisimman tehokkaasti ja kokonaistaloudellisesti? Käyttäjäkunnaksi luetaan laitteiden omistajat, käyttäjät, laitteiden kunnossapito henkilöstö ja laitteistoa kehittävä henkilöstö. Tutkimuksen alakysymykset kuvaavat asiakokonaisuuksia, joiden avulla vastataan pääkysymykseen

1. Mitä asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödyke investointia?
2. Mitä asioita pitää huomioida käyttöhyödykkeen elinjakson aikana?
3. Miten suoritetaan käyttöhyödykeinvestoinnin käyttöönotto, siten että se palvelee tehokkaasti käyttäjäkuntaansa?

2.3 Tutkimusote

Tutkimusotteeksi valikoitui toimintatutkimus. Toimintatutkimus on pääosin laadullisen tutkimuksen suuntaus eli kvalitatiivinen tutkimusote. (Kananen 2015, 33). Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen ovat tutkimussuuntauksia, joita ei pystytä täysin erottelamaan toisistaan. Nämä nähdään enemmänkin lähestymistapoina, jotka täydentävät toisiaan (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 136).

Tällä tutkimusotteella kehitetään kohteena olevaa organisaatiota sen toimintatapoihin vaikuttamisen kautta. Toimintatutkimuksessa on keskeistä vaikuttamisen pyrkimys ja toisaalta tutkijan osallistuminen toimintaan ja mukanaolo organisaation arkipäivässä. Toimintatutkimuksessa yhdistyy kohteen analyysi ja siihen vaikuttaminen (Kananen 2010, 156–159). Työ tehtiin toimintatutkimuksena ja tarkoituksena oli pystyä luomaan ajatuksia uusille toimintatavoille organisaatiossa.

Tämän tutkimuksen aiheeksi valikoitunut projekti toimi hyvin esimerkkiprojektina, jonka avulla voitiin selvittää nykyisiä käytäntöjä ja tukea tutkimuksella projektin toteuttamista. Projektin laajuus antoi hyvän mahdollisuuden soveltaa uutta teoriaa ja sen kautta löytyi uusia toimintatapoja organisaatioon. Projektin laajuus vastaa organisaatiossa hyvin isoa yksittäistä investointiprojektia.

Toimintatutkimuksessa yhdistyy kohteen analyysi ja siihen vaikuttaminen. Tässä tutkimuksessa perehdyttiin lähdeaineistoon ja siihen, kuinka asiat pitäisi toteuttaa ja kuinka eri toimialoilla on asioita ratkaistu. Sen jälkeen perehdyttiin organisaation tapaan tehdä asioita.

2.4 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät

Tutkimusaineiston tiedonkeruumenetelmäksi valikoitui kyselylomake avoimilla kysymyksillä. Kyselylomakkeilla oli tavoitteena hankkia tietoa nykyisistä käytännöistä. Kyselylomakkeet jaettiin osastokohtaisesti valituille henkilöille. Kyselyn tuloksia tarkennettiin keskusteluilla (Kananen 2009, 77–79). Kyselyssä oli kvalitatiivisen suuntauksen mukaiset kysymykset, mutta osa kysymyksistä pystyttiin johtamaan analyysiä varten kvantitatiiviseen muotoon.

Havainnointimenetelmää hyödynnettiin jokapäiväisessä työssä. Havainnointia suoritettiin tähän investointiprojektiin liittyvissä projektipalaverissa. Projektiryhmältä saatiin käyttöön primääriaineistoa, jonka pohjalta kerättiin havainnoiteja. Myös muita tähän asiayhteyteen liittyviä asioita havainnoitiin muista käynnissä olevista projekteista sekä jo päättyneistä projekteista. Näistä havainnoista kerättiin sekundääriaineistoa. Tässä yhteydessä havainnoinnilla haettiin johtolankoja eri asia yhteyksien välillä (Kananen 2009, 67–69).

Kerätyn aineiston analyysi voidaan ymmärtää aineiston: jäsentelyksi, järjestelyksi, muokkaamiseksi sekä tiivistämiseksi. Aineistoa voidaan muokata luokittelemalla, teemoittamalla, koodaamalla ja litteroimalla. (Kananen 2009, 80). Kvalitatiivinen kyselykaavakkeella kerätty aineisto litteroitiin puhtaaksi. Litteroinnin pohjalta voitiin tehdä päätelmiä ja näihin päätelmiin lisättiin myös muu kerätty havainnointi aineisto.

Litteroinnin jälkeen aloitettiin varsinainen analysointi. Analysointi voidaan tarkemmin määrittellä monimutkaisen asian pilkkomisena pieniin erillisiin osiin, jotka ratkaisemalla voidaan ratkaista kokonaisuongelma (Kananen 2009, 80). Kerätty aineisto oli litteroitu Excel-taulukossa. Tämän taulukon avulla pystyttiin jatkamaan aineiston käsittelyä koodaamalla. Aineistosta haettiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, näiden havaitsemiseen ja jäsentelyyn käytettiin värikoodeja. Osa aineistosta pystyttiin muuttamaan kaavio muotoon, jolloin osa analyysistä voitiin esittää numeerisessa muodossa. Tutkijalla oli tietynlainen ennakko käsitys ennen tulosten analysointia.

2.5 Luotettavuusvarauma

Tutkimustuloksen reliabelius tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta. Mittauksen ja tutkimuksen reliabelius tarkoittaa siis sen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia (Hirsjärvi ym. 2009, 231). Tässä tutkimuksessa reliabelisuutta varmistettiin havainnoimalla toimintaa ja vertaamalla sitä kyselytulokseen.

Tutkimustuloksen validisuus tarkoittaa mittarin- tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata (Hirsjärvi ym. 2009, 231). Tässä tutkimuksessa varmistettiin kyselyn tuloksien pätevyys selostamalla kysymyksien taustat.

3 Teoria

3.1 Investointi

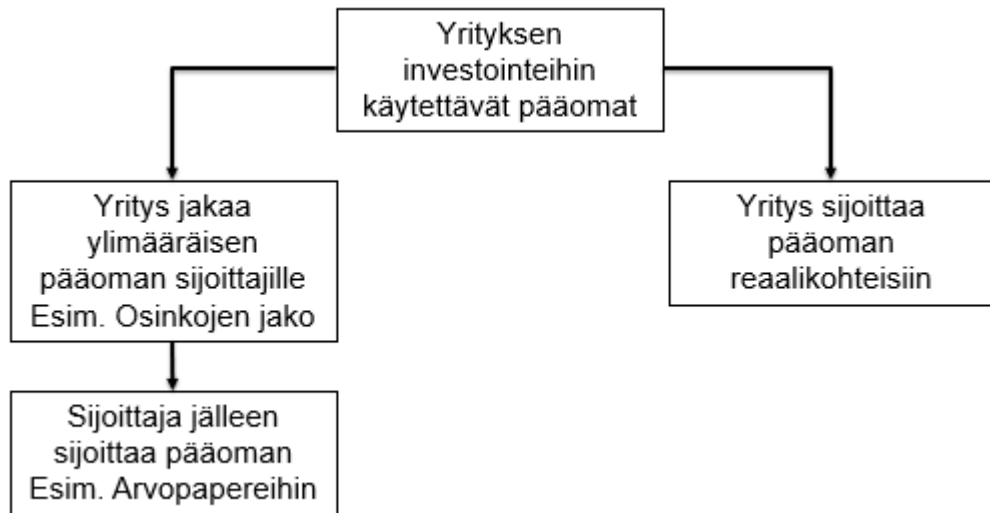
Investointi on sijoitus omaisuuserään tai tuotteeseen, joka hankitaan oletuksella, että se tuottaa tuloja tulevaisuudessa. Taloudellisessa mielessä investointi on sellaisen tavaroiden ostamista, joita ei ole kulutettu tänään, vaan käytetään tulevaisuudessa vaurauden luomiseen (What is an "investment" n. d.).

Investointi termiä voidaan käyttää mihin tahansa mekanismiin, jota käytetään tulevien tulojen tuottamiseen. Taloudellisessa mielessä tämä koskee myös joukkovelkakirjojen, varastojen tai kiinteistöjen ostoa. Lisäksi rakennetun rakennuksen tai tavaroiden tuottamiseen käytettävän laitteen hankinta voidaan pitää investointina (What is an "investment" n. d.).

Investoinnit yritystasolla kasvattavat talouskasvua, kun yritys rakentaa tai hankkii uuden tuotantolaitteiston kokonaistuotannon kasvattamiseksi tai tehostamiseksi. Lisääntynyt tuotanto kasvattaa parhaimmillaan maan bruttokansantuotetta (BKT). Tämän mahdollistaa talouden kasvun lisääntyneen tuotannosta johdosta, joka perustuu aiempaan laitteistoinvestointiin (What is an "investment" n. d.).

3.2 Investointipäätökset

Investointi käsitteenä liittyy yleisesti pitkäaikaiseen ja taloudellisesti merkittävään hankkeeseen. Yrityksen tulee pystyä arvioimaan investoinnit osana taloussuunnittelua. Yrityksen pitää päättää, mitkä projektit toteutetaan ja mitkä jätetään toteuttamatta (Knüpfer & Puttonen n. d.). Kuvio 2 kuvaa yrityksen tavan sijoittaa pääomaa reaaliobjekteihin tai vaihtoehtoisesti jakaa ylimääräistä pääomaa omistajille edelleen sijoitettavaksi.



Kuvio 2. Varojen käyttömahdollisuudet yrityksessä, muokattu (Arnold 1998)

Investointien hyväksymis- ja hylkäämispäätösten tulisi perustaa arviolta, kuinka hyvin ne tuottavat sijoittajien tuottovaatimukseen verrattuna. (Knüpfer & Puttonen n. d.). Osakkeiden omistajilla on päätösvalta yrityksessä ja he pystyvät vähintään kerran vuodessa yhtiökokouksessa päättämään sijoittavatko varat yrityksen sisäisesti vai maksetaanko esimerkiksi osinkoja omistajille. Maksettaessa osinkoja sijoittaja sijoittaa varat itse. Tämä valinta on osakkeenomistajien päätettävissä, jonka vuoksi yrityksen tulee suhtautua investointipäätöksiin kuvion 2. mukaisesti ja huomioida sijoittajien tahto saada sijoituksille paras mahdollinen tuotto (Knüpfer & Puttonen n. d., 106). Investointipäätöksissä tulee vertailla eri vaihtoehdot ja verrata investoinnin tuottoa myös sijoittajien tuottovaatimukseen.

3.3 Käyttöomaisuuden hallinta

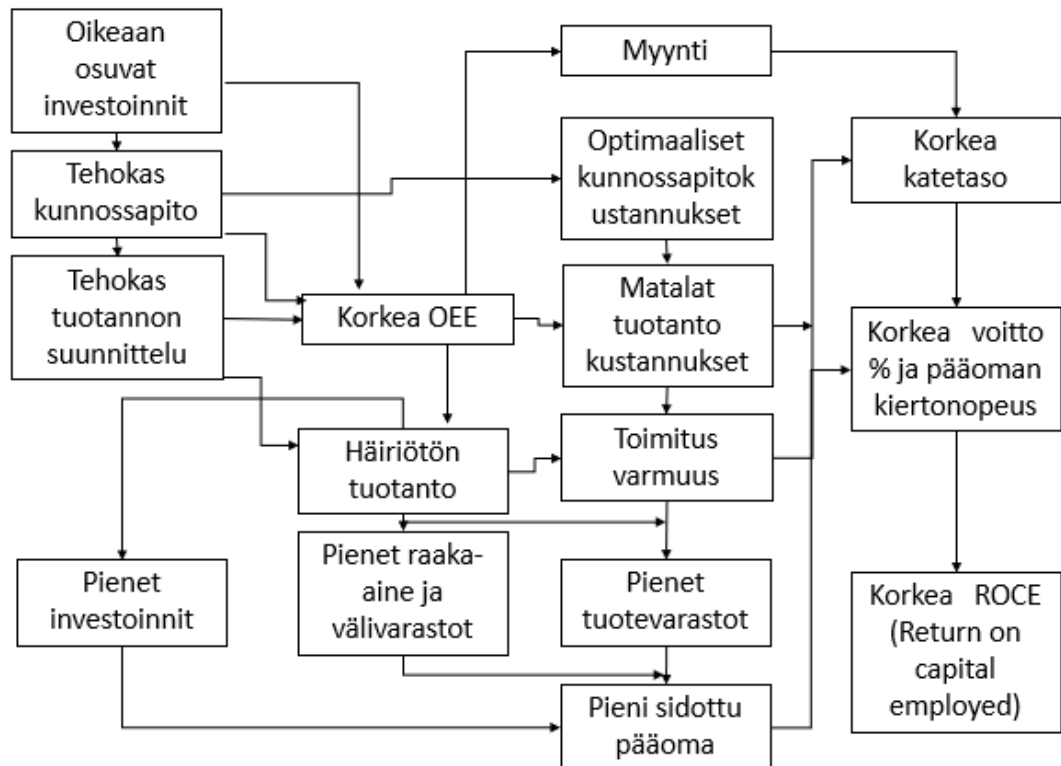
Asset Managementin suomenkielinen termi on käyttöomaisuuden hallinta. Kun kysymyksessä on koneiden käyttöomaisuuden hallinta, suositellaan käyttämään termiä tuotanto-omaisuuden hallinta. Vastaava termi englanniksi on Engineering Asset Management. Tämä tyyliuuntaus on tullut viime vuosina tärkeimmäksi kunnossapidon kehityssuunnaksi, koska tuotanto-omaisuuden hallinnan prosessin optimoinnilla on pyrkimyksenä ottaa huomioon teknologiat, tavoitteet ympäristöön liittyen ja taloudelliset lainalaisuudet (Mikkonen 2009, 71).

3.4 Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan

Kunnossapito on pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen seuraavaksi suurin kustannustekijä yrityksissä. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 283). Kunnossapidon kustannukset ovat yrityksen suurin kontrolloimaton kuluerä (Mikkonen 2009, 38).

Kunnossapidon vaikutusketjut ovat hyvin monimuotoisia. Kunnossapidon vaikutusmalleja kuvataan alapuolella olevassa kuviossa. Kuvio kuvaa hyvin kunnossapidon panos tuotos ajattelun kompleksisuuden. Tämän vuoksi on tärkeää laatia toimintasuunnitelmat, budjetit sekä niiden seurannan toteutuneiden tuottojen suhteen (Mikkonen 2009, 38).

Kaavion 3 vasemmassa yläkulmassa kuvataan myös investointien osuus kokonaiskuvaan. Tärkeää on myös investoitujen laitteiden kunnossapidettävyyys. Tämä yhteys pystytään myös tunnistamaan kaaviosta.



Kuvio 3. Kunnossapidon vaikutus kannattavuuteen (Komonen 2009).

3.5 Tuottava kunnossapito-TPM

Tässä yhteydessä käsitellään TPM-käsitettä (Total Productive Maintenance). TPM tarkoittaa kokonaisnäkemystä kunnossapidon vaikutuksista tuotannossa. Käsite esitellään, koska se sisältää elementtejä joilla merkittäviä vaikutuksia laitteistojen elinjakson aikaiseen tuotanto vaiheeseen. Yritysjohdon näkökulmasta TPM: n voidaan todeta olevan työkalu, jonka avulla voidaan kehittää tuotantokoneisto vastaamaan tuotantovarmuuden vaatimuksia (Laine 2010, 41). TPM on kunnossapidon strategia, joka sisältää viitteitä ja ajatuksia, joita pitää huomioida investointeja valmistellessa (Laine 2010, 41). TPM voidaan määritellä siten, että koko organisaatio sitoutuu ylläpitämään, kehittämään ja huoltamaan tuotantokapasiteettia.

TPM-filosofiassa puhuttaessa tarkoitetaan yleisesti kunnossapitofilosofiaa. Se on kuitenkin kokonaisvaltainen strategia, jonka tavoitteena on maksimoida tuotannon tehokkuus ja laatu (Wilmott 1994, 459-474).

TPM pohjautuu osin laatuajatteluun. TPM: n perusajatuksena on kaikkien osallistaminen tuotantovarmuuden jatkuvaan kehittämiseen. Ominaispiirre on voimakas panostus perusasioiden ylläpitoon, kuten siisteyteen ja järjestykseen sekä käyttäjien osallistuminen kunnossapitotehtäviin. TPM-järjestelmää pidetään pohjana kunnossapito-toiminnan mittaamisessa käytössä olevalle tuotannon kokonaistehokkuuden KNL-mittaukselle (Mikkonen 2009, 70). KNL-laskenta on hyvinkin erilaisten prosessiteollisuuden tuotantolaitosten johtamisen työkalu (Mikkonen 2009, 70). KNL-laskentamalli käsitellään tarkemmin luvussa 3.12.

Jos tuotantolaitoksessa tavoitellaan korkeaa käyntiastetta ja tuottavuutta, voidaan todeta, ettei pelkkä päivittäinen kunnossapitotoiminta ole riittävä. TPM-järjestelmä on laajempi kokonaisuus, joka vaikuttaa koko organisaatioon (Laine 2010, 43).

Alapuolella oleva listaus (Laine 2010, 43–44) kuvaa TPM-elementtejä, jotka pitää ottaa huomioon kehitettäessä toimintaa TPM- periaatteiden pohjalta:

1. Kunnossapitotarpeen vähentäminen hankintatyön ja suunnittelutyön yhteydessä
2. Koneita kehittävä kunnossapito ("kunnossapito-ongelmien vähentäminen suunnittelulla"-strategia)

3. Laatua parantava kunnossapito
4. Ennaltaehkäisevä kunnossapito ja kunnan valvonta
5. Korjaava kunnossapito toimintahäiriön sattuessa
6. Mittaaminen
7. Raaka-aineen käyttösuhteen parantaminen
8. Koulutus
9. Työympäristön siisteys
10. Henkilöstön aktiivisuus

Tässä yhteydessä parhaimmat vaikutusmahdollisuudet ovat investointeja valmistellessa edellisen listauksen kohtiin 1, 2, 8 ja 10. Alapuolella avataan rivikohtaisesti kyseiset elementit tarkemmin. Muiden kohtien huomioimiseen täytyy yrityksessä olla toimintatavat ja johtamismenetelmät päivittäisessä toiminnassa.

1. Kunnossapitotarpeen vähentäminen hankintatyön ja suunnittelutyön yhteydessä

Mitä enemmän kunnossapitoa rakennetaan laitteistoon itseensä, sitä vähemmän on tiedossa kunnossapitotyötä käyttövaiheessa. Kunnossapidon suorat ja epäsuorat kustannukset alenevat tämän myötä.

Tähän on käytettävissä esimerkiksi menetelmät: DOMP (design out maintenance problems) kunnossapito-ongelmien vähentäminen suunnittelulla ja CBM (condition based maintenance) kuntoon pohjautuva kunnossapito (Tehokas kunnossapito, tuotavuutta käynnissä pidolla. (Laine 2010. S.44).

Kunnossapito tarpeen huomioiminen suunnitteluvaiheessa vaatii osaamista laitteistoa hankkivalta henkilöstöltä, syvällistä yhteistyötä laitetoimittajan kanssa sekä näiden referenssiasiakkaiden huomioimisen suunnittelun pohjaksi. Laitteistojen toimintavarmuutta ja kunnossapidettävyyttä kehitettäessä on suuri rooli hankkivilla henkilöstöllä. Heidän tulee pystyä keräämään ja analysoimaan tietoa muista hankituista laitteista toisten hankintojen tueksi (Laine 2010, 44).

2. Koneita kehittävä kunnossapito ("kunnossapito-ongelmien vähentäminen suunnittelulla" – strategia

Rakenteita muuttamalla voidaan korjaavan kunnossapidon tarpeita vähentää huomattavasti. Kehittävä kunnossapito kohdistuu kunnossapidon laitekantaan; korjausvälineisiin ja mittalaitteisiin sekä menetelmiin. Myös tuotantolaitteita voidaan kehittää paremmiksi. Kehittämiseen täytyy osallistua henkilöitä eri ammattikunnista ja näiden olisi hyvä toimia pienryhmissä, joiden osallistujia ovat; insinöörit, korjausmiehet ja koneenkäyttäjät (Laine 2010, 44).

8. Koulutus

Koneet tarvitsevat käyttäjät, koneet eivät tuota ilman koneen käyttäjiä. Koulutuksen suunnittelu osaksi yrityksen strategista suunnittelua, jota ylimmän johdon tulee aktiivisesti ohjata. Omalle henkilöstölle kohdistettu koulutus räätälöitynä ja tehokkaasti toteutettuna on usein investointi tulevaisuuteen. Koulutus toimintaa tulee myös mitata, hyötyjen havaitsemiseksi ja koulutustoiminnan virheiden havaitsemiseksi (Laine 2010, 44).

10. Henkilöstön aktiivisuus

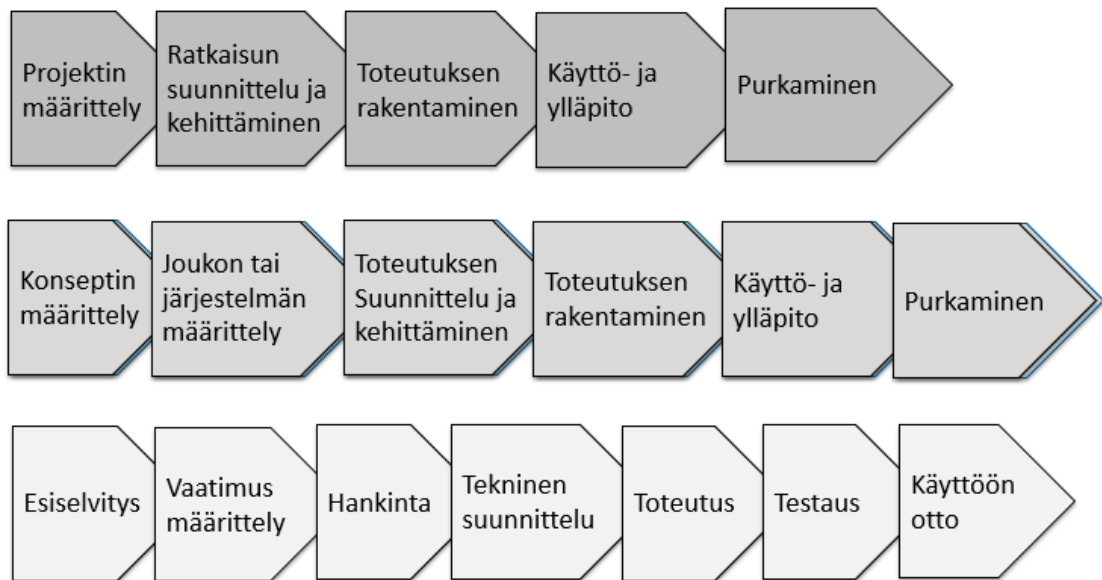
Jokainen henkilö tehtaalla tietää asioita joiden avulla työ voitaisiin tehdä tehokkaammin tai pienemmillä häiriöillä. Usein ihmiset pitävät niitä pieniarvoisina tai eivät jostain muusta syystä tuo niitä esille. Usein ne eivät etene mihinkään, joka voi aiheuttaa, ettei niitä tuoda esille. Kokemusten mukaan kuitenkin pienet parannus toimenpiteet parantavat konetehokkuutta ja työn tuottavuutta parhaiten (Laine 2010, 44).

Henkilöstön aktiivisuutta ja ideoiden keräystä henkilöstöltä käsitellään myös luvussa vaatimusten keräys. Vaatimusten keräyksellä henkilöstöltä saadaan kerättyä ideoita ja myös tuotua heille arvostuksen tunnetta, että pääsee osallistumaan kehitystoimintaan yli osastorajojen yrityksessä.

3.6 Elinjakson hallinta

Elinjakson hallinta sisältää seuraavat vaiheet; elinjakso suunnittelu, elinjakson aikaisien päätösten tekeminen, päätösten teko pisteiden määrittely ja päätöksiin vaikuttavien tietojen kerääminen kokoaminen. Päätöksiin vaikuttavia tietoja voidaan kerätä elinjaksokustannus laskennan ja auditointien avulla (Kosola 2013, 2).

Seuraavana oleva kuvio 4 kuvaa kolmea erilaista elinjakso mallia. Ensimmäinen on yleinen projektin elinjaksomalli, keskimäinen kuvaa puolustusvoimien kehittämisohjelmien suunnittelussa ja toimeenpanossa käytettävää mallia ja alimmaisena on julkisenhallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan suosittama kehittämisprojektien vaihemalli (Kosola 2013, 95).



Kuvio 4. Kolme esimerkkiä elinjakson vaiheista, muokattu (Kosola 2013, 95).

Elinjaksoauditointijärjestelmä tukee elinjakson aikaisia toimintoja ja antaa selkeät toiminta tavat elinjakson aikaisille toiminnoille. Puolustusvoimissa on käytössä elinjaksoauditointijärjestelmä, jossa tarkastellaan kunkin elinjaksovaiheen jälkeen edellytyksiä siirtyä elinjaksomallissa seuraavaan vaiheeseen (Savolainen 2013, 12).

3.7 Elinkaarikustannukset

Teknologioiden kehittyminen on nykyään entistä nopeampaa. Teknologiakehityksen huomioiminen suunnittelu- ja tuotekehitysvaiheessa on yksi keino pienentää kokonaiskustannuksia. Teknologioiden kehittymisellä on vaikutuksia järjestelmän päivityksiin. Ajoittamalla päivitykset oikein voidaan käyttö- ja ylläpito kustannuksiin vaikuttaa huomattavasti (Kosola 2013, 43).

LCC-käsite viittaa järjestelmän kokonaiskustannuksiin koko sen elinkaaren aikana.

LCC on lyhenne englannin kielisistä sanoista Life-Cycle Cost, joka on suomennettuna

elinkaarikustannukset (Stamatis 2010, 286). Näihin kustannuksiin sisältyy kertaluonteiset kustannukset ja tukikustannukset. Tyypillisesti tukitoiminnoista koostuvat kustannukset ovat enemmän kuin 50 % elinkaaren aikana. Muuttuvien kustannusten osuutta voidaan pienentää tunnistamalla virheet ja tekemällä korjaavia toimenpiteitä koneen suunnitteluvaiheessa. Nämä laitteiden elinkaaren alussa toteutetut toimet voivat osaltaan vähentää laitteisiin liittyviä LCC-tekijöitä (Stamatis 2010, 286).

Karkealla tasolla elinkaarikustannuksia syntyy viidellä tasolla (Stamatis 2010, 366) laitteen elinkaaren jaottelun mukaisesti:

- Taso 1. Konseptivaihe
- Taso 2. Kehitys- ja suunnitteluvaihe
- Taso 3. Rakentamis- ja suunnitteluvaihe
- Taso 4. Käyttövaihe ja käytönaikaiset tukitoiminnot
- Taso 5. Muutokset, modernisaatiot ja käytöstä poisto

Mikäli suorituskyvyn tuotekehityksessä painotetaan liiaksi teknisiä vaatimuksia ja tuotekehityksessä huomioidaan vain vähän käytön ja ylläpidon aiheuttamia kustannuksia. Nämä kustannukset voivat kasvaa arvioitua suuremmiksi. Tuotekehityksen alussa on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa käytönaikaisiin käyttö- ja ylläpitokustannuksiin (Savolainen 2013, 19).

Hankintoja tehdessä ei pitäisi tehdä päätöksiä pelkästään suorituskyvyn perusteella tai pelkän hankintahinnan perusteella, vaan ottamalla huomioon elinkaarikustannukset. Tämän päätöksen olisi hyvä perustua alapuolella esitettyihin tai vastaaviin kysymyksiin tilanteen mukaan. Nämä kysymykset ovat esimerkiksi (Stamatis 2010, 366), jossa hankitaan uutta taksiautoa ja vertailussa on kaksi auto vaihtoehtoa:

- Mikä on alin hankintahinta?
- Mikä on alin toimituskustannus?
- Mikä on alin käyttökustannus?
- Mikä on alin varaosakustannus?
- Mikä on alin korjausaika?
- Mikä on pienin määrä tukihenkilöitä?
- Mikä on alin kustannus henkilöiden koulutukselle?
- Mikä on paras polttoaine taloudellisuus?

3.7.1 Investointilaskentamenetelmä

Elinkaarilaskelmien perustyökaluina käytetään perinteisiä investointi-laskelmamenetelmiä. Laskelmat tuottavat tietoa päätöksen teon tueksi. Päätöksen teossa voi olla kysymys yhden investoinnin arvioimisesta tai useamman eri vaihtoehdon kannattavuuden keskinäisestä vertailusta (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 196).

Toimialasta riippuen laitteelle voi syntyä kustannuksia hyvin erilaisista ja erisuuruisista kustannuselementeistä sen elinkaaren aikana. Toisaalla voi seisonnasta aiheutuvat kustannukset olla verrattain suuria, kun taas toisaalla valtavasti energiaa kuluttavalle laitteelle syntyy suuret vuotuiset energiakustannukset (Elinkaarikustannukset (Life Cycle Costs, LCC), n. d.).

Alla on listattu tavanomaisimmat kustannuselementit (Elinkaarikustannukset (Life Cycle Costs, LCC). N. d.), joiden kautta elinkaarikustannuksia laitteille kertyy:

- investointikustannukset, hankintahinta
- asennus- ja tilauskustannukset (sisältäen koulutuksen)
- energiakustannukset (järjestelmän käytön ennustetut kustannukset)
- käyttökustannukset (käyttöhenkilöstön kustannukset)
- kunnossapito- ja korjauskustannukset (toistuvat ja ennakoivat korjaukset)
- seisona-ajan kustannukset (menetetty tuotanto)
- ympäristökustannukset
- poiston/hävityksen kustannukset

3.7.2 Elinkaarikustannusten laskenta

Elinkaarikustannusten selvittäminen on oleellinen osa investointien kokonaiskustannuksia määritettäessä. Investointia suunniteltaessa on selvitettävä eri toteutusvaihtoehdot, joiden välillä elinkaarikustannusvertailu tehdään. Lähestymistapoja elinkaarilaskennan suhteen on kaksi.

Tässä opinnäytetyössä on käytetty mallia, tekniikan elinkaarikustannusten määrittäminen nykyarvoilla. Toinen lähestymistapa on ottaa elinkaarilaskentaan mukaan investoinnin rahoituskulut. Puhtaasti tekniikkaan perustuvassa elinkaarikustannusten määrittelyssä tehtävä työ on hyvin suoraviivaista.

Työssä otetaan huomioon tämän hetkiset kustannukset sekä tehtävien hankintojen suhteen että tiedossa olevien muiden elinkaarikustannusten suuruus. Rahoituskustannusten suuruutta ei tässä mallissa arvioida.

Elinkaarikustannusten laskennan kaksi päätavoitetta on:

1. Elinjaksokustannuslaskelman avulla saadaan laskelmaan perustuva kustannusarvio, jonka avulla voidaan varmistua rahoituksen riittävydestä koko suorituskyvyn elinjakson ajan.
2. Elinjaksokustannuslaskelmalla saadaan tukea investointipäätöksiin, jotta raharesurssit voidaan kohdentaa suorituskyvyn kannalta oleellisiin osiin. (Savolainen 2013, 12).

Yksikertainen elinkaarikustannusten laskentamalli (Stamatis 2010, 366–368) on seuraavanlainen:

$$LCC(L) L=A+O+M\pm C$$

jossa,

- A= määräraha (investointikustannus)
- O=käyttökustannus
- M=kunnossapitokustannus / käytöstä poistokustannus
- C=muutosten kustannukset

Hyvin tehty kustannuslaskelma edes auttaa välttämään virheellisiä hankintoja ja vähentää yllättäviä kustannuksia, joita muuten voisi tulla esille elinjakson aikana. Kustannuslaskelma mahdollistaa myös ylläpito-, kehitys- ja päivityskustannusten arvioinnin ja budjetoinnin koko suorituskyvyn elinjakson ajaksi. Se voidaan tehdä eri tasoilla ja eri tarkoituksiin ja sillä voidaan arvioida kokonaiskustannuksia koko suorituskyvyn yli tai toisaalta voidaan laskelmaa käyttää apuna vertailtaessa eri vaihtoehtoja keskenään. Kun halutaan varmistaa, että kustannuslaskelma olisi uskottava ja käyttökelpoinen, pitää suorituskyvyn elinjaksosuunnitelmassa kuvattava ja siihen yhdistettävä kaikki tekijät, jotka aiheuttavat kustannuksia elinjakson aikana.

3.7.3 Järjestelmän elinjakokustannus

Kuviossa 5 esitetyllä kaavalla kuvataan elinjakson aikaisten kustannusten laskentaa. Tässä kaavassa on huomioitu ja esitetty tarkemmin elinjakson aikaisten kustannusten tekijät. Tämä helpottaa hahmottamaan ja ottamaan huomioon kustannukset tarkemmin. Tämä on tärkeää vertaillessa eri järjestelmien elinjakokustannuksia.

Järjestelmän elinjakokustannuksilla (Total Life Cycle System Cost per Unit of Usage) mitataan järjestelmän kokonaiskustannusta elinjakson aikana.

$$\text{Total Life Cycle System Cost per Unit of Usage} = \frac{C + E + RP + DLRI + CM + IM + UP + DM + CSI + IA}{WSUM}$$

Kuvio 5. Kokonaiskustannukset elinkaaren aikana (Savolainen 2013, 25).

C (Consumables) = materiaalikustannukset, jotka liittyvät järjestelmän kunnossapitoon ja huoltoon sekä näihin liittyviin huolto- ja koulutuslaitteisiin

- E (Energy) = polttoainekustannukset, järjestelmän käytöstä syntyvät
- RP (Repair Parts) = varaosakustannukset, jotka liittyvät järjestelmän ja siihen liittyvien huolto- ja koulutuslaitteiden varaosista
- DLRI (Depot Level Repable Items) = varikkotason huolto-osat
- CM (Contract Maintenance) = ostopalveluna hankitun työn kustannukset ja materiaalista syntyvät kustannukset
- IM (Intermediate Maintenance) = keskitason huollossa tehtävien huoltojen aiheuttamat kustannukset
- UP (Unit Personnel) = kustannukset, jotka liittyvät järjestelmän käyttöön. Nämä syntyvät järjestelmän käyttäjistä, kunnossapitäjistä ja muista tukihenkilöstä

- DM (Depot Maintenance) = työvoima-, materiaali ja muut kulut, joita syntyy järjestelmän tai siihen liittyvien huoltolaitteiden kunnossapidosta varikolla
- CSI (Continue System Improvements) = laitteiden ja ohjelmistojen päivityksestä aiheutuvat kulut. Asiat joiden todetaan parantavan järjestelmän turvallisuutta, käyttövarmuutta, huollettavuutta ja suorituskykyä koko elinjakson ajan saavuttaakseen järjestelmälle asetetut tavoitteet
- IA (Initial Acquisition) = kulut, jotka syntyvät järjestelmän tutkimus- ja tuotekehitys- sekä tuotantokuluista
- WSUM (Weapon System Unit of Measurement) = yksikkö, johon kustannuksia verrataan. Voi olla esim. lentotuntia tai ajettuja kilometrejä

(Savolainen 2013, 25–26).

3.7.4 Motivan malli

Työssä tutustuttiin valmiisiin Motivan elinkaarikustannustenlaskenta malleihin. Motivan mallit osoittautuivat hyvin mielenkiitoisiksi ja ne tuntuivat käyttökelpoisilta hyvinkin erilaisiin tilanteisiin. Lähtötietojen keruu pitää miettiä tilanne kohtaisesti ja soveltaa mallia sen mukaan. Malleissa oli myös hyvänä puolena selkeä ohjeistus, joiden avulla pystyy hahmottamaan kustannuksia.

Motivan hankintapalvelu on toiminnassa vuodesta 2008 ja auttanut julkisia hankkijoita kestäviin hankintoihin liittyvien kysymysten ratkaisemisessa. Toiminta perustuu neuvontaan ympäristönäkökohtien priorisoimisessa hankintatoiminnassa ja niiden huomioimisessa erilaisten tuotteiden ja palveluiden hankinnoissa. Motivan Hankintapalvelu tuottaa hankintakriteereitä, hankintaohjeita, neuvoo ja konsultoi. Lisäksi Motiva tiedottaa ja verkottaa (Motivan hankintapalvelu tukenasi 2016).

Elinkaarikustannuslaskenta kertoo, mitä hankittava tuote tulee organisaatiolle maksamaan, ei ainoastaan investointihetkellä, vaan myös käytön aikana ja käytöstä poistettaessa, esimerkiksi sähkö-, huolto- ja jätemaksuina. Varsinkin energiaa käyttävien laitteiden käyttökustannukset voivat olla jopa hankintahintaa suuremmat. Elinkaarikustannuslaskenta auttaa hankkijoita löytämään kokonaistaloudellisesti edullisimmat tarjoukset (Motivan hankintapalvelu tukenasi 2016).

LCC-työkalut on suunniteltu ennen kaikkea malliksi ja sovellettavaksi tuotteiden ja/tai tarjousten arvioinnissa ja vertailussa. Työkalusta on hyötyä myös hankinnan suunnittelussa ja tarvekartoituksessa, koska sen avulla voidaan arvioida esimerkiksi investointi- ja käyttökustannusten osuutta (Motivan hankintapalvelu tukenasi 2016).

3.8 Vaatimustenhallinta investointiprojektissa

3.8.1 Vaatimustenhallinta yleisesti

Vaatimusten määrittelyvaihe oli hyvin tärkeä osa laitteistohankinnassa. Vaatimusten määrittelyllä saadaan kerättyä tietoa ja rakennettua yhteinen näkemys asiasta. Laitteistohankintaa valmistellessa eri osastoilla ja henkilöillä on hyvin erilainen näkemys siitä, mitä ollaan hankkimassa ja millainen lopullinen ratkaisu tulee olemaan. Vaatimusten määrittely luo hyvän polun hankinnan toteuttamiselle.

Vaatimusten hallinnan osa-alueella käsitellään asiaa yleisesti ja sen tärkeyttä osana investointiprojektia. Vaatimusten järjestelmällinen määrittely on hyvin tärkeä runko investointiprojektin loogiselle etenemiselle. Vaatimusten hallinnan avulla saadaan koottua yhteinen näkemys siitä, millainen järjestelmä tulee lopullisesti olemaan. Vaatimusten hallinnan systemaattisella toteutuksella saadaan selkeä kuva siitä, mitkä ovat sidosryhmät asian ympärillä ja vaatimusten ryhmittely hierarkiatasoihin auttaa näkemään vaatimusten vaikutuspiirit sekä kiinnittämään huomion ylemmän tason vaatimuksiin. Näin ollen voidaan paremmin nähdä metsä puilta, eikä kiinnitetä turhaan huomiota sellaisiin vaatimuksiin, joiden vaikuttavuusalue on pieni.

Parhaimmat vaatimusten kartoitukset perustuvat asiakkaan ongelmien ja tarpeiden täyttämiseen. (Leiffingwell & Widrid 2003, 19).

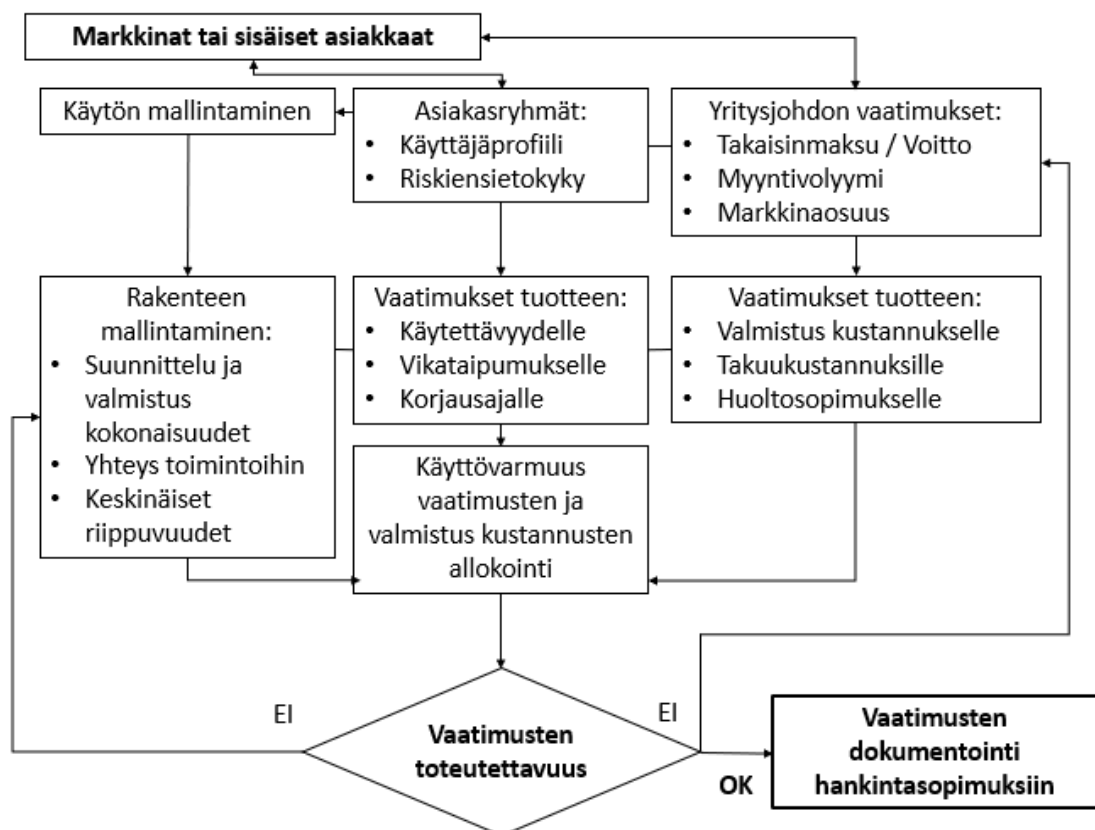
Vaatimusselvityksiä tekevällä projektiryhmällä pitäisi olla kyky ymmärtää loppukäyttäjät ja tarpeita. Projektiryhmän tulisi ymmärtää ihmisiä, joiden tarpeisiin uusi järjestelmä rakennetaan sekä tämän järjestelmän loppukäyttäjät. (Leiffingwell & Widrid 2003, 19).

3.8.2 Vaatimustenhallinnan teoriaa

Vaatimustenhallinta organisaation toiminnassa on yksi monista menetelmistä, joita tarvitaan minkä tahansa asian kehittämiseen. Vaatimustenhallinta luo mahdollisuuden määrittää selkeästi ja loogisesti mitä ollaan tavoittelemassa sekä viestiä mistä tekemisessä lopulta on kyse. Systemaattisen vaatimustenhallinnan avulla tämä viesti välittyy luotettavasti toimijalta toiselle läpi koko toimintaketjun (Kosola 2013, 8).

Riskien hallinnan kannalta vaatimuksien keräämisessä pitäisi käyttää sellaisia menetelmiä, jotka pakottavat yritystä kartoittamaan asiakkaiden tarpeiden ja tuotteen käyttövarmuusominaisuuksien välisiä asioita (Mikkonen 2009, 70).

Kuvio 6 esittää vaatimuksien johtamisen markkinoilta hankintasopimukseen. Kuvaa on muokattu asiakas näkökulman osalta siten, että tässä yhteydessä asiakkaaksi ajatellaan yrityksen sisäiset toiminnot eli puhutaan sisäisestä asiakkuudesta. Vaatimukset kerätään sisäisiltä asiakkailta.



Kuvio 6. Vaatimusten johtaminen hankintasopimukseen (Mikkonen 2009, 136)

Kuvio 7 esittää käsitteiden vaatimus ja vaatimustenhallinta sisällön. Vaatimuksen sisältö kuvaa asiakkaan tahtoa ominaisuuksiin liittyen ja vaatimustenhallinta toimii menetelmänä näiden vaatimusten käsittelyssä.

<p>VAATIMUS ilmaisee asiakkaan tahtoa ominaisuuksiin liittyen seuraavissa kohteissa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liiketoiminnassa • Organisaatiossa • Palveluissa • Tuotteissa • Suorituskyvyssä 	<p>VAATIMUSTENHALLINNAN avulla varmistetaan; vaatimuksien kerääminen kaikilta sidosryhmiltä sekä hallitsemaan vaatimuksia luotettavasti organisaation prosesseissa. Hyvin toteutetulla vaatimustenhallinnalla toteutetaan toimintavapaus eri työvaiheille sekä mahdollistetaan kustannustehokkaat ratkaisut</p>
---	--

Kuvio 7. Käsitteet vaatimus ja vaatimustenhallinta (Kosola 2013, 2).

Vaatimustenhallinta on yksi menetelmä, jota voidaan käyttää kaikkeen kehittämiseen. Vaatimustenhallinnan avulla voidaan määritellä selkeästi ja loogisesti tavoitteet mihin ollaan pyrkimässä. Saman aikaisesti sen avulla viestitään selkeästi toteutettavan projektin kokonaiskuva. Systemaattinen vaatimustenhallinta antaa mahdollisuuden luotettavaan viestintään toimijalta toiselle läpi koko toimintaketjun (Kosola 2013, 2). Alapuolella on listattu asioita, kuinka vaatimusten hallinnan vaikutus nähdään organisaatiossa.

Vaatimusten hallinta on:

- Kaikilla tasoilla ihmisten käyttäytymisen, osaamisen, kommunikoinnin, viestinnän kehittämistä sekä toimintaympäristön tunnistamista.

(Kosola 2013, 5).

Vaatimusten hallinnan avulla:

- Organisaation johto pystyy kehittämään liiketoimintaa strategisesti.
- Keskijohto pystyy johtamaan tietämystä ja kehittämisohjelmia hallitusti yhtenäisen dokumentoinnin avulla.

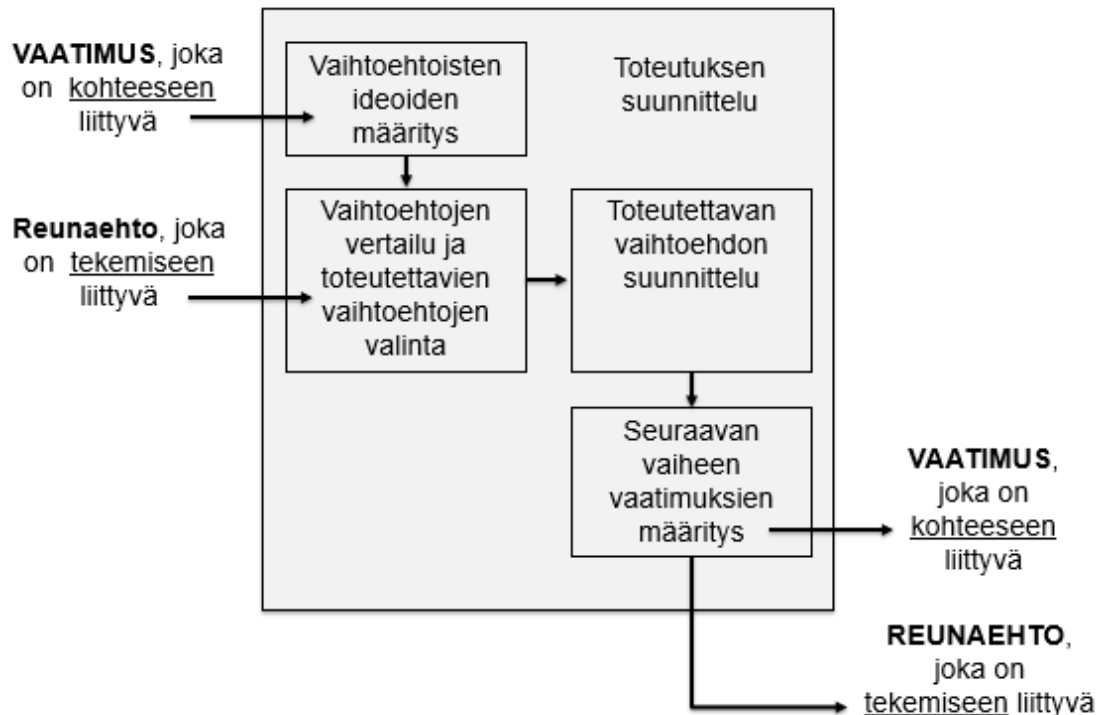
- Asiantuntijat pystyvät suorittamaan ongelmanratkaisua systemaattisesti.
- Saadaan selvitettyä sidosryhmien; tarpeet, vaatimukset, näkemykset, sanattomat toiveet ilman, että niitä tarvitsee arvuutella.

(Kosola 2013, 5).

Vaatimusten hallinnalla on mahdollista esittää selkeä kokonaiskuva kaikille työhön osallistuville, siitä mitä varten ja mitkä ovat tavoitteet kyseisessä projektissa, hankkeessa tai kehittämisohjelmassa (Kosola 2013, 5).

Vaatimusten tarkoituksena on ilmaista esittäjä tahon tarpeet toteuttavalle taholle suunnittelutyön pohjaksi. On tärkeää, että nämä vaatimukset kuvaavat tarvetta ei toteutus tapaa. Vaatimus voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla, tarvetta ja toteutus tapaa ei saa sekoittaa keskenään. Erilaiset toteutustavat sisältävät erilaisia ominaisuuksia, kuten kustannukset, elinikä ja suoritusarvot. Jonka vuoksi on järkevää ideoida erilaisia toteutustapoja, näiden pohjalta valitaan tarkoitukseen sopivin ratkaisu. Jos vaatimuksen kuvaus on esitetty siten, että myös toteutustapa on esitetty vaatimuksessa tarkoittaa se sitä, ettei kysymyksessä ole aito vaatimus. Tämän kaltaiseksi kirjattu vaatimus on reunaehto ja näitä tulisi käyttää harkiten, koska ne rajaavat pois hyviä ja toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja (Kosola 2013, 6).

Kuvio 8 kuvaa miten vaatimukset toimivat viestin välittäjinä eri vaiheiden välillä. Lisäksi kuviosta nähdään millä tavalla reunaehdon ja vaatimuksen käyttäytyminen eroaa eri työvaiheissa.



Kuvio 8. Vaatimukset viestin välittäjinä eri vaiheiden välillä. Reunaehdon ja vaatimuksen eroavaisuus. (Kosola 2013, 7).

Vaatimusten kartoitus on vaativaa ja työlästä, käytettävä työpanos muodostuu yllättävän suureksi. Vaatimusten keräys sijoittuu usein hankkeen toteutuksessa sellaiseen ajankohtaan, jolloin päättäjät haluaa hankkeen etenevän nopeasti. Kiire aiheuttaa riskin laiminlyödä vaatimusten hallintaa, varsinkin niissä prosessivaiheissa, kun laiminlyönti tulee esille vasta myöhemmin (Kosola 2013, 5).

Vaatimusten hallinnalla ei saada valmista ratkaisua, vaatimusten keräämisen jälkeen ne pitää suunnitella. Vaatimusten hallinta tulee integroida osaksi ratkaisun suunnittelua. Luonnollisesti tämä tapahtuu siten, että yhden vaiheen vaatimukset luovat pohjan toisen tason suunnittelulle. Suunnittelussa käydään läpi vaatimukset täyttävät vaihtoehdot, valitaan tarkoituksen mukaisin vaihtoehto toteuttaa ratkaisu ja kerätään vaatimukset seuraavalle tasolle suunnittelutyön perustaksi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yhden vaiheen suunnitelmasta johdetaan seuraavan vaiheen vaatimus. Vaatimusten hallinta toimii menetelmänä ja ohjesääntönä, jonka avulla tämä prosessi pidetään yhtenäisenä ja jatkuvana.

Vaiheesta toiseen siirtyminen voidaan tehdä päätöksiin tukeutuen, jotka esitetään päätöksien tekijöille (Kosola 2013, 6). Kuvio 9 kuvaa vaatimuksen rakenteen kuvausta.



Kuvio 9. Vaatimuksen rakenteen kuvaus, muutettu (Kosola 2013, 8).

Kuviossa 9 on esitetty vaatimuksen rakenne, joka sisältää vaatimuksen yksilötunnisteen, vaatimuksen omistajat sekä liittynät muihin vaatimuksiin. Sisältö kohdassa on esitetty elementit, jotka tulee määritellä jokaiselle vaatimukselle erikseen.

Vaatimustenhallintaan liittyy riskejä. Ne on kuvattu tässä kappaleessa toimittavan yrityksen näkökulmasta. Ensimmäinen riski on asiakkaalle annettu lupaus sellaisesta, jota ei voida saavuttaa. Toinen riski liittyy siihen, että toteutus tulee yritykselle liian kalliiksi. Riskien realisoituessa voidaan menettää asiakkaita tai kustannukset nousevat niin suuriksi, ettei investointia kannata enää toteuttaa (Mikkonen 2009, 133)

Vaatimusten hallinnan merkittävä riski on myös se, että järjestelmälle asetetaan liiallisia vaatimuksia. Liian tiukat tai tarpeettomat vaatimukset johtavat monimutkaisten järjestelmien hankintaan. Tämä johtaa liian kalliiden järjestelmien hankintaan (Kosola 2013, 5).

3.8.3 Vaatimusten ominaisuudet

Vaatimukset tulee yksilöidä yksiselitteisesti ja niillä pitää olla ainutlaatuinen tunniste. Yksilöinnin avulla tunnistetaan vaatimukset eli jokaisella vaatimuksella on oma tunnus, jonka avulla tiedetään mitä vaatimusta tarkoitetaan. Tunnus voi olla esimerkiksi juokseva numero, kirjain yhdistelmä tai numerosarja. Tunniste voi tulla esimerkiksi vaatimusrakenteen mukaan, vaatimudokumentin lukujen mukaan, kappaleiden tai rivien mukaan (Kosola 2013, 7).

Tunnisteen ainutlaatuisuus tarkoittaa sitä, että kerran luotua tunnistetta ei saa käyttää uudelleen. Vaikka vaatimus poistettaisiin ei tunnistetta saa käyttää uudelleen. Tämän toimenpiteen avulla varmistetaan, ettei kerran käytettyä tunnistetta käytetä uudelleen, koska tämä voi aiheuttaa sekaannuksia projektissa (Kosola 2013, 8).

Kuviossa 10 on esimerkkejä Puolustusvoimien tavasta yksilöidä vaatimuksia:

Juokseva numerointi	Numerointi tasoittain	Suorituskykyalueittain
1. Vaatimus X 2. Vaatimus X 3. Vaatimus X 4. Vaatimus X	1. Helikopterijärjestelmä 1.1 Vaatimus X 1.2 Vaatimus X 2. Ilma-alus 2.1 Vaatimus X 2.2 Vaatimus X 3. Moottori ja voimansiirto 3.1 Vaatimus X 3.2 Vaatimus X	1. Johtaminen 1.1 Arvion tuottaminen 1.1.1 Vaatimus X 1.1.2 Vaatimus X 1.2 Hälytysten antaminen 1.2.1 Vaatimus X 1.2.2 Vaatimus X 2. Vaikuttaminen 2.1 Siirtyminen 2.1.1 Vaatimus X 2.1.2 Vaatimus X 2.2 Taisteluliike 2.2.1 Vaatimus X 2.2.2 Vaatimus X

Kuvio 10. Esimerkkejä vaatimusten yksilöinnistä (Kosola 2013, 8).

Kuvio 10 kuvaa kolmea erilaista tapaa yksilöidä vaatimuksia. Vasemman puoleisessa laatikossa kuvataan juoksevalla numeroinnilla listattuja vaatimuksia. Kesimmäisessä

laatikossa kuvataan tilannetta, joissa vaatimukset on numeroitu tasoittain. Oikeanpuoleisessa laatikossa on esitetty vaatimusten numerointi suorituskykyalueittain. Vasemmanpuoleinen laatikko kuvaa yksinkertaisinta tilannetta.

Vaatimusten keräystä suoritettaessa voi vaatimuksen esittää kuka tahansa sidosryhmistä (Sidosryhmien määrittely esitellään myöhemmin). Vaatimuksen esittäjän ei tarvitse olla omistaja ja eikä hänestä välttämättä tule omistajaa.

Jokaiselle vaatimukselle tulee lähtökohtaisesti määritellä omistaja. Jos vaatimukselle ei pystytä määrittelemään omistajaa, joudutaan vaatimus hylkäämään. Vaatimus jää näin ollen vain esitetyksi, tässä yhteydessä on hyvä merkitä esittäjä taho mahdollisen myöhemmän tarkoituksen vuoksi (Kosola 2013, 9).

Vaatimuksen omistajalla on oikeus määritellä vaatimuksen sisältö ja toimia hyväksyjänä muutoksille. Omistaja on yleensä vaatimuksen toteuttamisen rahoittajana toimiva taho tai ohjausroolista vastaava taho. Omistajan pitää huomioida kyseisen vaatimuksen vaikutukset ominaisuuksiin, elinjaksokustannuksiin ja suorituskykyyn (Kosola 2013, 9). Vaatimuksen yleinen rakenne kuvaa vaatimuksen sisältöä, vaatimuksen roolia sekä määrittää liittynän projektiin. Vaatimuksen liittynät ovat tyypillisesti tietojärjestelmä linkkejä, asiakirjoja tai toisia vaatimuksia (Kosola 2013, 9).

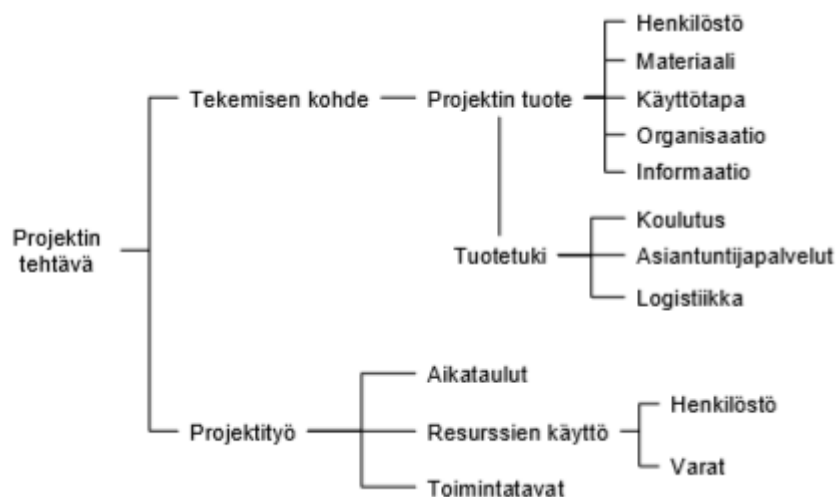
Jokaisen vaatimuksen tulee linkittyä edelliseen vaiheeseen tai ylempään suunnittelutasoon. Mikäli vaatimus ei liity edelliseen suunnitteluvaiheeseen tai ylempään suunnittelmatason ratkaisuihin, se ei todennäköisesti perustu mihinkään. Tämän kaltainen vaatimus on tarpeeton, keksitty, tai sitten se ilmentää virheellistä tai puutteellista suunnittelua projektin edellisissä vaiheissa (Kosola 2013, 9).

Jossakin tapauksissa vaatimukset liittyvät toteutussuunnitelmiin. Tällaisia toteutussuunnitelmia ovat esimerkiksi käyttötapakuvaus, toteutuskonsepti, toiminta-ajatus, palvelukuvaus ja järjestelmäarkkitehtuuri. On huomattava, että näissä ei kuvata vaatimuksia, nämä liittävät vaatimukset kokonaisuuteen (Kosola 2013, 10).

Laajoissa tai monimutkaisissa projekteissa olisi tärkeä pystyä seuraamaan syy-seuraus-suhteita. Tällaisissa tilanteissa pitäisi olla kuvattuna liittynät alemman tason tai seuraavan tason suunnitteluvaiheeseen. Tämän avulla nähdään mihin vaatimus perustuu ja mitä siitä seuraa. Lisäksi tämän avulla pystytään seuraamaan seurannaisvaikutuksia aikatauluun ja kustannuksiin (Kosola 2013, 10).

Vaatimuksen sisällöllä kuvataan mihin vaadittu asia kohdistuu, mitä vaaditaan ja kuinka vaatimuksen täytyminen todennetaan. Kuvaus voi olla sanallinen kuvaus tai matemaattinen kaava, tai sekoitus näistä. Tärkeintä on kuitenkin, että asia esitetään selkeästi ja ymmärrettävästi, siten että lukija ymmärtää sisällön (Kosola 2013, 11). Vaatimuksen sisältöä määriteltäessä pitäisi myös miettiä, kuinka vaatimus todennetaan käytännössä. Jos vaatimuksen esittäjä ei osaa esittää todentamisessa käytettävää tapaa, ei hän myöskään välttämättä ymmärrä mitä on vaatimassa. Jos näin on vaatimuksen kirjoittaja tunne aihealuetta tai ei tunnista oikeata vaatimusta (Kosola 2013, 11). Vaatimuksen kuvaukseen on hyvä sisältyä kriittisyys, tärkeys, vaatimuksen tila sekä toteutusvaihe. Koska edellä mainitut asiat ovat tarpeellisia koko projektinhallinnan kannalta. Projektin kannalta aina joudutaan tekemään kompromisseja ja tämän vuoksi määrittelyt helpottavat priorisointia (Kosola 2013, 11).

Vaatimukset kohdistetaan yleisesti asioiden ominaisuuksiin. Vaatimuksen kohteet on mietittävä ennen vaatimuksen määrittämistä, jotta vaatimuskumentaatiosta tulee looginen ja selkeä rakenteinen. Vaatimuskohteiden selkeä määrittäminen edellyttää projektiin kuuluvien tehtävien analysointia ja projekti on hyvä esittää hierarkkisen mallin avulla. Kuviossa 11 on esitetty esimerkki tällaisesta mallista (Kosola 2013, 11).



Kuvio 11. Projekteissa esiintyviä vaatimuksien kohteita (Kosola 2013, 12).

Vaatimuksen toteutuminen olisi pystyttävä todentamaan yksiselitteisesti. Tämä olisi järkevä toteuttaa esittämällä vaatimus koskemaan konkreettista suoritusarvoa tai toteutuksen reunaehto. Vaatimuksen toteutuminen kuvaa lopultaan sen mitä vaatimuksen asettaja on halunnut saavuttaa vaatimuksella (Kosola 2013, 14).

Vaatimusten kriittisyysmäärittely ei ole välttämättä helpoin mahdollinen tehtävä. Määrittely on kuitenkin tärkeä tehtävä kokonaisuuden kannalta. Vaatimusten kriittisyysmäärittely pitänee tehdä projektikohtaisesti harkiten.

”Projektin onnistumisen kannalta on keskeisen tärkeätä, että kaikki henkilöt johtoryhmästä projektiryhmiin tuntevat kriittiset vaatimukset, ymmärtävät miksi ne ovat kriittisiä ja mieltävät niiden täyttymisen muodostavan myös projektin onnistumisen kriteeristön” (Kosola 2013, 16).

”Kriittisten vaatimusten täyttäminen määrittää pitkälti koko projektin onnistumisen tai epäonnistumisen. Kriittisten vaatimusten täyttäminen muodostaa siten kehittämissohjelman, hankkeen tai projektin tärkeimmän kriittisen menestystekijän” (Kosola 2013, 16).

Alapuolella esitetty kolmiportainen malli on käytössä puolustusvoimilla. Tämän mallin on huomattu olevan toimivampi kuin useampiportaisen mallin. Tämä sisältää vähemmän loogisia virheitä keskinäisessä priorisoinnissa (Kosola 2013, 15).

Vaatimusten kriittisyysjaottelun esimerkki:

1. Ehdottomat tai kriittiset vaatimukset
2. Tärkeät tai ensisijaiset vaatimukset
3. Tarpeelliset tai toissijaiset vaatimukset

(Kosola 2013, 15).

Edellä mainittua kriittisyysjaottelun mukaista jaottelua voidaan käyttää projektinhallinnassa esimerkiksi siten, että kriittisten vaatimuksien osalta kaikki on täytettävä. Lisäksi ensisijaisista joku tietty prosenttiosuus 90 % sekä pieni osuus toissijaisista vaatimuksista 75%. Vaatimuksista kriittisiä ei saa olla liikaa, jotta ne ovat oikeasti kriittisiä. Käytännössä, jos vaatimusta ei täytetä, järjestelmä ei pysty täyttämään tehtäväänsä (Kosola 2013, 15-16).

Laajoissa ja pitkissä projekteissa vaatimusten toteutus ei tapahdu kerralla. Ratkaisut kehittyvät vaiheittain ja tämän vuoksi on oltava suunnitelma siitä missä vaiheessa projektia tai kalenteriaikaa on tarkoitus toteuttaa (Kosola 2013, 17). Teoriaosuuden alussa käsiteltiin elinjaksomäärittelyä, toteutusvaiheita voi verrata joiltain osin myös tähän kuvaukseen.

Vaatimustenkeräyksessä ja -hallinnassa on useita eri vaiheita. Näitä vaiheita tulee pystyä seuraamaan järjestelmällisesti. Vaatimusten tilakuvausten avulla voidaan kuvata määrittelyn, toteutuksen suunnittelun ja implementoinnin tilannetta. Vaatimuksen tilakuvaukset voidaan kuvata alapuolella olevan luettelon mukaisesti. kolme ensimmäistä liittyvä vaatimukseen ja loput kuusi liittyvät ratkaisuun ja toteutukseen.

- Poistettu; Vaatimus on poistettu tai hylätty, vaatimusta ei edistetä toistaiseksi
- Työn alla; Vaatimus on tunnistettu, mutta se on vielä työnalla
- Määritelty; Vaatimuksen sisältö on laadittu, mutta ei vielä hyväksytty
- Vahvistettu; Vaatimus käsitelty, hyväksytty ja vahvistettu käyttöön
- Suunniteltu; Vaatimuksen toteuttaminen suunniteltu
- Toteutettu; Vaatimus on toteutettu
- Todennettu; Toteutus on testattu
- Hyväksytty; Ratkaisu täyttää hyväksymiskriteerit
- Hylätty; Ratkaisu ei täytä hyväksymiskriteereitä

(Kosola 2013, 17)

Vaatimuksen kuvaukselle ei voida määritellä tarkkaa esitys tapaa vaatimusten erilaisuuden vuoksi. Hyvät vaatimukset omaavat useita hyviä ominaisuuksia, joista tärkeimpiä ovat:

- Tarpeellisuus
- Oikeellisuus
- Yksikäsitteisyys
- Ymmärrettävyys
- Ristiriidattomuus
- Eksplisiittisyys
- Minimalistisuus
- Kattavuus
- Jäljitettävyys

- Saavutettavuus
- Todennettavuus
- Toteutusriippumattomuus
- Ytimekkyys

(Kosola 2013, 17).

3.9 Vaatimustenhallinnan menetelmät

3.9.1 Sidosryhmät

Vaatimusten hallinnan onnistuminen edellyttää sidosryhmien hallintaa. Ilman sidosryhmien hallintaa ei voida tunnistaa vaatimuksia eikä kirjoittaa ymmärrettävään muotoon (Kosola 2013, 21).

Sidosryhmien tunnistaminen on tärkeää vaatimustenhallinnan onnistumiselle. Sidosryhmien tunnistaminen pitäisi tehdä jo ennen vaatimustenmäärittelyn aloittamista. Sidosryhmä on asiaan liittyvä taho, näitä on välillisiä ja välittömiä. Välillinen sidosryhmä ei ole välttämättä tietoinen koko projektin olemassa olostsa. Tällaisia sidosryhmiä voi olla esimerkiksi lupaviranomaiset, toimintaa säätelevä viranomainen tai äänessäjät. He eivät vaikuta aktiivisesti asioihin, mutta heidän mielipiteillä on merkitystä projektin toteuttamisen kannalta. Välittömät sidosryhmät osallistuvat aktiivisesti vaatimusten antamiseen. Välittömiä sidosryhmiä ovat esimerkiksi asiakkaat, tehtävään henkilöstöä antaneet linjaorganisaatiot, toimittajat sekä mahdolliset alihankkijat (Kosola 2013, 21).

Tyypilliset sidosryhmät projekteissa, hankkeissa tai kehittämisohjelmissa ovat:

- Asiakas
- Rahoittaja
- Suorituskyvyn omistaja, käyttäjä, suorituskykyvastuullinen
- Järjestelmän omistaja
- Käyttäjä
- Tukiorganisaatiot
- Valvontaviranomiset
- Tuote- ja palvelutoimittajat

- Negatiiviset sidosryhmät, ovat tahoja jotka haluavat estää hankkeen toteutumisen tai rajoittaa toteutustapaa. Negatiivinen tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että sidosryhmä on tarkasteltavan tehtävän kannalta negatiivinen. Sidosryhmä on tietenkin edustamansa tahon kannalta erittäin positiivinen pyrkiessään vaikuttamaan sidosryhmän intressejä uhkaavaan toimintaan.
- Muut sidosryhmät; suunnittelijat, valmistajat, kehittäjät, hyväksyjät sekä laadunvarmistajat

(Kosola 2013, 24–28).

”Tunnistetut sidosryhmät voidaan ryhmitellä neljään luokkaan, sen mukaan mikä on heidän kiinnostuksensa ja vaikutuksensa käsillä olevaan tehtävään:

1. *Aiheesta hyvin kiinnostuneet ja siihen voimallisesti vaikuttavat tahot: näiden odotusten ymmärtäminen ja niihin vaikuttaminen sekä jopa kirjaamattomien toiveiden täyttyminen voi olla onnistumisen kannalta välttämätöntä.*
2. *Aiheesta vähän kiinnostuneet, mutta siihen mahdollisesti voimakkaasti vaikuttavat tahot: nämä tahot on pidettävä tyytyväisenä.*
3. *Aiheesta hyvin kiinnostuneet, mutta vain vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot: nämä tahot on pidettävä tietoisina työn etenemisestä ja syntyvän tuotteen hyödyntämismahdollisuuksista.*
4. *Aiheesta vähän kiinnostuneet ja vähän vaikutusmahdollisuuksia omaavat tahot: näiden tahojen kiinnostuksen ja vaikutusmahdollisuuksien muutoksia on seurattava tarpeen mukaan ja resurssien sallimissa puitteissa.”*

(Kosola 2013, 21).

Vaatimuksien keräyksessä pitää huomioida kaikki sidosryhmät. Tässä pitää kuitenkin huomioida se, mistä luokasta vaatimuksia esitetään ja kuinka paljon ollaan valmiita lisäämään kustannuksia, aikatauluviivästyksiä tai muita riskejä. Pitää kuitenkin huomioida, että muissakin jälkimmäisissä sidosryhmäluokissa voi olla henkilöitä, kuten esimiehiä tai loppukäyttäjiä, joiden positiivinen suhtautuminen auttaa lopullisessa projektituotteen käyttöönotossa (Kosola 2013, 22).

Sidosryhmien tunnistaminen on tärkeä vaihe, ainakin seuraaviin kysymyksiin olisi löydettävä vastaus millaisia sidosryhmiä näihin liittyy:

Järjestelmän käyttö:

- Ketkä ovat järjestelmän käyttäjät, sisältäen käytön rahoittajat ja operoinnin organisaation?
- Kenen tai keiden pitää olla tietoisia järjestelmästä tai sen käytöstä?
- Kenellä voi olla intressejä järjestelmään tai sen käyttöä kohtaan?
 - Rinnakkaisten järjestelmien käyttäjät
 - Rinnakkaisten järjestelmien tunnistaminen
 - Järjestelmän käyttöympäristö ja käyttötilanteet
 - Ympäristövaikutukset
 - Ympäristöominaisuudet; melu, värinä, pöly, häiriöt, pakokaasut
- Mitä yhteistoimintanäkökulmia pitää ottaa huomioon?
 - Viranomaisyhteistyö
 - Globaaliyhteistyö

Järjestelmän käytön tuki:

- Ketkä huolehtivat logistiikasta?
 - Kunnossapito
 - Kuljetukset
 - Varastojenhallinta
 - Huoltopalvelut
- Ketkä vastaavat ohjelmistoista?
 - Asennukset
 - Parametrointi
 - Tehtäväkohtainen ohjeistus
 - Käyttäjien neuvominen ja opastus
- Ketkä kouluttavat?
 - Operoinnista vastaavat
 - Käyttäjät
 - Koulutusohjeiden ja oppaiden laatijat

Järjestelmän suunnittelu, kehitys ja hankinta:

- Ketkä suunnittelee ja antaa tietoa järjestelmän suunnitteluun?
 - Suunnitteluohjeistuksesta vastaavat
 - Toimialasidonnaisista asioista vastaavat
- Erityiskysymykset?
 - Ympäristönsuojelu
 - Kestäväkehitys
 - Säteily-, sähkö- ja räjähdysturvallisuus
 - Taajuuksien käyttö
 - Tietohallinto
 - Tieliikenne
 - Muut lakeihin ja viranomaismääräyksiin liittyvät asiat
- Ketkä vastaavat järjestelmän kehityksestä ja hankinnasta?
 - Tekninen suunnittelu

- Järjestelmävastuu
- Investointivarojen kohdentajiksi huomioitavat tahot?
 - Liitännäiset investoinnit
 - Toimintamenojen käyttösuunnitelmien tekijät
- Projektiin liittyvät työllisyys-, teollisuus- sekä aluepoliittiset kysymykset ja vastuut?
 - Kotimaisuusaste
 - Vientirajoitukset
 - Vientituet

Järjestelmän käytöstä poisto:

- Käytöstä poistamisen vastuu taho?
 - Järjestelmän osien uudelleen kohdentaminen
 - Materiaalien myynti
 - Romutukset
 - Museointi

(Kosola 2013, 22–24).

3.9.2 Vaatimusten kerääminen

Vaatimusten kerääminen alkaa sidosryhmien tunnistamisen jälkeen. Vaatimuksia kerätessä asiasta hyvin kiinnostuneet tahot antavat vaatimukset erillisessä toimeksianossa tai vaatimusdokumentissa. Lisäksi projekteihin liittyy sidosryhmiä, jotka eivät ole kovin aktiivisia. Näiltä sidosryhmiltä vaatimukset on kerättävä olemalla aktiivinen vaatimusten keräyksessä. Nämä vaatimukset ovat usein kuitenkin merkittäviä asioita ja näillä näkemyksillä on suuri merkitys projektin onnistumisen kannalta (Kosola 2013, 29).

Vaatimuksien keräys voi kohdistua projektiin tai projektituotteeseen. Vaatimuksia voidaan kerätä esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Havainnoimalla
- Sidosryhmien haastatteluilla ja kirjallisilla kysymyksillä
- Interaktiivisten työpajojen avulla
- Olemassa olevan dokumentaation avulla
 - Hankesuunnitelmista
 - Toimialan arkkitehtuureista
 - Suorituskykyvaatimuksista
 - Suorituskyvyn käyttösuunnitelmista
 - Säädöksistä, määräyksistä sekä ohjeista

(Kosola 2013, 29).

Lähdekritiikki on tärkeä huomioida haastatteluissa sekä kirjallisessa vaatimuslähteiden yhteydessä. Vaatimuksia esittävillä sidosryhmillä voi olla erityyppisiä intressejä ja piilorooleja esittää asioita, esityksiin voi liittyä tiedostettuja tai tiedostamattomia preferenssejä. Vaatimuksia pitää pystyä tarkistelemaan kriittisesti ja avoimesti, jolloin voi tunnistaa aidot vaatimukset. Lähdekritiikin osalta pitää huomioida esittäjän kompetenssi; kokemus- ja koulutustausta. Työkokemus toimialalta on merkittävä tekijä asioiden esityksessä. Koulutustaustalla on merkitystä; Esimerkiksi järjestelmään esitetty tekninen vaatimus tulee teknisesti koulutetulta henkilöltä, on se todennäköisesti luotettava. Vastaavasti operatiivisen puolen vaatimusten tullessa operatiivisen koulutuksen saaneelta henkilöltä, on se todennäköisesti luotettava (Kosola 2013, 32–33).

Vaatimusten kerääjän on nähtävä roolinsa pikemminkin vaatimusten hallitsijana kuin pelkkänä kerääjänä. Vaatimusten kerääjän on tarvittaessa pystyttävä tarkentamaan ja tarkistamaan kerättyjä vaatimuksia sidosryhmien henkilöiden kanssa yhteistyössä. Vaatimusten kerääjä voi myös ehdottaa vaatimuksia ja siten hakea synergiaetuja sekä kustannussäästöjä (Kosola 2013, 30).

3.10 RAMS-prosessi

Vaatimustenhallinta prosessista voidaan käyttää nimitystä RAMS-vaatimusten hallinta. Tämä tarkoittaa koko elinkaaren aikaista prosessia. RAMS tulee sanoista:

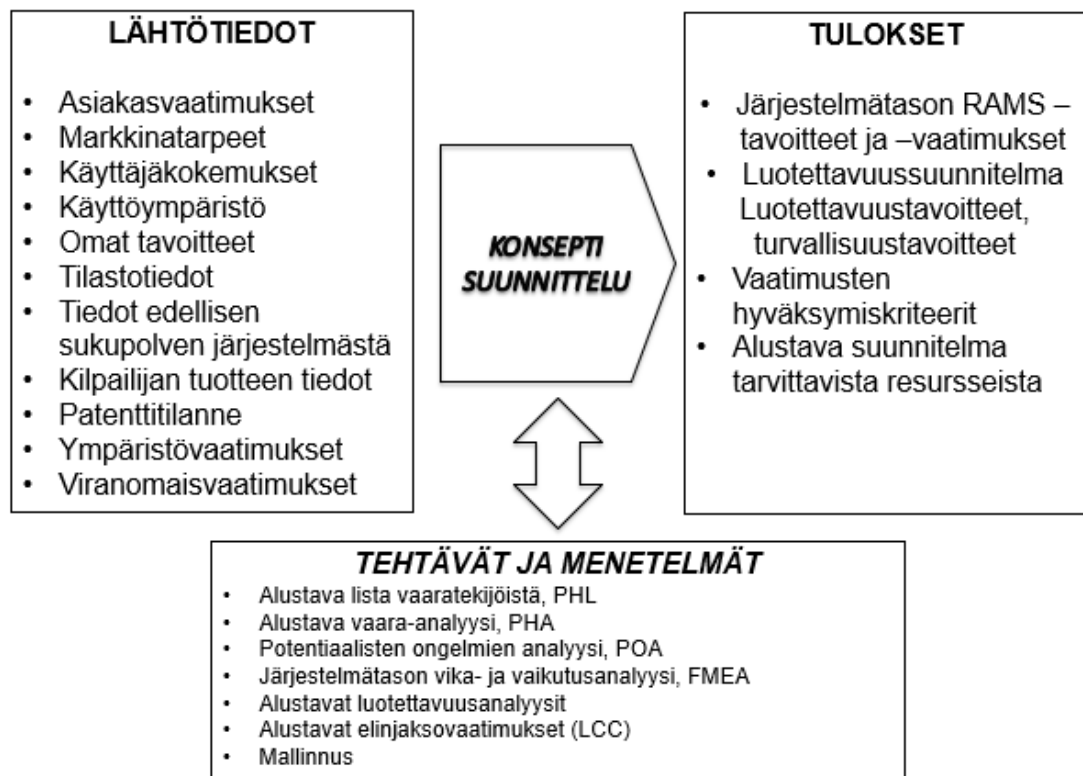
- Reliability, toimintavarmuus
- Availability, käyttövarmuus
- Maintainability, kunnossapidettävyyys
- Safety, turvallisuus

(Kivipuro, Reunanen, Valkokari 2008).

RAMS-prosessi on koko elinkaaren aikainen prosessi, joka parantaa järjestelmiä kokonaisvaltaisesti, ottaen huomioon huollettavuuden, turvallisuuden, käyttövarmuuden ja nopean toimintakyvyn palautumisen (Mikkonen 2009, 133).

RAMS-prosessi vaatii systemaattisen prosessin läpiviennin. Prosessi kattaa vaatimusten määrittelyvaiheen jatkuen poistovaiheeseen asti. RAMS-prosessissa hyvänä lähtökohtana on se, että edellisen vaiheen tulokset toimivat seuraavan vaiheen lähtötietona (Mikkonen 2009, 133).

Kuvio 12 kuvaa lähtötietojen ja RAMS-prosessin konseptisuunnitteluvaiheen sekä tuloksien välistä yhteyttä.



Kuvio 12. RAMS-tehtäviä ja menetelmiä (Mikkonen 2009, 134).

Tässä yhteydessä ei käydä tarkemmin läpi RAMS-prosessia. RAMS-prosessi haluttiin tuoda esille, mikäli investoinnin pohjaksi tulisi tarve tehdä lisää analyysyjä. RAMS-prosessin mukaisia asioita kuitenkin sisältyy teoriasuuteen.

3.11 Käynnissäpito

Käynnissä pito tarkoittaa toimenpiteitä ja toimintoja, joilla pidetään kaikki tehtaan tuotantolinjat tuottamassa tuotteita laadukkaasti ja tehokkaasti. Käynnissä pidosta

puhuttaessa tarkoitetaan perinteisesti kunnossapitoa ja tuotantoa. Kuitenkin monet muut toiminnot voivat tukea tavoitetta (Laine 2010, 20).

Alapuolella esitetyt asiat kuvaavat hyvän käynnissä pidon tavoitteita. Hyvin toteutettu käynnissä pito johtaa korkeaan KNL-asteeseen. KNL-laskentamallia käsitellään luvussa käyttötehokkuus KNL. KNL-laskenta malli esitellään luvussa 3.12.

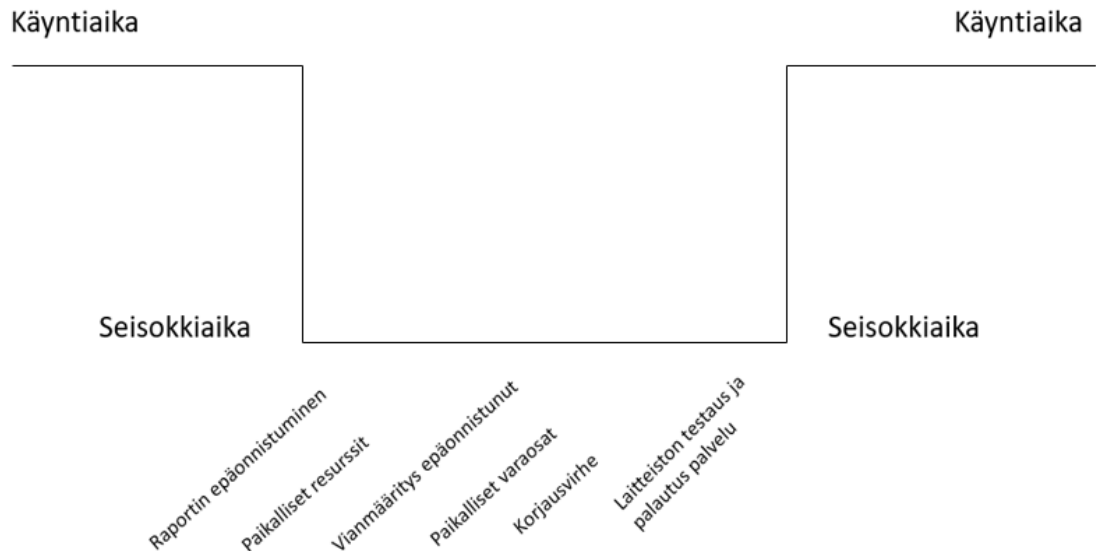
1. ”Ei odottamattomia seisokkeja eikä laitevikoja
2. Lyhyet, hyvin suunnitellut huoltoseisokit
3. Koneet toimivat jatkuvasti huipputeholla ja optimaalisella prosessitehokkuudella
4. Koneet tuottavat asiakkaan määrittelemää laatua
5. Kilpailukyiset kunnossapitokustannukset
6. Turvallinen työympäristö”

(Laine 2010, 20).

3.12 Käyttötehokkuus KNL ja kokonaistehokkuus OEE

3.12.1 Taustaa OEE- ja KNL-Laskentamalleille

Kaiken kaikkiaan olennaista on laitteistojen kokonaistehokkuus (OEE). Laitteistojen luotettavuus ja kunnossapidettävyyys pitää perustaa laitteistoihin. Kaikki tämä pitää ottaa huomioon suunnitellessa osia ja osajärjestelmiä, siten että koko järjestelmän suunnittelussa huomioidaan nämä asiat. Tämä on tärkeää siksi, että jos suunnittelemaan seisokkiaika lisääntyy, niin tuotanto vähenee. Kuvio 13 esittää käytettävyyden ja seisokki ajan yhteyden (Stamatis 2010, 25).



Kuvio 13. Käynti- ja seisokkiajan yhteys, (Suomennettu) (Stamatis 2010, 26).

Kuviossa 13 kuvataan, miten käyntiaikaan syntyy seisokkiaikaa prosessin häiriintyessä. Seisokkiaika rivillä on esitetty seisokin mahdollisia aiheuttajia. Järjestelmän tehokkuus esitetään useimmiten yhdellä tai useammalla kuvauksella, sen suhteen kuinka hyvin järjestelmä suorittaa sille määritellyn tehtävän. Tehokkuusluku voi vaihdella huomattavasti järjestelmän ja sen tehtävien vaatimuksien mukaan. Seuraava listaus esittää asioita, jotka pitää ottaa huomioon:

- Järjestelmän suorituskyky parametrit, esimerkiksi asiakkaan ja toimittajan määrittelemät.
- Saatavuus, tämä mittaa sitä, kuinka hyvin järjestelmä on toiminnallisessa ja luotettavassa tilassa. Ajankohta on tuntematon ja satunnainen. Tätä kutsutaan usein toimintavalmiudeksi. Saatavuus on toiminta-ajan funktio käyntiajalle (luotettavuus) ja seisokkiajalle (Huollettavuus ja / tai tukikelpoisuus).
- Luotettavuus, joka mittaa useamman kuin yhden pisteen tehtävän aikana. Mittauksessa otetaan huomiin edellytykset tehtävän alussa. Luotettavuus on myös toiminta-ajan funktio käyntiajalle (luotettavuus) ja seisokkiajalle (Huollettavuus ja / tai tukikelpoisuus).

(Stamatis 2010, 26).

Käytettävyys ja kunnossapidettävyys, englannin kielinen nimitys Reliability & Maintainability (R&M) on enemmän kurinalisuutta kuin työkalu, kuten yleisesti oletetaan (Stamatis 2010, 26).

Ymmärtääksesi käytettävyyden ja kunnossapidettävyyden (R&M), tulee ymmärtää käsitteet:

- Käytettävyys on todennäköisyys siitä, miten koneet ja laitteet voivat toimia jatkuvasti määritetyllä aikavälillä niille tarkoitetussa käyttöolosuhteissa.
- Kunnossapidettävyys, suunnittelua, asentamista ja toimintaa kuvaavat tekijät, jotka yleensä ilmaistaan todennäköisyydeksi, että kone voidaan säilyttää tai palautetaan tiettyyn käyttökelpoiseen tilaan tietyllä ajanjaksolla, kun huolto suoritetaan ennalta määrättyjen menettelytapojen mukaisesti

(Stamatis 2010, 26).

Luotettavuus ja kunnossapidettävyys (R&M) on tärkeä jokaiselle organisaatiolle. Organisaation pitää pystyä työskentelemään, jonka vuoksi on tärkeä pyrkiä toimimaan yhteistyössä valmistajien ja koneiden käyttäjien välillä (Stamatis 2010, 26).

Valmistajien ja koneiden käyttäjien on ymmärrettävä, mitä ja millaisia koneiden suorituskykytietoja tarvitaan koneiden toiminnan ja suunnittelun jatkuvassa kehittämisessä. Osapuolten on vaihdettava näitä tietoja säännöllisesti (Stamatis 2010, 26).

Luotettavuus ja kunnossapidettävyys (R&M) on käytössä useimmissa valmistus-, työkalu- ja laiteollisuudessa. Seuraava lista (Stamatis 2010, 26) esittää viisi tasoisen mallin, joihin liittyy luotettavuus ja kunnossapidettävyys:

1. Konsepti
2. Kehitys ja suunnittelu
3. Rakentaminen ja valmistus
4. Käyttö ja tuki
5. Dokumentointi, muunnokset ja siirrot

Luotettavuudesta ja kunnossapidettävyydestä keskustellessa uuden koneen hankintaan liittyen löytyy hyvin kattavasti teoriaa OEE-laskentamalliin liittyen. Teoria on

kirjoitettu kattavasti kirjassa The OEE Primer, Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability and Maintainability. Kirjan on kirjoittanut D.H. Stamatis. Tässä yhteydessä ei ole tarvetta käsitellä asiaa näin syvällisesti.

Aluksi esiteltiin luotettavuuden ja kunnossapidettävyyden yhteyttä OEE- laskennassa. Tämä kappale esittää hävikkiin ja tehokkuuteen liittyviä asioita. Koneiden tehokkuus on avaintekijä tuottavuuden ja tehokkuuden mittaamisessa.

OEE- mittaus on hierarkialtaan metrinen, joka keskittyy siihen, kuinka tehokkaasti valmistustoimintaa hyödynnetään. Tulokset on esitetty yleisessä muodossa, joka mahdollistaa eri yksiköiden, organisaatiokoneiden ja toimialojen valmistusyksiköiden vertailun (Stamatis 2010, 21).

OEE-laskenta esittää:

- Toimenpiteen, joka yksilöi koneiden ja laitteiden potentiaalin
- Tunnistaa ja jäljittää hävikin
- Tunnistaa mahdollisuudet

OEE-laskennan päätavoitteet ovat:

- Lisätä tuottavuutta
- Pienentää kustannuksia
- Lisätä tietoisuutta koneen tuottavuuden tarpeesta
- Lisätä laitteiden elinikää

OEE-laskennan tulokset edellisille tavoitteille ovat:

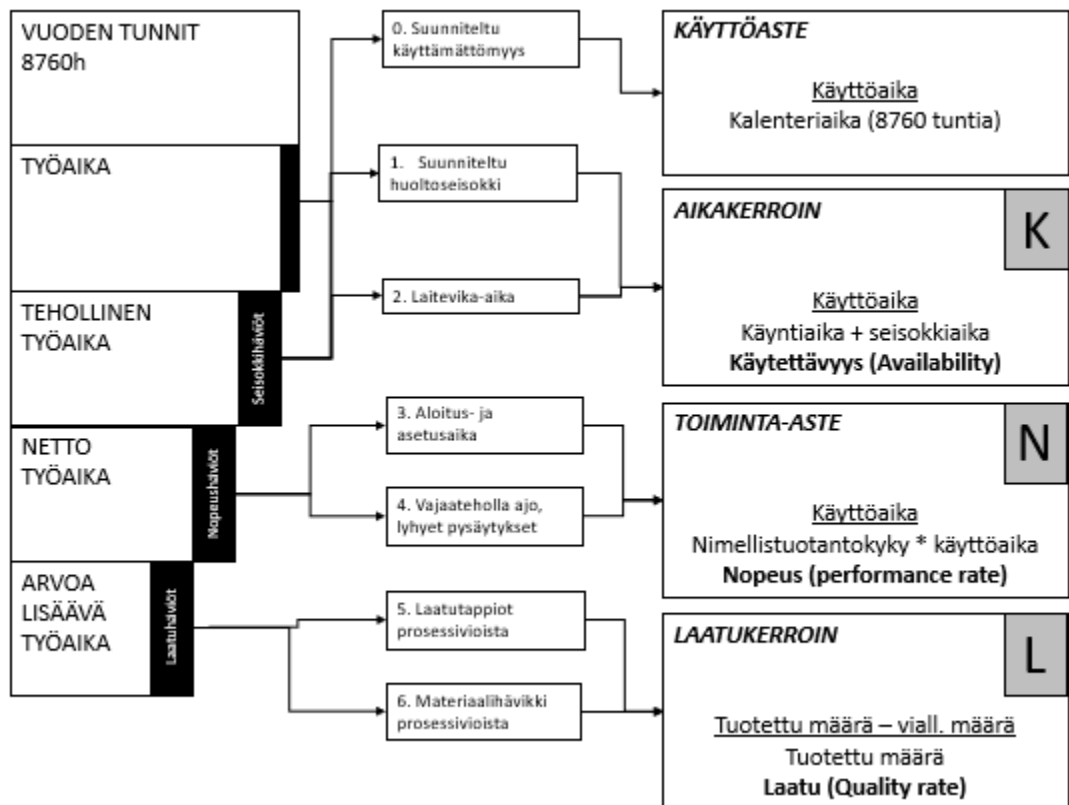
- Lisääntynyt voitto
- Saavuttaa ja ylläpitää kilpailukykyä
- Tunnistaa koneiden ja laitteiden omistajuuden
- Pienentyneet kustannukset

(Stamatis 2010, 21–22).

OEE-laskenta sisältyy usein avain prosessi-indikaattoreihin (KPI` s, key performance indicator) yrityksissä, joilla on käytössä Lean-oppeihin perustuva tuotanto. (Stamatis 2010, 21).

Käyttötehokkuuden mittaamiseen kehitetty KNL- laskentamalli on alun perin kehitetty Toyotalla. Englanninkielinen nimitys laskentamallille on OEE (Overall Equipment Efficiency tai Overall Equipment Effectiveness) (Laine 2010, 20).

KNL-laskenta on hyvinkin erilaisten prosessiteollisuuden tuotantolaitosten johtamisen työkalu; yleisesti tuotannossa pitää pyrkiä korkeaan tuottavuuteen. Tavoitteen saavuttamisessa KNL-laskenta on keskeinen tehokkuusmittari, joka lasketaan erikseen kaikille tuotantolinjoille ja koneille (Laine 2010, 240). Kuvio 14 kuvaa KNL-laskennan rakennetta ja vaikutussuhteita.



Kuvio 14. KNL-mittaus tuotantolaitoksessa, muokattu (Laine 2010, 240).

Kuvion 14 vasemmassa reunassa on esitetty työaikojen eri lajeja. Näihin työaikalajien palkkeihin on esitetty visuaalisesti hukkaa esittävä osuus mustalla pohjalla. Kuvassa keskellä on hukkaa aiheuttavat asiat. Oikeassa reunassa on laskennassa käytetyt kaavat, joista koostuu KNL-laskenta. Tämä kuvio esittää kokonaisuudessaan sen, mitä ovat eri asioiden vaikutussuhteet KNL-laskennassa.

Teorian mukaan KNL-laskenta on aina sovellettava kohteena olevaan prosessiin. Prosessit sisältävät ominaispiirteitä, jotka tulee huomioida laskenta mallin sovelluksessa. Tiedonkeruu- ja analysointimahdollisuudet asettavat joskus ehtoja laskentamallien sovelluksille (Laine 2010, 240).

Alapuolella olevat kohdat esittävät tilanteita, jolloin laskentamalli vaatii erityistä huomioita. Listaan on jätetty teoriaosuudesta ne kohdat, jotka vaikuttavat tässä yhteydessä:

- Jokainen tuote on läpäisykyvyltään erilainen tuotantoprosessissa
- Tuotantosarjat ovat hyvin lyhyitä ja tuotevaihtoja on paljon

(Laine 2010, 240).

Edellä mainituissa tilanteissa KNL- laskenta voidaan joutua laskemaan hieman epätar-koilla keskiarvoilla. Ei ole kuitenkaan tärkeää tietää absoluuttista KNL-arvoa. Tärkeää on seurata arvoja pidemmällä aikavälillä, jolloin nähdään tehokkuuden ja tuottavuuden kehitys pitkällä aikavälillä (Laine 2010, 240).

3.12.2 OEE-laskenta

OEE-laskennalla tunnistetaan, miten tehokkaasti laitteiden pääomaa hyödynnetään. OEE-laskentaa käytetään tunnistamaan rajoitteet ja miten rajoitteet vaikuttavat OEE laskenta tulokseen. Tehokkuutta mitataan kertomalla saatavuus ja suorituskyky hyötysuhteella tuotetun tuotteen laadun mukaan. Todelliset laskelmat ovat.

- Saatavuus, $((\text{saatavilla oloaika} - \text{seisokkiaika}) / (\text{netto, saatavilla oloaika})) \times 100$
On hyvä muistaa, että potentiaalinen saatavilla oloaika on 24 tuntia eli 1440min
- Suorituskyky, $((\text{Ideaali tahtiaika, kokonaistuotantomäärä}) / (\text{käyttöaika})) \times 100$
- Laatu, $((\text{kokonaistuotantomäärä} - \text{viallisten määrä}) / (\text{kokonaistuotantomäärä})) \times 100$

(Stamatis 2010, 22).

Maailman luokan OEE-laskennan arvo on 85% tai enemmän. Liitteessä 11 on esitetty pohja OEE-laskennalle, jonka pohjalta nähdään kuinka eri osa alueiden arvot vaikuttavat koko OEE-lukuun. Jos esim. Saatavuus (Availability) on 90 %, suorituskyky (Performance) on 95% ja laatu (Quality) on 99%, näiden avulla saavutetaan OEE-arvo 85%. (Stamatis 2010, 23).

TEEP-kokonaisvaltainen laitteiden suorituskyky (Total Effectiveness Equipment Performance) on laskentamalli, joka edustaa koko kalenteriaikaa joka on suunniteltu käytettäväksi (Stamatis 2010, 23). Edellisessä kappaleessa käsiteltiin OEE - laskentamallia, joka esittää laskennan suunnitellulle käyttäjälle (Stamatis 2010, 24). TEEP - laskentamallin avulla nähdään, kuinka paljon kalenteriajan käytössä on vielä potentiaalia käytettävissä. TEEP-mittaa kalenteriaikaa eli 24 tuntia vuorokaudessa ja 365 päivää vuodessa.

Laskentamalli on:

- $TEEP = \text{Kuormitus (Loading)} \times OEE$
 Esimerkki. $OEE = 76,67\%$, $\text{Kuormitus } 71,4\%$
 $TEEP = 71,4\% \times 76,7\% = 54,8\%$

(Stamatis 2010, 25).

Kuormitusosuus esittää sitä prosenttiosuutta, jonka aikana toiminnon on tarkoitus toimia verrattuna käytettävissä olevaan kokonaiseen kalenteriaikaan. Kuormitusmittari perustuu aikataulun tehokkuuden mittaukseen. Laskentamalli on:

- $\text{Kuormitus (Loading)} =$
 $\text{Suunniteltu aika (Scheduled time)} / \text{Kalenteri aika (Calendar time)}$
 Esimerkki. $\text{Kuormitus} = ((5\text{päivää} \times 24 \text{ tuntia}) / (7\text{päivää} \times 24\text{tuntia})) \times 100 = 71,4\%$

(Stamatis 2010, 24).

Tuotantotehokkuuteen vaikuttaa useat asiat. Tuotantotehokkuuden kehittyminen positiiviseen suuntaan tarkoittaa sitä, että samalla työvoimalla, samoilla koneilla ja samalla työaikamuodolla saadaan tuotettua hyvälaatuisia tuotteita isompia määriä (Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissä pidolla (Laine 2010, 241).

Tuotantotehokkuuden taloudelliset vaikutukset riippuvat siitä, pystytäänkö kasvanut kapasiteetti myymään asiakkaille; Jos kapasiteettia ei pystytä myymään, vaikutukset

kohdistuvat ainoastaan palkkakustannuksiin työvuoroja ja ylitöitä vähentämällä. Vaikutukset jäävät pienemmiksi, mutta ovat kuitenkin merkittäviä (Laine 2010, 241).

Vastaavasti, jos kasvanut kapasiteetti on myyty; tuotantotehokkuuden parantamisella pystytään nostamaan kapasiteettia ilman lisäinvestointeja. Tässä tilanteessa tuotantokustannukset per tuotettu yksikkö laskevat (Laine 2010, 241).

Karkea nyrkkisääntö on, että KNL: n parantuessa 3-7 prosenttiyksikköä jokaisessa tuotannon osaprosesseissa kaksinkertaistaa tehtaan tuloksen (voitto ennen veroja ja tilinpäätösjärjestelyjä) (Laine 2010, 241).

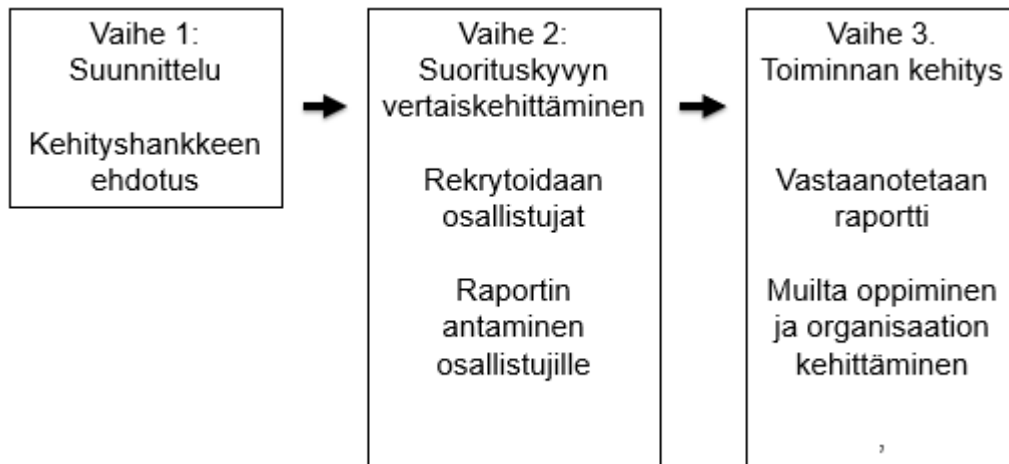
Tuotantoprosessien tuotantomäärää voidaan nostaa ilman merkittäviä investointeja 10-50 prosenttia. Tuotantomäärien nostaminen tapahtuu kunnossa- ja käynnissä pitoa tehostamalla. Investointi-intensiivisissä järjestelmissä tämä tarkoittaa käytännössä; tehtaan taloudellisen tulos paranemista, mahdollisuus menestyä tiukkenevassa hintakilpailussa sekä kilpailukyky paranee merkittävästi (Laine 2010, 241).

3.13 Benchmarking

Benchmarking eli vertailuanalyysi tai vertaiskehittäminen on arviointia, jossa organisaatiot (tai sen osat) vertaavat toimintaansa ja prosessejaan toisen organisaation kanssa (Benchmarking. N. d.)

Vertaiskehittämisen yhden kokonaisvaltaisen määritelmän esittäminen ei ole helppoa. Vertaiskehittämistä sovelletaan yleisesti monenlaisiin toimintoihin, joiden avulla organisaatiot pystyvät vertailemaan suoritustasoaan. Näiden vertailujen avulla organisaatiot muokkaavat ja hyväksyvät käytäntöjä joiden mukaan suorituskyvyn pitäisi parantua (Stapenhurst 2009, 3).

Tyypillisesti vertaiskehittämisprojekti sisältää kolme vaihetta. Kuviossa 15 on esitetty nämä vaiheet.



Kuvio 15. Vertaiskehittämisen kolme vaihetta, Muokattu (Stapenhurst 2009, 3).

Kuviossa 15 eri tasoilla tapahtuvat toimenpiteet:

1. Suunnittelu; koostuu kaikesta sisäisestä valmistelusta hankkeen alkuvaiheesta siihen pisteeseen saakka, jolloin organisaatio kutsutaan liittymään tutkimukseen.
2. Vertaiskehittämistutkimus; alkaa rekrytoimalla osallistujia tutkimukseen, joka jatkuu hiomalla hankesuunnitelmaa osallistujien kanssa, keräämällä ja analysoimalla tietoja. Tämä vaihe päättyy usein raportin luovuttamiseen.
3. Kehitys; jokaisen osallistujan vastuulla on käyttää raportissa esitettyjä tietoja. Tiedon avulla he voivat kehittää parannuksia. Nämä kehitystoimet poikkeavat suorituskyvyn vertailutoiminnoista ja ne katetaan vaiheittain.

(Stapenhurst 2009, 3).

One-To-One Benchmarking tarkoittaa suomeksi yksi yhteen vertaiskehittämisen mallia. Yksi yhteen vertaiskehittämisen malli on alkuperäinen Xeroxin 1970 ja 1980 luvuilla kehittämä esikuva-analyysimenetelmä. Alapuolella on kuvattu tämän mallin eteneminen tasoittain.

1. Selvitä, mikä organisaatio soveltuu parhaiten esikuvaksi oman organisaation kehittämiseksi.
2. Käy tutustumassa organisaatioon, jotta saataisiin selville heidän suoritustaso ja opittaisiin, miten he ovat saavuttavat tämän suorituskyvyn.
3. Tutkitaan käytäntöjä, mukautetaan niitä tarvittaessa ja kehitetään niitä mahdollisuuksien mukaan.
4. Lopuksi hyväksy uudet käytännöt oman organisaation tavoiksi.

(Stapenhurst 2009, 27).

4 Tutkimustulokset, johtopäätökset ja jatkokehitys

4.1 Johdanto työn tuloksiin

Tässä tutkimuksessa etsittiin vastauksia siihen, mitä ja millaisia asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödykeinvestointia, siten että tuotantohyödyke palvelisi käyttäjäkuntaansa elinjakson ajan mahdollisimman tehokkaasti ja kokonaistaloudellisesti? Kohderyhmänä tuotantohyödykkeelle olivat laitteiden omistajat, käyttäjät, laitteiden kunnossapito henkilöstö ja laitteistoa kehittävä henkilöstö.

Tutkimuksen alakysymykset kuvaavat asiakokonaisuuksia, joiden avulla etsittiin vastauksia pääkysymykseen. Alakysymykset olivat:

1. Mitä asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödyke investointia?
2. Mitä asioita pitää huomioida käyttöhyödykkeen elinjakson aikana?
3. Miten suoritetaan käyttöhyödykeinvestoinnin käyttöönotto, siten että se palvelee tehokkaasti käyttäjäkuntaansa?

Tähän lukuun on koottu tämän tutkimuksen tulokset, johtopäätökset ja jatkokehitystoimenpiteet. Tämän tutkimuksen tulokset koostuvat seuraavista aihealueista:

- Kysely yrityksen investointeihin ja elinjakson hallintaan liittyen
- Havainnot verrokkiprojekteista 2012-2018
- Traktorin testausaseman elinjakson kuvaus
- Vaatimusten hallinta traktorin testausaseman investoinnissa
- RAMS-prosessi
- Käyttöhenkilöstön koulutus
- KNL-käyttötehokkuus investoinnin käyttöönotossa

Tutkimustulokset ja johtopäätökset sekä jatkokehitys ehdotukset esitetään jokaisessa aihe alueessa erikseen. Tämä työ sisältää useita aihe alueita, jonka vuoksi on järkevä esittää asiat samassa kappaleessa.

4.1.1 Kysymykset ja kyselyn tulokset sekä analysointi

Tutkimuksen pohjaksi toteutettiin kysely yrityksessä. Kyselyn avulla selvitettiin, miten yrityksessä on valmisteltu investointeja ja elinkaaren aikaisia asioita. Käytännössä toimintatapoja selvitettiin seitsemän kysymystä sisältävän kyselyn avulla, tätä kyselyä täydennettiin puhelinkeskusteluilla sekä keskustelemalla kasvotusten kyselyn jälkeen. Kyselykaavake on liitteenä (liite 1). Vastaajat suhtautuivat kyselyyn asiallisesti.

Kyselyn tuloksia täydennettiin henkilökohtaisilla keskusteluilla. Keskustelujen avulla varmistettiin kysymysten tarkoitusta sekä varmistettiin vastauksen tarkoitus.

Kyselyn kohteeksi valikoitiin henkilöstöä, joiden työtehtäviin sisältyy tai on sisältynyt investointien valmistelu ja suorittaminen. Kyselyyn osallistuneet henkilöt työskentelivät investointeja suorittavassa organisaatiossa sekä kunnossapitotehtäviä suorittavassa organisaatiossa. Haastattelun tekohetkellä kartoitettiin yksitoista henkilöä, jotka ovat välittömästi tai välillisesti mukana investointien valmistelussa ja suorittamisessa tai mukana työryhmissä. Kysely suoritettiin viikkojen 4-5 aikana tammi-kuussa 2018. Vastausaikaa jatkettiin yhden kerran sähköpostimuistutuksen avulla. Tällä toimenpiteellä saatiin kolme vastausta lisää.

Vastaukset saatiin kokonaisuudessaan kahdeksalta henkilöltä. Kyselyn osallistumisprosentti oli näin ollen seitsemänkymmentäkaksi prosenttia. Tämän voidaan todeta olevan tavanomainen osallistumisprosentti 9.2.2018 oppitunnilla käytyjen keskustelujen pohjalta (Lehtola 2018).

Kysely lomake sisälsi seitsemän kysymystä. Kaikki kysymykset esitettiin siten, että niihin vastattiin sanallisesti. Kysymyksistä neljä oli kuitenkin sellaisia, joiden vastauksesta pystyttiin johtamaan vastaukset muotoon; kyllä, kyllä (Joskus), ei, ei vastausta (Tyhjä). Näiden kysymyksien vastaukset esitetään kaavio muodossa. Koko aineisto literoitiin taulukkomuotoon, jonka pohjalta pystyttiin arvioimaan ja vertaamaan vastauksissa esitettyjä toimintatapoja.

Tässä kappaleessa käydään kysymykset ja niiden analysointi läpi yksitellen kysymys kerrallaan. Ensin on esitetty kysymys, jonka jälkeen on analysointi vastauksista. Lisäksi analysoinnin jälkeen esitetään kaavio, niissä kysymyksissä joiden kohdalla asia voidaan esittää kaaviomuodossa.

1. Kun teet isomman hankinnan (Esim. tuotantolaitte, arvo 10Ke), millä tavalla huomioit vaatimusten keräämisen ja hallinnan?
Huom. Sidosryhmiä voi olla useilta osastoilta: tuotanto, kunnossapito, IT-osasto, tuotekehitys, tavaran toimittajat, laatu, jälkimarkkinointi ja huolto.

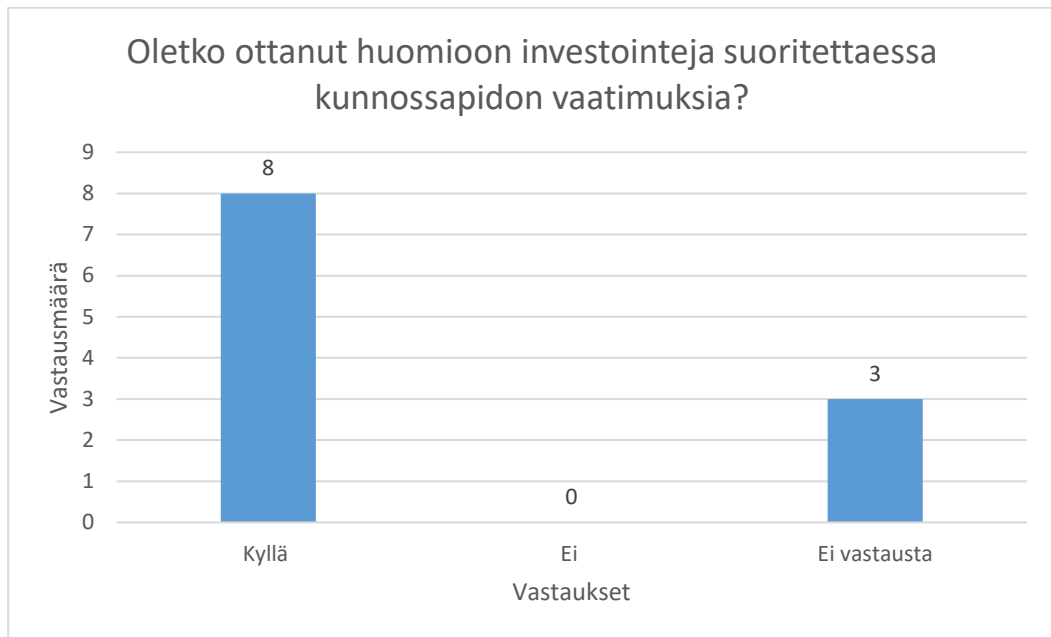
Johtopäätökset: Vastauksen perusteella voidaan todeta, että vaatimuksia käydään läpi yleisesti hyvin ennen hankintaa. Vastauksien mukaan kysymyksessä esitettyjen sidosryhmien kanssa on käyty keskusteluja hankintoja tehdessä yli osasto rajojen.

Vastauksista ei kuitenkaan voi tunnistaa yhteistä toimintatapaa vaatimusten keräykseen ja hallintaan tai sitä, että käytettäisiin standardi tapaa. Vaatimuksia kerätään tyypillisesti itse luotuihin dokumentteihin. Yksittäisestä vastauksesta ilmenee, että sidosryhmien huomioiminen voi viivästyä syystä tai toisesta. Vaatimuksien yli määrittelyn (yli speksaus) ja liiallisten reunaehtojen riski ilmenee myös vastauksista, tämä nostaa tyypillisesti kustannuksia tarpeettomasti.

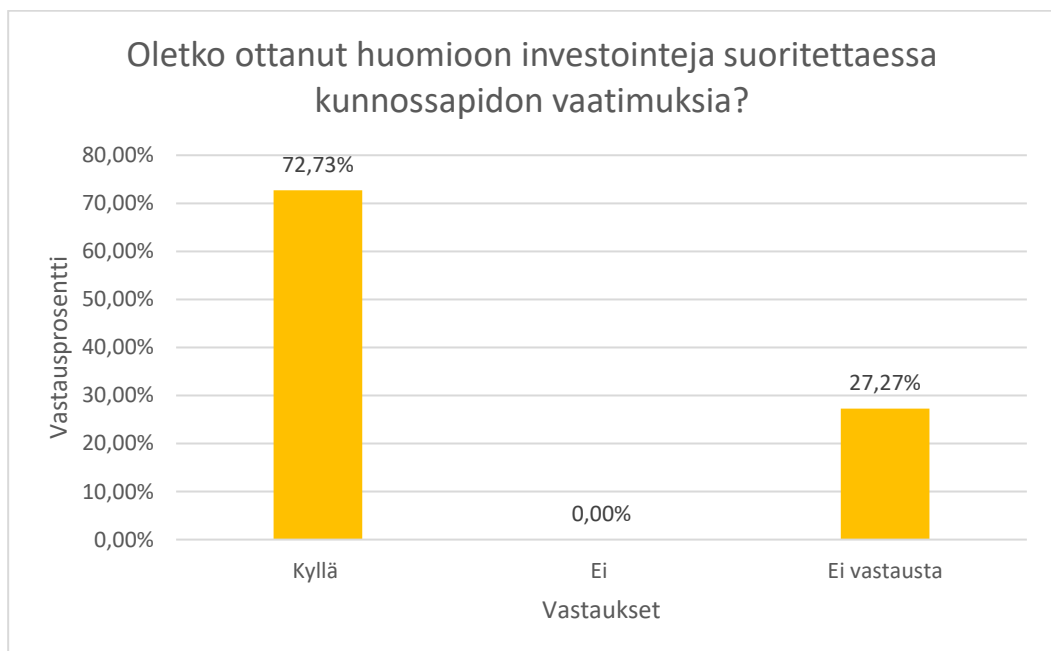
2. Oletko ottanut huomioon investointeja suoritettaessa kunnossapidon vaatimuksia?

Kysymyksen avulla selvitettiin, kuinka investointien toteuttajat ovat huomioineet kunnossapidonvaatimuksia. Tässä yhteydessä tarkoitetaan hyvin yleistä tasoa, eli ei ollut tarkoitus mennä asiaan niin syvällisesti, kuin esim. teoriassa esitettiin kunnossapidettävyyden rakentamisesta laitteistoon. Kysymyksen vastaukset kertoivat myös sen, että kysymys oli ymmärretty tällä tavalla.

Johtopäätökset: Vastauksista pystyin toteamaan kaikkien ottaneen, jollain tavalla huomioon kunnossapidon vaatimuksia. Kunnossapidon vaatimuksia on otettu huomioon etukäteen investoinnin suunnitteluvaiheessa useiden vastausten perusteella. Yrityksessä on käytössä tuotantolaitteiden siirto ME:ltä kunnossapidolle (ME, Manufacturing Engineer - osasto, tuotannon kehitysinsinööreistä koostuva osasto). Kaavaketta on käytetty tässä yhteydessä vastauksista 25 %: ssa. Kaavake on liitteenä (liite 2). Kuviossa 16 ja 17 on esitetty vastauksien jakautuminen kaavio muodossa. Määrällinen kaaviokuva kuvaa vastausten jakautumista määrällisesti. Prosentuaalinen jakauma esittää vastausten jakautumista prosenttiosuuden mukaan kokonaismäärästä.



Kuvio 16. Kunnossapitovaatimusten huomioiminen yleisesti investointiprojekteissa (määrällinen jakauma).



Kuvio 17. Kunnossapitovaatimusten huomioiminen yleisesti investointiprojekteissa (prosentuaalinen jakauma).

3. Jos olet, millaisia asioita ja millä tavalla?

Johtopäätökset: Kysymyksellä selvitettiin tarkemmin, millaisia kunnossapidon vaatimuksia on huomioitu investointiprojekteissa. Yrityksessä on käytössä tuotantolaitteiden siirto ME:ltä kunnossapidolle kaavake (ME, Manufacturing Engineer - osasto, tuotannon kehitysinsinööreistä koostuva osasto). Kaavake on liitteenä (liite 2). Kaavaketta on käytetty tässä yhteydessä vastauksista 25 %: ssa. Kaavake standardisoi hyvin toimintatapoja. Lisäksi vastauksista ilmeni kunnossapitovaatimuksille tyypillisiä asioita, kuten; huollettavuus, vikaherkkyys, dokumentit, käytettävät komponentit, työpiirustukset, teknisen tuen saatavuus, käyttö- ja huoltokoulutus, huolto-ohjeet, varaosien saatavuus sekä takuu asiat.

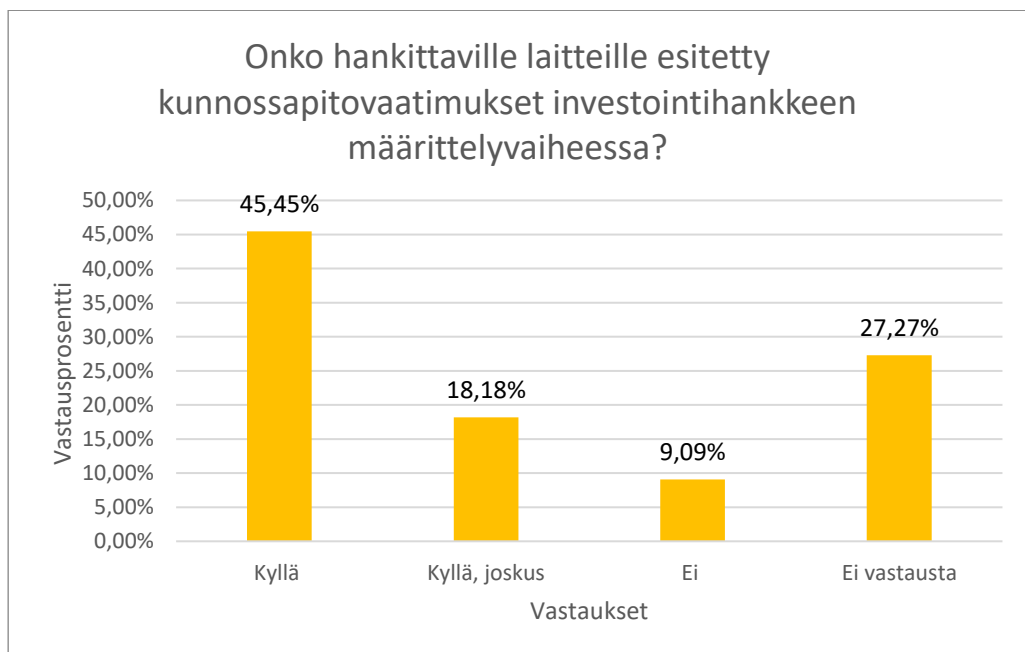
4. Onko hankittaville laitteille esitetty kunnossapitovaatimukset investointihankkeen määrittelyvaiheessa?

Kysymyksen avulla selvitettiin, miten varsinaiset kunnossapitovaatimukset on huomioitu investointihankkeen määrittelyvaiheessa. Tässä yhteydessä tarkoitetaan tarkempaa tasoa, kuin kysymyksessä kaksi.

Johtopäätökset: Kaaviosta voidaan todeta, että kun ajatellaan investointihankkeessa hankittavan laitteiston määrittelyvaihetta. Kunnossapidon vaatimuksia ei ole otettu niin täysivaltaisesti huomioon vielä tässä vaiheessa. Määrittelyvaiheella tarkoitetaan sitä hetkeä, kun projektissa hankittavan laitteiston määrittely alkaa. Teoria osuudessa käsiteltyjen asioiden mukaan olisi nimenomaan tärkeä rakentaa kunnossapidettävyyttä laitteistoihin ”sisälle”. Vastauksien sisällöstä voidaan arvioida, että investointihankkeen tyyppi voi vaikuttaa tapaan toteuttaa asioita. Pienissä tai yksinkertaisissa hankkeissa sitä ei välttämättä ole otettu niin täysivaltaisesti asioita huomioon. Kaaviossa 18 ja 19 on esitetty vastauksien jakautuminen kaavio muodossa. Määrällinen kaaviokuva kuvaa vastausten jakautumista määrällisesti. Prosentuaalinen jakauma esittää vastausten jakautumista prosenttiosuuden mukaan kokonaismäärästä.



Kuvio 18. Hankittavien laitteiden kunnossapitovaatimusten esitys hankintavaiheessa (määrällinen jakauma).



Kuvio 19. Hankittavien laitteiden kunnossapitovaatimusten esitys prosenttijaumana hankintavaiheessa (prosentuaalinen jakauma).

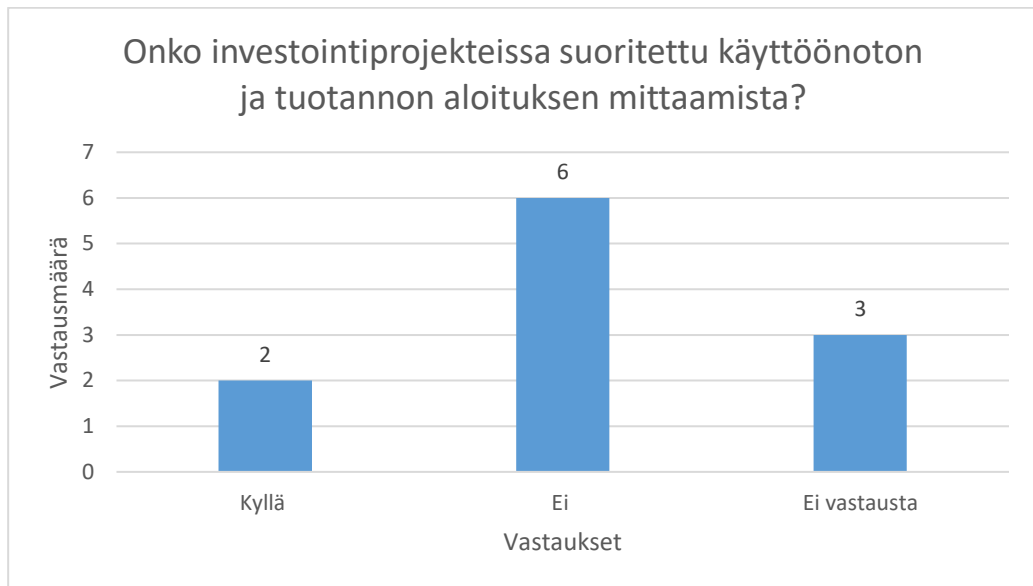
5. Onko investointiprojekteissa suoritettu käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mitaamista?

Kysymyksen avulla selvitettiin, miten investointiprojekteissa on suoritettu käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittausta. Kysymyksellä tarkoitettiin hetkeä, kun investointiprojektissa hankittu laite on otettu tuotantokäyttöön yrityksessä. Kysymys tarkoitti tarkemmin tilannetta, kun laitteistolla aloitetaan valmistus tuotannossa ja sitä, kuinka on tämän hetken tuotannon; saantoa, tuotettua laatua sekä laitteiston käytettävyyttä on mitattu. Kysymyksen luonne salli tulkinnan vararaisuuden. Kysymyksen taustaa olisi pitänyt avata tarkemmin kyselylomakkeessa. Muutaman vastaajan kanssa keskusteltiin puhelimitse ja kasvotusten tarkentaen kysymyksen sisältöä. Vastauksia tutkittaessa voidaan kuitenkin todeta, että se oli ymmärretty pääosin, sillä tavoin, kuin oli tarkoitettu.

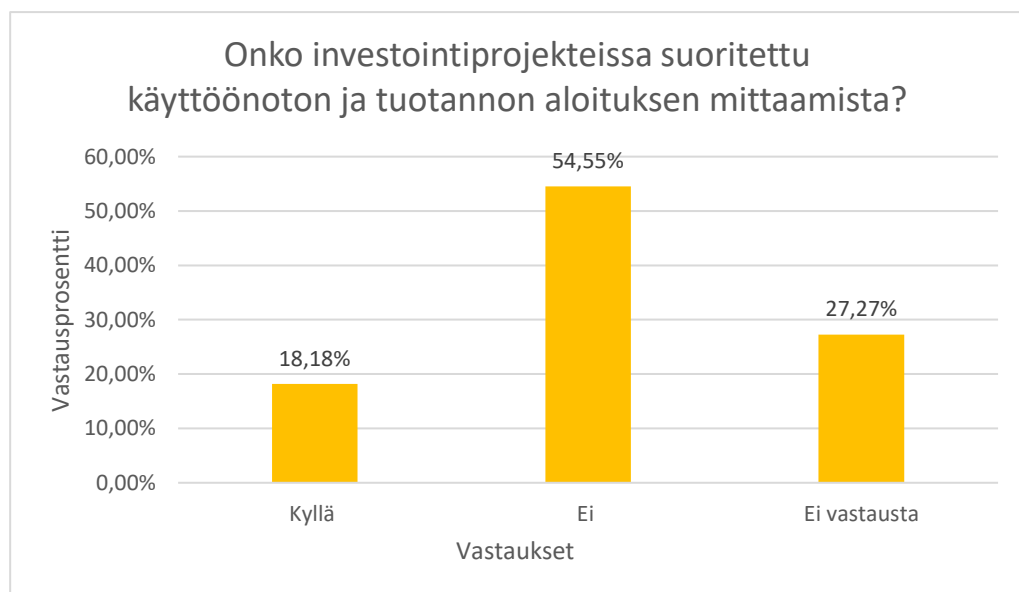
Käytännössä vastausten perusteella voidaan todeta, että isommissa laitehankinnoissa on suoritettu käyttöönoton mittausta ja pienemmissä se on harvinaista. Puheilin keskustelussa 1.2.2018 toisen kyllä vastauksen antaneen henkilön kanssa todettiin, että mittausta on suoritettu taloudellisesti merkittävässä projekteissa.

Kahdessa vastauksessa oli viitattu tekniikan testaukseen käyttöönoton yhteydessä. Nämä vastaukset tulkittiin ei vastaukseksi tässä yhteydessä, kun puhutaan mittauksesta laadullisesti ja toteutuneeseen tuotannon määrään liittyen. Ajatellessa testausta teknisenä toimenpiteenä, sillä varmistetaan että laite toimii lähtökohtaisesti niin kuin on suunniteltu. Poikkeuksetta tuotantolaitteille suoritetaan tämän kaltainen testaus ennen käyttöä tai välittömästi tuotannon aloituksen alussa. Alapuolella esitetty vastauksien jakautuminen kaavio muodossa.

Kaaviossa 20 ja 21 on esitetty vastauksien jakautuminen kaavio muodossa. Määrällinen kaaviokuva kuvaa vastausten jakautumista määrällisesti. Prosentuaalinen jakauma esittää vastausten jakautumista prosenttiosuuden mukaan kokonaismäärästä.



Kuvio 20. Käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittaaminen (määrällinen jakauma).



Kuvio 21. Käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittaaminen (prosentuaalinen jakauma).

6. Jos on, onko toimittaja antanut ehdotuksen vai onko se tehty yhteistyössä?

Edellisen kysymyksen avulla selvitettiin, miten investointiprojekteissa on suoritettu käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittausta. Tämä kysymys täydentää edellistä

kysymystä sen osalta, onko mittaustavan ehdotuksen tehnyt laitetoimittaja vai tilaaja.

Johtopäätökset: Edelliseen kysymykseen oli kaksi kyllä vastausta ja tässä voidaan käsitellä vastaavien kysymyksiä vastauksia. Molemmissa vastauksissa tilaajan on pitänyt olla aloitteellinen ehdotuksen antamisessa. Kuitenkin loppujen lopuksi ratkaisu on tehty yhteistyössä.

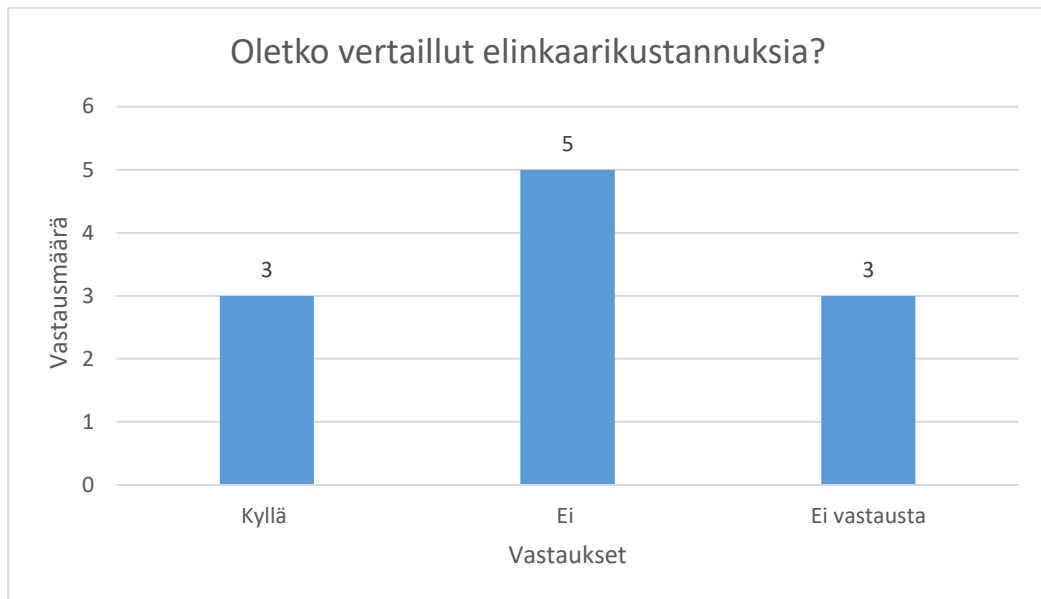
7. Oletko vertaillut elinkaarikustannuksia?

Esim. Erilaisten tuotantolaitte vaihtoehtojen välillä.

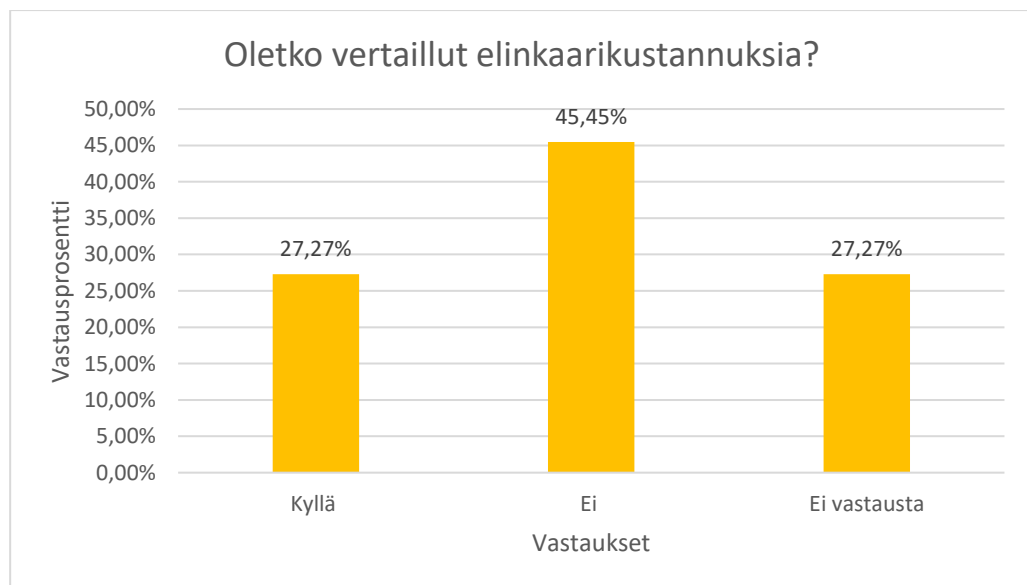
Kysymyksen avulla selvitettiin yleisellä tasolla, onko investointiprojekteissa vertailtu elinkaarikustannuksia. Vastauksien perusteella voidaan todeta, että se on ymmärretty samalla tavalla kuin on ollut tarkoitus.

Johtopäätökset: Voidaan kuitenkin todeta tulosten perusteella, ettei elinkaarikustannusten vertailu ole kovin yleistä. Keskustelujen pohjalta asiaan vaikuttaa todennäköisesti se, että pienemmissä hankinnoissa merkitys voi olla melko pieni tai ainakin tuntuu pieneltä. Tämä on myös sen tyyppinen asia kokonaisuus, että se vaatii melko syvällisen keskittymisen asiaan, jotta voidaan tunnistaa ja erotella elinkaarikustannukset. Pitää tehdä myös paljon muuta tausta työtä ennen kuin kustannukset voidaan tunnistaa.

Kyllä vastausten perusteella voidaan todeta, että elinkaarikustannusten laajuus ja investoinnin taloudelliset seuraukset pidemmällä aikavälillä on ymmärretty hyvin ja se on tuotu esille vastauksessa. Esimerkiksi on huomioitu mahdollisia tulevia muutoksia ja niiden kustannuksia. Kyllä vastausten analysoinnissa on taustalla myös havaintoja muiden projektien yhteydessä käydyistä keskusteluista. Kaaviossa 22 ja 23 on esitetty vastauksien jakautuminen kaavio muodossa. Määrällinen kaaviokuva kuvaa vastausten jakautumista määrällisesti. Prosentuaalinen jakauma esittää vastausten jakautumista prosenttiosuuden mukaan kokonaismäärästä.



Kuvio 22. Elinkaarikustannuksien vertailu (määrällinen jakauma).



Kuvio 23. Elinkaarikustannuksien vertailu (prosentuaalinen jakauma).

4.1.2 Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet

Kyselyn analysoinnin pohjalta voisi toteuttaa seuraavia jatkokehityskohteita. Vaatimustenkeräyksen standardisointi toimeksiantajan toimintatapoihin ja laatujärjestelmään. Ennen vaatimusten keräystä tehtävä kuvaus elinjaksosta, joka sisältää elinjakson vaiheiden kuvauksen, vastuut, kustannuslajit sekä auditointi vaiheiden määrittely.

Projektin eteenpäin meneminen vaatisi auditoinnin elinjakson auditointipisteessä, jossa taloudellisessa vastuussa oleva henkilö tai vastaavasti valtuutuksen saanut henkilö hyväksyy projektin etenemisen. Esimerkiksi kaikilta sidosryhmiltä tulee olla esitetty vaatimukset ja nämä on pitänyt katselmoida. Muuten investointia ei siirretä hankintavaiheeseen.

Ennen vaatimusten keräystä olisi hyvä tehdä järjestelmäkaavio, joka sisältää hierarkia tason ja asia tason. Näiden avulla voidaan kuvata järjestelmää kaaviomuodossa, havainnot ja vaatimukset on helpompi kohdistaa tämän avulla oikeaan paikkaan.

Vaatimusten ja reunaehtojen keräyksen voisi aloittaa Excel-pohjaisella taulukolla. Pitkemmällä aikavälillä olisi järkevä selvittää sovelluksen hankintaa. Testausaseman vaatimustenkeräykseen tehtyä pohjaa voisi hyödyntää.

Kunnossapidon vaatimuksien huomioiminen investointiprojekteissa; Kunnossapidolla on käytössä kaavake, jonka avulla voidaan esittää tilaajalle ja toimittajalle mitä asioita halutaan huomioitavaksi kunnossapidon kannalta.

Tätä kaavaketta käytti investoinnin suunnitteluvaiheessa 25 % kyselyyn vastanneista. Standardisoimalla kaavakkeen käyttö koskemaan kaikkia investointiprojekteja ja niitä suorittavia henkilöitä, voidaan saavuttaa helposti huomattavasti parempi taso kunnossapidon yleisten asioiden toteutumisen osalta.

Investoinnin käyttöönoton mittaus; Investoinnin käyttöönoton mittausta oli suoritettu isommissa tuotantohyödyke investointiprojekteissa. Näin olisi myös järkevä jatkaa myös jatkossa, koska pienempien laitteiden osalta ovat tekniset asiat merkityksellisessä roolissa. Kun teknisten asioiden toiminta on varmistettu, on todennäköi-

sesti päästy käytettävyydessä ja laadukkuudessa pitkälle. Käytettävyys ja työhön käytetty aika pystytään pienemmillä ja yksittäisillä laitteilla arvioimaan ja tarvittaessa demonstroimaan.

Isommissa investointiprojekteissa voisi käyttää KNL-mallia, siten että käyttöönotonmittauksen toimintatavat sovittaisiin tilaajan ja toimittajan kanssa. Seuranta olisi tärkeä aloittaa välittömästi koneen käyttöönoton jälkeen, jolloin kehitykseen käytetyt toimenpiteet voidaan mitata ja arvioida. KNL-mittaus pitäisi isommissa laitehankinnoissa sitoa osaksi tilaus - toimitus prosessia. Koneella tai hankitulla laitteella tulisi pystyä tuottamaan sovittua laatua, sovitulla nopeudella sekä sen tulisi toimia suunnitellun häiriö taajuuden puitteissa. Nyt käsitelty traktorin testausaseman projekti voisi toimia tässä asiassa pilottiprojektina.

Elinkaarikustannusten vertailu; Elinkaarikustannuksien vertailu on haasteellista, vertailu on todennäköisesti helpompaa esimerkiksi; hankittaessa trukkeja, autoja tai vastaavia standardi ratkaisuihin perustuvia laitteita. Lähinnä laitteet, joissa voidaan ennakoon arvioida laitteiston elinkaareen liittyviä asioita tarkasti. Mutta esimerkiksi tämän työn aiheena oleva traktorin testausaseman elinkaarikustannuksien arvioiminen on haasteellinen tehtävä. Koska teknologiset ratkaisut ovat erilaisia ja sinänsä uniikkeja ainakin joiltakin osilta. Jos projekteihin sisältyy esisuunnitteluvaihe, voidaan kustannuksia arvioida helpommin, kun tiedetään osittain millainen sisältö tulee olemaan.

Kuitenkin jos ajatellaan elinkaarikustannuksia ja niiden arviointia. Ei ole haitaksi kerätä kaikkea saatavilla olevaa tietoa elinkaaren aikaisista kustannuksista. Jo sinänsä se, että miettii mitä kustannuslajeja elinkaaren aikana esiintyy, avaa investointeja valmisteleville tahoille näkemyksen siitä, miltä kokonaisuus tulee näyttämään.

Pitäisin tärkeänä miettiä yleisellä tasolla aina investointiehdotusta tehdessä, minkä suuruisiksi elinkaarikustannukset eri vaihtoehtojen välillä asemoituvat ja mitkä ovat suurimmat muuttujat. Kuten yhdessä kyselyn vastauksessa kerrottiin, että merkittävimmistä kustannuksista on viety tieto investointiehdotuksiin.

Vastaavasti standardi ratkaisuihin perustuvissa investoinneissa voisi hyödyntää esimerkiksi Motivan mallin mukaista elinkaarikustannusten arviointia. Vertailu tällaisen mallin pohjalta on kohtuullisen nopea tehdä. Valmiin pohjan avulla pystyy keskittymään paremmin itse kustannuksien keruuseen.

4.2 Havainnot verrokkiprojekteista vuosilta 2012–2018

4.2.1 Vaatimukset ja reunaehdot

Tähän kappaleeseen on koottu tietoja muutamista projekteista, joihin olen havainnut olevan asia yhteyksiä.

Keväällä 2012 suoritettussa investointiprojektissa kartoitettiin puoliautomaattista tuotantohyödykettä kokoonpanotuotantoon. Investointi mielessä tämän laitteen kustannus nousi liian suureksi, jonka vuoksi valittiin vaihtoehtoinen manuaalinen ratkaisu.

Erilaisten tuotantohyödykkeiden vertailua tehtiin pääpiirteittäin. Valinta vaiheessa huomiota kiinnitettiin laitteiden turvallisuusnäkökohtiin, jolloin havaittiin puoliautomaattisen laitteiston tarvitsevan turvallisuuslaitteiden lisäyksiä, joiden investointikustannuksen kasvun suuruusluokka oli 2/3 kokonaiskustannuksesta. Takaisinmaksuaika kasvoi liian pitkäksi, eikä investointia voitu tehdä tällä ratkaisulla.

Tämä kertoo omakohtaisena esimerkkinä sen; että vaatimuksia ja reunaehtoja on hyvä kerätä ennen projektin aloitusta, jolloin vaikuttavat asiat nousevat esille riittävän ajoissa. Asioiden tullessa esille riittävän ajoissa, voidaan niitä suunnitella eri eritavoilla toteutettavaksi, näin ollen ei välttämättä tarvitse hylätä koko ratkaisua.

Syksyllä 2016 toteutettiin investointiprojekti, jossa hankittiin tuotantohyödyke kokoonpanotuotantoon. Tämän hyödykkeen hankinta aloitettiin kartoittamalla vaatimukset ja määriteltiin reunaehdot hyvin tarkasti. Projektin edetessä havaittiin, että vaatimukset ja reunaehdot olivat yli määriteltynä. Yli määrittely johti tarjouksien euro määräiseen kasvuun ja mahdollisten toimittajien määrä pieneni myös samassa suhteessa. Käytännön tasolla tällaisessa tapauksessa vaatimukset ja reunaehdot pitää

tarkastella uudelleen sekä etsiä tavanomaisempia standardiratkaisuja, jotka ovat kustannustehokkaampia. Henkilökohtaisesti tällaisissa tilanteissa on mieltynyt tietynlaisiin teknisiin ratkaisuihin ja voi olla vaikea nähdä muita ratkaisuja.

Tämän kaltaisissa tilanteissa syntyy helposti liian tarkkoja reunaehdoja ja vaatimuksia, jotka ajavat projektin tämän kaltaiseen tilanteeseen.

Keväällä 2018 suoritettussa tuoteprojekteissa kerättiin havaintoja tuotteiden valmistavuudesta tuotannosta. Näitä huomioita on kerätty tyypillisesti Excel-taulukoilla, mutta nykyisellään ollaan siirtymässä erillisen ohjelmiston käyttöön. Tämän tiedonkeruun voi yhdistää päätasoiltaan vaatimustenhallintaan.

4.2.2 Johtopäätökset vaatimuksista ja reunaehdoista

Yleensä ottaen olisi tärkeää pyrkiä tekemään vaatimukset ja reunaehdot, siten että niiden avulla voidaan suunnitella erilaisia teknologisia ratkaisuja. Tämä antaa toimittajille myös vapauden esittää erilaisia ratkaisuja, joilla saadaan sama lopputulos aikaiseksi tuotannossa.

4.2.3 Dokumentointi ja projektien luovutus elinjakson vaiheissa

Tyypillisesti erilaisissa projekteissa siirretään vastuita ja dokumentteja seuraavalla vastuussa olevalle osastolle. Kuten luvussa 4.4 alkaen esitetään kyselyn tuloksia ja niissä käsitellyjä kunnossapidon huomioimiseen liittyviä seikkoja. Kuten tuloksista analysoitiin, on olemassa hyviä käytäntöjä, mutta ne eivät ole täysin jalkautuneet toiminta tavoiksi. Kyselyn taustalla havainnointiin yrityksen eri osastojen käytäntöjä. Dokumenttien siirtäminen kunnossapidolle on hyvin tärkeä toteuttaa ajallaan, koska laitteet siirtyvät tyypillisesti tuotantokäyttöön.

Tutkija oli mukana luovuttamassa investointiprojektien tuotteina hankittuja laitteita ja niiden dokumentteja 1.1.2018-28.2.2018 välisenä aikana. Laitteiden luovutuksessa havaitsin seuraavat asiat:

- Laitedokumenteille oli useita sijainteja.
- Dokumenttien toimittaja osasto ei tiennyt varmaksi, mihin dokumentit pitäisi tallettaa.
- Dokumentteja vastaanottava taho ei tiennyt varmaksi, mihin eri dokumentit pitäisi tallettaa.

- Eri sijaintien käytölle ei ollut selkeää ohjeistusta, osastoilla oli omat sijainnit talletuspaikoille.
- Eri osastoilla oli omat kansio sijainnit. Esim. turvallisuus asioita oli dokumentoitu eri paikassa kuin laitteiden piirustukset. Puristimien turvallisuusdokumentit ja käyttöohjeet olivat eri paikassa kuin puristimien tekninen dokumentaatio.
- Laitteiden 3D-mallit eivät sijainneet samassa tiedostosijainnissa kuin laitteiden Ns. tekniset dokumentit. 3D-mallit olivat suunnittelijan tai suunnittelutyön suorittaneen henkilön verkkolevyllä.
- Toimittajat toimittivat dokumentteja eri formaateissa, kuin oli pyydetty.
- Dokumenttikopiot toimittavalta yritykseltä eivät vastanneet sovittua määrää.
- Toimittajat toimittavat dokumentteja eri kielellä kuin oli pyydetty. Ongelma lähinnä standardilaitteissa, jotka tulevat tukkurin toimesta suoraan tehtaalta.
- Vastuun siirtäminen seuraavalle vastaavalle osastolle. Tämä onnistuu osittain hyvin, mutta ajankohta on häilyvä, eli milloin siirron kuuluisi tarkalleen tapahtua?
- Osastojen välinen yhteistyö toimii tutkimuksen tekijän näkökulmasta hyvin, mutta vastuu rajat ovat häilyvät ja yhteistyöhön käytettävä yhteinen aika on haasteellinen toteuttaa. Yhteistyö vaatii kuitenkin yhteistä aikaa, jolloin voidaan käydä asioita läpi.

4.2.4 Johtopäätökset dokumentoinnista ja projektin luovutuksesta

Kehitysideana esitetään dokumenttien talletussijaintien standardisointia. Kaikilla osastoilla tulisi olla tiedossa yhteinen tiedostosijainti ja vakioidut kansio rakenteet, mihin dokumentit talletettaisiin. Yksinkertaisimmillaan tämä on toteutettu verkkolevy ratkaisuna, mutta tässä yhteydessä kannattaisi tutkia voisiko SAP:ia hyödyntää. Vertaiskehitys tapaamisessa nousi esille SAP:n hyödyntäminen varaosavarastojen ylläpidossa ja mahdollisesti myös dokumenttien hallinnassa. Lisäksi projektin suorittamisessa voisi hyödyntää opinnäytetyöntekijöitä, jotka hoitaisivat dokumentoinnin projektina.

Dokumenttien todettiin olevan satunnaisesti vajaita. Esimerkiksi tukkuri toimittaa tietyn laitteen. Tämän laitteen mukana olevat dokumentit ovat juuri sellaiset, kuin ne on tehtaalta lähtiessä olleet, esimerkiksi yksi paperinen käyttö- ja huolto-ohje englannin kielisenä. Näissä tilanteissa voisi hyödyntää ulkopuolista palvelua, joka kopioisi työversiot ja tekisi sähköisen dokumentointipaketin sekä tarvittaessa suorittaisi käännöspalvelun aina tilanteen mukaan. Koska täydellisten dokumenttien saaminen isolta valmistajalta voi olla täysin mahdotonta ja pitkittää projektin päättämistä kohtuuttomasti.

Vetovastuun siirtäminen elinjakson auditointipisteissä toisi selkeän rajan (Kts. elinjakson kuvaus), jossa vetovastuu siirretään seuraavalle osastolle. Tietysti esim. investoinnin suorittavan organisaation pitää tukea kunnossapitoa käynnin aikana. Vastavasti kunnossapito voi edes auttaa investointeja suorittavia tahoja esittämällä vaatimuksia. Vastuuta ei voi kuitenkaan jakaa, vaan elinjakson määrittelyn mukainen vastuu organisaatio vastaa toiminnasta.

4.3 Traktorin testausaseman elinjakson kuvaus

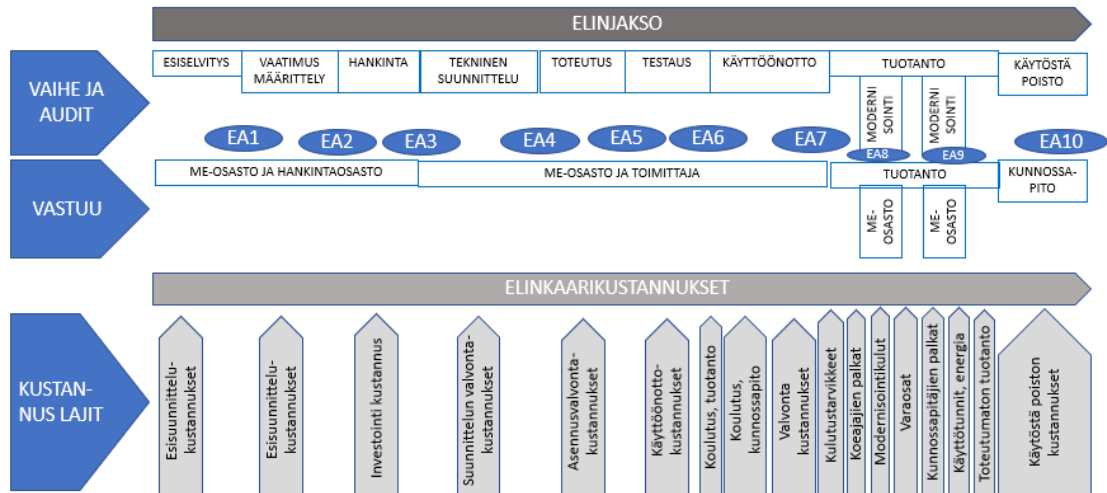
Traktorin testausaseman elinjaksosta tehtiin kuvaus. Kuvaus on esitetty kuviossa 24. Kuvauksesta selviää laitteiston elinjakso, elinjakson auditointipisteet, elinjakson vastuut ja elinkaarikustannusten lajit sekä niiden syntyminen ajoittuminen elinjaksolla kuvattuna. Tätä elinjakso kuvausta voidaan hyödyntää projektikarttana tuotantovaiheeseen siirtymiseen asti. Elinjakso kuvausta voidaan hyödyntää koko elinkaaren ajan ja täydentää myös tarvittaessa.

Tämän tutkimustyön kohteena olevassa projektissa elinjakson tunnistaminen edes auttoi suorittamaan vaatimusten hallintaa ja antoi hyvän kokonaiskuvan kokonaisuudesta. Elinjaksokuvauksen tekeminen esittää selkeästi elinjakson aikaiset ja niihin voidaan asettaa seuraavia tehtäviä:

- Elinjakson vaiheet, kuvaa mitkä ovat elinkaaren vaiheet.
- Projektin etenemisen siltä osin;
 - Kun elinjaksoon sisältyy projekteina suoritettavia vaiheita.
 - Projekti voi käsittää tietyt vaiheet elinjaksosta.
 - Tässä traktorin testausaseman projektissa tarkoittaa vaiheita esiselvityksestä – tuotantovaiheeseen.
- Elinjakson auditointipisteet;
 - Esittävät kohdan jossa siirrytään elinjakson seuraavaan vaiheeseen.
 - Näihin pisteisiin voidaan sisällyttää erityyppisiä hyväksyntäportteja.
 - Vaatimuksien hyväksyntä.
 - Lisä vaatimukset seuraaville elinjakson vaiheille.
 - Joissa vastuu voidaan siirtää seuraavan vaiheen vastuu organisaatiolle.
 - Näissä pisteissä on tärkeää olla myös hyväksyntä siitä, että projekti voi siirtyä seuraavaan vaiheeseen.
 - Hyväksyminen täytyy tehdä projektin taloudellisen vastuun kantavan henkilön toimesta tai hänen valtuutuksestaan.
- Elinjakson aikaiset vastuut kertovat;
 - Ketkä ovat sidosryhmän jäseniä vaatimustenhallinnassa.
 - Kenellä on päävastuu eri elinjakson vaiheissa.

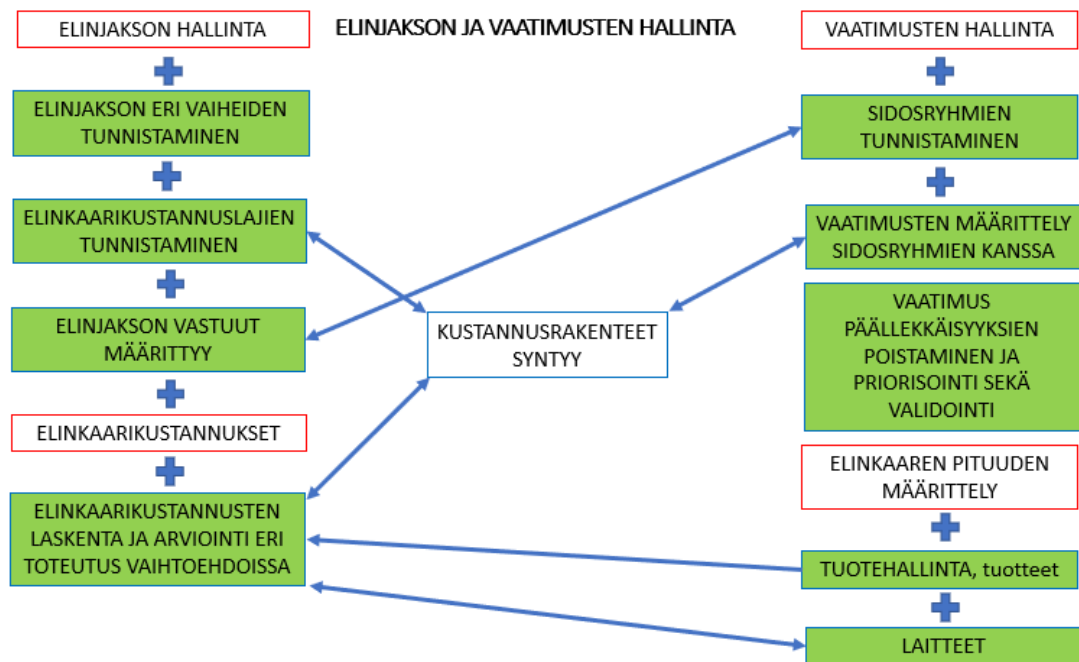
- Elinkaarikustannukset;
 - Kuvauksessa on esitetty tunnistetut elinkaarikustannukset lajeittain.
 - Auttaa tunnistamaan kustannuksia elinjakson eri vaiheissa.

TRAKTORIN TESTAUSASEMAN ELINJAKSO, ELINJAKSO AUDIT, ELINJAKSOVASTUUT JA ELINKAARIKUSTANNUSTEN RAKENNE



Kuvio 24. Traktorin testausaseman elinjakson kuvaus.

Elinjakson, vaatimusten hallinnan ja elinkaarikustannusten väliltä löytyy selkeitä yhteyksiä. Kuvio 25 kuvaa elinjakson, vaatimusten hallinnan ja elinkaarikustannusten yhteyttä. Kuvio tehtiin työkaluksi opinnäytetyö tekemisen ajaksi selvitetessä eri asioiden yhteyksiä.



Kuvio 25. Elinjakson, vaatimustenhallinnan ja elinkaarikustannusten yhteys

4.3.1 Elinjaksokuvauksen johtopäätökset ja jatkokehityskohteet

Elinjakso kuvauksen hyödyntämistä kannattaisi jatkaa traktorin testausaseman koko hankinnan ajan. Elinjakson lopullisen pituuden määrittelyyn vaikuttaa laitteiston tekninen ikä ja eri traktorimallien elinkaari. Näiden lopullinen arviointi pitää tehdä toimittajavertailua suoritettaessa. Elinjakson kuvauksen hyödyntämistä kannattaisi jatkaa samalla tavalla kuin edellisessä kappaleessa 4.6 on kuvattu. Tutkijan mielestä tämä kannattaisi toteuttaa projektiryhmän voimin, koska asiaa on jo käsitelty useaan otteeseen ja prosessi on sinänsä tuttu sekä sidosryhmien kanssa on kerätty ensimmäiset vaatimukset.

Yleisesti organisaation toiminnassa tutkijan näkemyksen mukaan investointiprojektin lähtötietoja kerätessä kannattaisi tehdä elinjakson kuvaus. Tähän tarkoitukseen voisi tehdä yrityksen laatu järjestelmään valmiin pohjan kuvauksen tekemiseksi sekä ohjeistuksen, kuinka se suoritetaan. Tämän pohjatyon suorittamisessa voisi teettää insinööriopiskelijoiden harjoitustyönä tai opinnäytetyönä.

4.4 Elinkaarikustannukset traktorin testausaseman hankinnassa

Elinkaarikustannuksien selvittämiseksi tehtiin elinjaksokuvauksen yhteyteen (esitetty luvussa 4.6) erillinen kuvaus, josta selviää koko elinjakson aikaiset kustannuslajit.

Lisäksi kartoitettiin mahdollisuuksia hyödyntää Motivan mallin mukaista tapaa arvioida elinkaarikustannuksia. Motivan mallin mukainen elinkaarikustannusten keruutaulukko on liitteenä (liite 3). Motivan mallissa on lisäksi tiedon keruutaulukot, joiden avulla voidaan elinkaarikustannuksiin sisällyttää jaksottaisia elinkaarikustannuksia ja käyttökustannuksia. Taulukot ovat liitteinä (liite 4 ja 5). Lisäksi malli sisältää valmiit herkkyyksianalyysikäyrästä käyttökustannuksille ja koroille. Taulukot ovat liitteenä (liite 6).

Lisäksi tehtiin laajempi kustannusten keruutaulukko, jonka avulla voidaan varmemmin kerätä eri elinkaarikustannusten lajit. Kustannuslajit selviävät elinjaksokuvauksesta, johon ne ovat sijoitettuna karkeasti sille elinkaaren vaiheelle, jolloin ne realisoituvat. Tämä taulukko on tehty suomeksi ja englanniksi, taulukot ovat liitteenä (liite 7). Tästä keruutaulukosta voidaan tiedot koota yhteen ja suorittaa toimittaja vertailu Motivan mallin mukaisesti.

Elinkaarikustannuksien keruusta pidettiin palaveri hankintaosaston edustajan ja projektipäällikön kanssa 8.2.2018. Palaverissa katselmoitiin elinkaarikustannuksien keruutaulukko, taulukon todettiin olevan liian monimutkainen laitetoimittajien täytettäväksi. Taulukkoa voidaan hyödyntää yrityksessä sisäisesti, sen avulla pystytään varmistamaan, että kustannukset tulee kerättyä mahdollisimman kattavasti. Laitetoimittajilta kerätään elinkaarikustannukset suoraan Motivan mallin mukaisella taulukolla. Tarvittaessa toimittajilta voidaan kysyä lisätietoja kustannuksista. Projekti ei ehtinyt edetä elinkaarikustannusten keruuvaiheeseen tämän raportin valmistuessa. Joten kustannuksien keruu ja analysointi jää hankintaosaston ja projektiryhmän tehtäväksi. Kuitenkin voidaan todeta, että elinkaarikustannuksiin kannattaa perehtyä toimittaja kohtaisesti.

Kuten elinkaarikustannusten teoriaosuudessa todettiin, elinkaarikustannuksissa voi olla merkittäviä eroja eri ratkaisujen välillä. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tä-

män vuoksi investointien valmisteluvaiheessa olisi perehdyttävä elinkaarikustannusten eri kustannuslajeihin ja niiden arviointiin kriittisesti. Vaikka yleisesti todetaan, että kustannuksia on hankala vertailla, koska ratkaisut ovat hyvin eri tyyppisiä. Juuri siksi tulisi tunnistaa eri kustannuslajit, koska niiden avulla voi tunnistaa yllättäviä asioita kustannuksissa ja sen jälkeen voi arvioida sekä pyytää tarvittaessa lisätietoja toimittajilta kustannuksien suuruuksista. Kustannus esimerkkinä voi kotimaisen toimittajan tuotannon aikaisen tuen kustannukset olla todennäköisesti pienemmät kuin globaalin toimittajan. Elinkaarikustannuksien kartoituksen voi yrityksessä tehdä esimerkiksi projektiryhmä.

4.5 Vaatimustenhallinta traktorin testausaseman hankinnassa

Työntuloksena toteutettiin vaatimusten keräys ja analysointi. Merkittävimpänä teoria pohjana pidettiin Jyri Kosolan Puolustusvoimille kirjoittamaa vaatimusten hallinta-opasta. Opas oli tehty instituution tarpeisiin ja siitä hyödynnettiin yrityskäyttöön soveltuvat osa-alueet. Opas antoi selkeän kuvan vaatimusten hallintaan liittyvistä asioista. Oppaan rakenne todettiin erittäin selkeäksi.

Sidosryhmien tunnistaminen suoritettiin ensimmäisenä vaatimusten hallintaan liittyvänä tehtävänä. Vaatimusten hallinta aloitettiin tekemällä sidosryhmätaulukko. Sidosryhmiä tunnistettiin 8 kappaletta. Sidosryhmien sisällä oli osittain samoja henkilöitä, mutta he olivat osittain eri rooleissa. Tämä sisälsi kaikki projektiin liittyvät sidosryhmät. Henkilöitä sidosryhmien sisällä oli yli 40. 1 sidosryhmistä oli sellainen, jonka vaatimukset eivät ehtineet realisoitua työn valmistumisen aikana. Sidosryhmätaulukko on liitteenä 8.

Globaaleihin testausasemiin perehdyttiin syksyllä 2017 Massey Fergusonin tehtaan Beuvaisissa Ranskassa. Tämän käynnin aikana 21.10.2017 tutustuttiin koeajon toimintoihin paikallisesta testausympäristöstä vastaavan kehitysinsinöörin kanssa. Tämän tapaamisen tuloksena saatiin erilaisia näkökohtia uuden testausaseman vaatimusten keräämisen tueksi. Tämän tapaamisen tuloksia ei eritellä tässä yhteydessä, tulokset on sisälletty vaatimusten keräykseen.

4.5.1 Vaatimusten keräys

Vaatimustenhallintatyö keskittyi tämän opinnäytetyön osalta paikallisten sidosryhmien vaatimusten keräykseen. Vaatimukset kerättiin work shop tyyppisissä työryhmissä. Vaatimukset globaaleilta sidosryhmiltä saatiin muuta kautta ja ne ajoittuvat myöhempiin vaiheisiin projektissa. Vaatimusten keräys työryhmien tapaamisista pidettiin seurantataulukkoa, jonka avulla varmistettiin osallistujat ja tapaamisten ajankohdat dokumentointiin samaan taulukkoon. Työryhmien tapaamiset järjestettiin seuraavina päivinä; 24.11.2017, 5.12.2017, 7.12.2017, 3.1.2018, 10.1.2018, 24.1.2018, 25.1.2018. Seurantataulukko on liitteenä (liite 8).

Tarkemmissa esim. teknisessä speksissä on viitattava erilliseen dokumenttiin. Vaatimuksia ei haluttu rajata tällaisessa esimerkki projektissa, liian tarkka rajaaminen keräys vaiheessa voi rajoittaa asioiden innovointia. Käsillä tehdyssä vaatimustenkeräyksessä on haasteena seuraus suhteet. Monimutkaisissa järjestelmissä joutuu pohtimaan, pystyykö vaatimusten kerääjä ja vaatimuksen esittäjä varmasti ymmärtämään mihin se vaikuttaa.

Vaatimustenkeräyksen pohjaksi toteutettiin Excel-taulukko. Taulukko on liitteenä (liite 9). Teorian mukaan käsillä suoritetussa vaatimustenkeräyksessä on ongelmallista syy-seuraussuhteiden selvittäminen ja kokonaisuuden ymmärtäminen. Tässä työssä havaittiin myös tämän asian haasteellisuus. Vaatimustenkeräyksen tueksi tehtiin lohkokaavio, josta käytettiin nimeä järjestelmäkaavio. Tätä täydennettiin vaatimuksia kerätessä. Tämän avulla oli helpompi hahmottaa vaatimukseen liittyvät kohteet. Järjestelmäkaavio on liitteenä (liite 10).

Vaatimustenkeräys Excel - taulukkoon toteutettiin seuraavat toiminnot vaatimusten keräämiseksi:

- Yksilöintitunnus vaatimuksen identifioimiseksi.
- Hierarkiataso, määrittelyn tukena oli järjestelmäkaavio.
- Asiataso, määrittelyn tukena oli järjestelmäkaavio.
- Vaatimus.
- Perustelut vaatimukselle.
- Omistajuus, osasto joka vastaa asiasta.

- Vaatimuksen kuvaus; Toiminnallinen, tekninen, aika, turvallisuus, laki, taloudellinen, käytettävyys.
- Prioriteetti; Ehdoton, tärkeä, tarpeellinen.
- Reunaehto, jos listalle on merkitty reunaehdoksi luettava asia.
- Luotu, päivämäärä milloin vaatimus on esitetty.
- Auditointi pisteet;
 - Auditointipiste 1, jolloin vaatimuksen toteuttaminen aloitetaan.
 - Auditointipiste 2, jolloin todennetaan vaatimus toteutetuksi.
- Tila; Esitetty, poistettu, työn alla, määritelty, vahvistettu, suunniteltu, toteutettu, todennettu, hyväksytty, hylätty.
- Tilakommentti, päivämäärä milloin tilakommenttia on muokattu viimeksi.
(Etenemisen seuranta varten)
- Ratkaisu, lyhyt kuvaus kuinka vaatimus on ratkaistu.

Vaatimustenkeräystaulukko on liitteenä (liite 6).

Vaatimusten keräystä ja hallintaa kevennettiin puolustusvoimien käyttämästä mallista ja ohjeistuksesta. Vaatimuksia kertyi kaikkiaan 66 kappaletta. Vaatimukset validoitiin projektin projektipäällikön kanssa yhteistyössä. Tapaaminen järjestettiin 20.2.2018.

Vaatimukset käytiin läpi seuraavasti:

- Vaatimukset tarkennettiin.
- Vastuut tarkistettiin, tarvittaessa vaihdettiin oikeaksi.
- Vaatimuksen kuvaukset tarkistettiin.
- Suoritettiin priorisointi.
- Päivitettiin tilakoodi ja kommentti.

Lisäksi taulukkoon lisättiin 23.4.2018 2 auditointipiste saraketta.

- Ensimmäinen kertoo minkä auditointipisteen kohdalla vaatimuksen käsittely on alkanut.
- Toinen kertoo vaatimuksen auditointipisteen, jolloin vaatimuksen pitäisi olla suunniteltu, toteutettu tai todennettu.
- Tämän opinnäytetyön aikana kerätyistä vaatimuksista noin 80% pitäisi olla suunniteltu tai toteutettu auditointipisteissä EA3-EA4. Tästä voidaan todeta, että projektin alkupuolella kerätyt vaatimukset kohdistuvat hankinta- ja suunnitteluvaiheisiin.

Teorian mukaan ehdottomia tai kriittisiä vaatimuksia ei saisi olla kovin monta kappaletta. Tässä yhteydessä näitä jäi kuitenkin taulukkoon 46 kappaletta eli paljon teoriiaan verrattuna. Ehdottomien ja kriittisten vaatimusten lista pieneni tähän lukuun tunnistamalla reunaehdot pois. Vaatimusten muotoilussa on vielä kehityttävä, koska vaatimukset eivät vastaa teorian mukaista vaatimusten muotoilua. Lisäksi pitää kehittää taitoa vaatimusten priorisoimiseksi kriittisesti. Mutta tämän taidon kehittämiseksi pitää vielä harjaannuttaa taitoja.

Vaatimuksien validoinnissa päädyttiin seuraavanlaiseen tilanteeseen vaatimusten määrissä:

- Vaatimuksista reunaehdoiksi todettiin 8 kappaletta.
- Vaatimuksia hyväksyttiin vietäväksi eteenpäin 58 kappaletta.
- Vaatimuksia hylättiin 7 kappaletta, ei kuuluneet projektiin.
- Vaatimuksia ei poistettu yhtään kappaletta.
- Vaatimuksia ei vielä vahvistettu, koska vahvistus tapahtuu vasta projektin edetessä seuraavaan vaiheeseen.

Vaatimuksien validoidessa hylättiin muutamia vaatimuksia, jotka eivät kuuluneet suoraan kyseiseen projektiin. Nämä olivat kuitenkin hyviä asioita ja oli tärkeää, että ne tulivat esille. Nämä hylätyt vaatimukset otetaan huomioon muissa yhteyksissä ja ne toteutetaan sitä kautta. Lisäksi osan vaatimuksista todettiin olevan suoraan reunaehdoja, ei vaatimuksia. Reunaehdot otetaan huomioon sellaisinaan projektissa.

Lisäksi vaatimukseen jäi paljon asioita, jotka voisi lukea niin sanotuksi tekniseksi spesifikaatioksi. Näitä asioita ei kuitenkaan poisteta tässä vaiheessa, vaikka eivät ole vaatimuksia. Nämä kohdat siirretään tekniseen spesifikaation.

4.5.2 Vaatimusten keräyksen haasteet ja jatkokäsittely

Vaatimusten keräyksen suurimmaksi haasteeksi havaittiin ajankäyttö. Keräyksen kannalta koko sidosryhmä olisi pitänyt saada kokonaisuutena yhtä aikaa työryhmään, jolloin olisi saavutettu hyvä vuorovaikutustilanne. Kaikilla henkilöillä on kuitenkin päivittäiset velvoitteet, jonka vuoksi on vaikea vapautua tehtävistä. Työryhmiin saatiin kuitenkin avainhenkilöt paikalle, näin ollen tietoa saatiin kerättyä ja myös jalkautettua

organisaatioon. Työryhmien tarkoituksena oli myös herättää sidosryhmät siihen, että kyseinen investointi on määrittelyvaiheessa ja nyt on vaikuttamisen hetki. Todennäköisesti vaatimuksia saadaan vielä kerättyä lisää ja tarkennettua projektin edetessä.

Olisi tarkoituksen mukaista jatkaa vaatimusprosessia myös projektin edetessä. Vaatimuksia voidaan lisätä tarvittaessa siihen asti, kun projekti ylittää elinjaksokuvauksessa esitetyn EA2 auditointipisteen. Myös seuraavissa elinjakson vaiheissa toteutettavia vaatimuksia voidaan lisätä hallitusti, jos ne aidosti ja oikeasti ovat seuraavissa vaiheissa toteutettavia vaatimuksia. Sellaisia vaatimuksia, jotka olisi pitänyt esittää aikaisemmissa vaiheissa ei ole tarkoituksen mukaista esittää. Pois lukien tilanteet, joissa havaitaan, että on tehty selkeä virhe ja projekti ei etene suunnitelman mukaan.

4.5.3 Työryhmä toiminta

Sidosryhmien vastaanotto vaatimusten keräys työryhmille oli hyvä ja toiminta tapa todettiin toimintaa kehittäväksi. Satunnaisesti osallistuvat henkilöt kyseenalaistivat, pystyivätkö tuomaan riittävän lisäarvon projektiin. Projektiryhmässä kuitenkin todettiin, että jokaisesta sidosryhmästä tuli ajatuksia ja muutamia rivejä, joista syntyi vaatimuksia tai vähintään hyviä havaintoja projektin tueksi. Työryhmissä esille tulleista vaatimuksista ja projektiin liittyvistä muista asioista on tärkeää tehdä synteesejä, jolloin saadaan parempi kokonaishyöty lopullisessa investoinnin toteutuksessa.

4.5.4 Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet vaatimustenhallinnassa

Vaatimusten keräys työryhmässä 25.1.2018 nousi esille näkökohta FMECA-vika- ja vaikutusanalyysiin hyödyntämiseksi laiteinvestoinnissa. Sidosryhmään 6. kuuluva, yrityksen edustaja toi esille mahdollisuuden käyttää tässä projektissa hyödyksi tuotekehitystoiminnoissa käytettyä menetelmää. Analyysin toteuttamiseen on olemassa globaalit ohjeistukset. Analyysin toteuttamiseen saadaan tukihenkilö tuotekehitystoiminnoista varmistamaan prosessin oikeanlainen toteutus ja opastus prosessiin. Vaatimustaulukkoon kirjattiin vaatimus vika- vaikutus ja kriittisyysanalyysin (VVKA), FMECA-analyysin (failure mode and criticality analysis) toteuttamiseksi. Teoria osuudessa käsitelty RAMS-prosessi tukee myös havaintoa tehdä suunnitteluvaiheessa tarpeen mukaiset analyysit.

Tässä traktorin testausaseman investointiprojektissa ehdottaisin myös tekemään elinjakson aikaiset auditointi katselmoinnit. Auditointipisteillä ja niihin kohdistetuilla katselmoineilla hyväksytään siirtyminen seuraavaan elinjakson vaiheeseen ja tunnistetaan mahdolliset puutteet elinjakson edellisessä vaiheessa. Auditointipisteet ja niihin kohdistetut katselmoinnit ovat myös loogiset pisteet siirtävät vastuut seuraavalle elinjaksoista vastaavalle ryhmälle. Tämän projektin osalta projektiryhmä pystyisi pitämään yllä vaatimustenhallintaa.

Auditointipisteissä olisi mahdollista tehdä seuraavanlaisia hyväksymispäätöksiä ennen siirtymistä seuraavaan elinjakson vaiheeseen:

- Kyseiseen vaiheeseen kuuluvien vaatimusten auditointi, varmistetaan että ovat toteutuneet.
- Edellisestä elinjakson vaiheesta kerätyt uudet vaatimukset.
- Auditointipisteet ovat luonnollisia katselmointi kohteita, esim.
 - Hankintavaiheeseen siirtymiseen.
 - Tekniseen suunnitteluvaiheeseen siirtymiseen.
 - Toteustusvaiheeseen siirtymiseen.
 - Testausvaiheeseen siirtymiseen.
 - Käyttöönottovaiheeseen siirtymiseen.
 - Tuotantovaiheeseen siirtymiseen.
 - Käytöstä poisto vaiheeseen siirtymiseen.
 - Auditointipiste toimisi porttina seuraavaan elinjakson vaiheeseen.
 - Varmistetaan projektin taloudellinen tilanne ja verrataan sitä suunnitelmaan.
 - Päätöksen siirtymisestä seuraavaan vaiheeseen tekee projektista tai kyseisestä elinjakson vaiheesta taloudellisen vastuunkantava taho.
 - Vastuu vaihtuu voimassa olevan elinjakson mukaan.

Myös jatkossa vaatimusten hallintaprosessia voisi hyödyntää jatkossa yrityksen investoinneissa ja jopa sisäisissä projekteissa, joissa tarvitaan yhteistyötä sisäisten asiakkaiden kanssa. Silloin kun halutaan varmistua siitä, että vaatimukset ovat kirjattuna ylös ja kaikille halutaan esittää selvästi projektille esitetyt vaatimukset. Vaatimustenhallinta olisi järkevä liittää yhdeksi osa-alueeksi laatu järjestelmään. Yrityksen laatu järjestelmässä on ohjeistus tuotantoinfran muutokselle, yksilötunniste PRO-1584-7284-fi. Ohjeistus on liitteenä (liite 14). Vaatimustenhallinta olisi työkalu, joka voisi tukea yrityksen investointiehdotuksien tekoa ja elinjakson aikaisia toimia.

Jatkokehitysehdotuksena esitän kaksi jakoista vaatimustenhallinnan toteuttamista investointiprojekteissa. Kaksi portaisuus tarkoittaa sitä, että investointia aloittaessa valitaan tapa 1 tai 2. Jaottelulla rajataan sidosryhmät siihen laajuuteen, mikä on ky-

seisessä tapauksessa järkevää. Tämä sitouttaa sidosryhmät myös tuotannon aikaan ylläpitoon ja syventää sitoutumista ylläpitoon sekä tuotannon tukemiseen. Vaatimusten keräys voitaisiin toteuttaa valmiiksi määritetyllä pohjalla, jossa on esitetty osastot joiden pohjalta sidonnaisuudet pitää määritellä. Vaatimusten keräyksen avulla voidaan myös todeta mitä ollaan yhdessä vaatimuksiksi määritelty, koska usein vaatimukset muuttuvat projektin aikana, mikäli niitä ei ole kirjattu ylös.

1. Tapa on kevyeen käyttöön, eli sidosryhmät ovat suoraan tuotannosta, jolloin vaatimukset kerätään suoraan tuotannon alaisilta osastoilta tai tuotannon tuki toiminoilta.
2. Tapa on tarkoitettu investointeihin, joissa vaikutusalueet ovat suuremmat. Eli investointiin liittyy globaalit sidosryhmät omistajayhtiöstä, tuotekehitys (eli investoinnilla on toiminnallisia liittymiä suoraan tuotteeseen).

Vaatimustenhallinnan työkalua pystyisi jatkossa kehittämään esimerkiksi kartoittamalla ohjelmiston tai kehittämällä selkeämmän Excel-pohjaisen ratkaisun. Valmiita ohjelmistoja ovat esimerkiksi:

- IBM Rational Requisite Pro.
- Atlassian Jira.
- Microsoft Visual Studio Team Foundation Server Requirements Engineering.
- Muut mahdollisesti jo käytössä olevat järjestelmät Tuotekehityksessä.

Jatkokehitys version kartoituksesta voisi tehdä opinnäytetyön.

4.5.5 RAMS-prosessi lisääminen suunnittelun tueksi

Teoria osuudessa tuli esille asioita, jotka eivät suoranaisesti liity tämän työn sisältöön. Nämä asiat kuitenkin haluttiin tuoda esille tässä opinnäytetyössä, koska niillä on merkitystä käsitelyihin aiheisiin OEE-laskenta ja KNL-laskenta. Teorian mukaan luotettavuus ja kunnossapidettavuus pitää rakentaa sisälle koneisiin ja laitteisiin. Täähän liittyen esitetään, että traktorin testausaseman suunnittelussa huomioidaan tekniikoita RAMS-prosessin tekniikoita, jotka on esitetty teoria osuudessa.

Lisätietoja RAMS-prosessin toteutuksesta löytyy VTT: ltä ja kunnossapitoyhdistys Pro-maintin kirjasarjoista.

4.5.6 Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet RAMS-prosessissa

Järjestelmäturvallisuus ja luotettavuuden johtaminen (RAMS-prosessi) kannattaisi sisällyttää konseptisuunnitteluvaiheeseen. RAMS-prosessin toteuttaminen luo KNL-

laskentamallin pohjaksi luotettavuuden ja kunnossapidettävyyden laitteistoissa ja järjestelmissä.

Teoria osuudessa käytiin läpi käytettävyyttä ja kunnossapidettävyyttä sekä järjestelmätason RAMS:ia. Teorian mukaan nämä ominaisuudet pitää rakentaa ”sisälle laitteistoon”. Myös saman tyyppisiä keskusteluja käytiin vaatimustenkeräys työryhmässä 25.1.2018. Keskusteluja käytiin tässä yhteydessä FMEA-prosessin tekemisestä. Käytettävyyteen ja kunnossapidettävyyteen liittyy vielä useita työkaluja, jotka nousivat esille työtä tehdessä. Lähtötiedoista tulee pohja konseptisuunnittelulle, näitä asioita listattiin myös vaatimusten keräyksen avulla. Lisäksi konseptisuunnittelun tukena voidaan käyttää erilaisia tehtäviä ja menetelmiä, jotka on kuvattu kuviossa seitsemäntoista.

Tutkimuksessa on käsitelty kuviossa olevista elinjakson aikaisista asioista ja kustannuksista. Lisäksi on tuotu esille FMEA-järjestelmätason vika- ja vaikutusanalyysi.

Konseptisuunnittelun tueksi olisi järkevä selvittää ja täydentää tarvittaessa seuraavilla menetelmillä, joita ei vielä ole käytetty; Alustava listaus vaaratekijöistä, alustava vaara-analyysi, potentiaalisen ongelmien analyysi, alustava luotettavuus analyysi sekä mallinnus. Näiden avulla pystyttäisiin vielä löytämään järjestelmällisesti asioita, jotka pitäisi ottaa huomioon laitteiston hankinnassa ja varsinaisessa laitteistosuunnittelussa. Näiden asia yhteydet näkyvät kuviossa 11. Konseptisuunnitteluvaiheeseen liittyviä RAMS-tehtäviä ja menetelmiä.

RAMS-prosessin käytännön toteutukseen kartoitettiin kolme eri vaihtoehtoa:

1. RAMS-prosessin mukaiset analyysit voisi teettää osana esisuunnittelua. Suunnittelutoimiston ja toimeksiantajan yhteistyönä.
2. RAMS-prosessin mukaiset analyysit voisi teettää yhteistyössä ammattikorkeakoulun kanssa.
Tässä vaihtoehdossa voi olla osittain myös kolmikantainen työryhmä: Laitetoimittaja – työtilaaja – ammattikorkeakoulu (opiskelija ryhmä).
3. Lisäksi olisi mahdollista tutkia yhteistyötä Työsuojelurahaston kanssa. He ovat toteuttaneet RAMS-projektin VTT: n yhteistyö projektina.

Työsuojelurahasto on osallistunut RAMS-prosessin kartoitukseen esimerkiksi seuraavalla tavalla projektissa, RAMS-sovellutus teollisuuden automaattisiin korkeavarastoratkaisuihin. Toteuttajana on toiminut VTT. (RAMS-sovellutus teollisuuden automaattisiin korkeavarastoratkaisuihin 2005). Yhteenveto raportti projektista, RAMS-sovellutus teollisuuden automaattisiin korkeavarastoratkaisuihin on liitteenä (liite13).

Työsuojelurahasto:

- Rahoittaa sellaista tutkimus- ja kehitystoimintaa, joka parantaa työoloja ja edistää työyhteisöjen toiminnan turvallisuutta ja tuottavuutta.
- Rahaston tehtävät perustuvat työsuojelurahastolakiin ja ministeriön vahvistamiin sääntöihin.
- Rahasto edistää tapaturmavakuutusvelvollisten työnantajien ja näiden palveluksessa olevien työntekijöiden etua.
- Työsuojelurahaston toimintaa valvoo työsuojelusta ja sen valvonnasta vastaava ministeriö.

(Työsuojelurahasto, n. d.)

4.5.7 Käyttöhenkilöstön koulutus

Uuden traktorin testausaseman investoinnissa tulee käytännöt muuttumaan usealla osa-alueella. Yleisesti aikaisemmista projekteista opittuna henkilöstön koulutus asioissa on kriittiseksi noussut se, että koulutussuunnitelma tulee tehdä projekti kohtaisesti. Ilman suunnitelmaa, koulutus on hapuilevaa. Koulutus etenee liian nopeasti, jolloin työntekijä vaihtuu liian nopeasti. Tämä aiheuttaa sen, että kehityspyynnöjä prosessiin esitetään jatkuvasti muuttuvan käyttökokemuksen pohjalta. Tämä aiheuttaa loppujen lopuksi tilanteen, jossa henkilöt eivät tiedä miten työ pitäisi tehdä koska toimintaympäristö muuttuu liian nopeasti. Toisena vaihtoehtona on tilanne, jolloin koulutus etenee liian hitaasti ja henkilöstö ei pysty vastaamaan tuotantomäärän nousuun tai poikkeustiloihin tuotantoprosessi. Tuotantoprosessi on näin ollen hyvin nopeasti vain muutaman henkilön osaamisen varassa.

Koulutussuunnitelman pohjaksi tulee pyytää laitteiston toimittajalta pohjatietoa siitä, kuinka paljon laitteiston käyttäjäkoulutus ottaa aikaa ja minkä tyyppistä koulutusta tarvitaan.

Joka tapauksessa tärkeintä on tehdä selkeä koulutussuunnitelma, sisältäen:

- Osallistujien nimet ja tulevat tehtävät.
 - Kunnossapitohenkilöt.
 - Sähkö.
 - Automaatio.
 - Mekaaninen.
 - Käyttäjä kunnossapitoa suorittavat henkilöt.
 - Koeajon suorittajat.
 - Tiimin vetäjät.
 - Tekniset tukihenkilöt.
- Opetuksen rungon suunnittelu yhdessä toimittajan kanssa.
- Koulutuksen realistinen aikataulu henkilötasolle jalkautettuna.
- Nykyisen osaamistason tunnistaminen.
- Uusien osaamisvaatimuksien tunnistaminen.
- Varmistaa koulutettavien sitoutuminen tehtäviin.
- Mahdollisien lisäkoulutuksien tarve.

Käyttöhenkilöstön koulutuksen osuus investoinneissa pitää olla mitattavissa. Mittarina voisi olla esimerkiksi 1 henkilön koulutus kestää 2 viikkoa. laitteiston käyttöön. Kouluttamisaika on arvioitava yhdessä laitetoimittajan kanssa.

Vertaiskehitys tapaamisessa nousi esille, että kunnossapitotehtäviin olisi järkevä sijoittaa henkilö joka pystyisi tekemään mekaanisia töitä ja sähkötöitä sekä automaatiotöitä. Lisäksi olisi hyvä olla ominaisuuksia, jotka tukisivat luontaista mielenkiintoa tehtäviin ja olisi oma-aloitteisuutta olla mukana jo laitteiston koeajovaiheessa selvittämässä laitteiden toimintaperiaatteita.

4.6 Käyttötehokkuus investoinnin käyttöön otossa

4.6.1 KNL-mittaus traktorin testausaseman käyttöönotossa

Teoria osuudessa käsiteltiin käyttötehokkuuden mittaamiseen kehitetty KNL-laskentamalli ja OEE-laskentamalli sekä TEEP-kuormitus. Käytännössä TEEP-kuormituslaskenta on yhtenä moduulina KNL-laskennassa.

Näistä laskentamalleista yhdistetty malli olisi järkevää integroida koeajojärjestelmään. Raporttiin tarvittava data saataisiin kerättyä testauksessa käytettävien tietojen sisältä. Laskennan suorittaisi koeajolaitteiston ohjelmisto annettujen arvojen ja testattujen traktoreiden määrien perusteella. Tämän avulla saataisiin reaaliaikainen tieto laitteiston tehokkuudesta niin käyttöönoton aikana ja myöhemmin käynnin aikana.

KNL-laskentaan tehtiin Excel-pohjainen taulukko, johon on lisätty myös kaava kokonaisvaltaiseen laitteen (TEEP) suorituskyvyn laskentaan. Taulukko on liitteenä (liite11). Tämän taulukon avulla voidaan demonstroida KNL-laskentaa, hyödyntäen pohjatietona nykyisten traktorin testauksesta saatavia tietoja.

Tämän KNL-mallin avulla nähtäisiin laitteiston toiminta heti sen käyttöönotosta alkaen. Toimittajan kanssa sovittujen arvojen perusteella voitaisiin rakentaa malli käyttöönotossa suoritettavalle käyttöönoton mittaukselle.

Laskentaohjelmalle tulisi olla ohjelmallinen rajapinta siten, että tiedot pystytään tulkitsemaan SPC-tilastotieteeseen ja mittauksen perustuvilla ohjelmistoilla eli esimerkiksi Minitab-ohjelmistolla.

Laitteistoon tehtävien muutoksien ja jatkokehitystoimenpiteiden vaikutus nähtäisiin reaaliajassa. Mittaus tapa olisi lähestulkoon yksiselitteinen. Teoria osuudessa, kuvio 13. kuvaa KNL-laskennan kokonaiskuvan. Kuvion avulla näkee myös hyvin syy seuraus suhteita, mikäli joku indikaattori on alhaisemmalla tasolla kuin on määritelty.

Käyttöaste on nykyisellä järjestelmällä pääosin yhdessä vuorossa. Laitteistojen käytössä on hyvä muistaa käyttöasteen nostaminen eri vuorojärjestelyjen avulla, jolloin kapasiteetti kasvaa kuormitushuippujen tasaamiseksi ilman lisäinvestointeja. Myös henkilöstön taukoajkojen limityksellä saadaan nostettua käyttöastetta.

Tätä kyseistä KNL-laskentaa voidaan hyödyntää traktorin testausaseman käyttöönotossa seuraavalla tavalla:

1. Käyttöaste; käyttöaika tulee todennäköisesti olemaan käyttöönottovaiheessa 1-vuoron mukainen eli 1760 tuntia. Myös muu tuotanto toimii käyttöhetkellä 1-vuorossa. Käyttöaikaa tulisi verrata tähän vuoromalliin. Tuotantovaiheessa 2 – vuoro tuotantomalli olisi mahdollinen. Tässä tapauksessa pitää varmistaa, että koeajettavat tuotteet pystytään välivarastoimaan. Tämän avulla investoinnin käyttöastetta pystyttäisiin nostamaan.

2. Käyntiaika; Käyntiajaksi pitää määritellä aluksi 1-vuoromallin mukainen aika, eli 8 tunnin työpäivä.
Huoltoseisokki ja arvioitu seisokkiaika (Määritellään esim. toimittajan referenssi toimituksista). Tätä arvoa tulee alkaa arvioimaan uudelleen sen jälkeen, kun laitteistosta saadaan käyttökokemuksia.
3. Toiminta-aste; Tämä on haasteellisin mittari määritellä, koeajettavat tuotteet ovat erilaisia ja koeajon kesto vaihtelee jonkin verran eri mallien välillä.
Tämä mittari pitää määritellä joustavaksi siten, että tuotantomäärä huomioi eri traktori mallisarjojen erilaisuuden.
Nimellistuotantokyvyn määrässä pitää huomioida eri traktori mallisarjojen erilaisuus eli nimellinen testausaika on erilainen eri traktorien mallisarjoilla.
4. Laatuero; Laatuero kertoo tässä yhteydessä, kuinka monta traktoria on läpäissyt koeajon puhtaasti eli koeajossa ei ole löydetty puutteita tuotteesta. Tässä yhteydessä laatueroilla on hyvin harvoin vaikutusta varsinaisen testausaseman toiminnan laatuun. Laatueroilla voidaan tuottaa tietoa edeltävistä kokoonpanon prosesseista, joiden laadukkuus näkyy tässä mittarissa. Mittari kertoo sen, läpäisikö tuote testauksen vai ei.
Yksittäisenä havaintona laatueroilla voidaan saada tieto testausasemalla aiheutetusta virheestä, eli testattavaan tuotteeseen on aiheutettu vika virheellisen testausprosessin tai käyttäjä virheen vuoksi.
Hyvä asia on se, että testausasemalta tulee selkeä tieto, kuinka paljon tuotteista saadaan testattua ilman virheitä. Mittari antaisi selkeän kuvan työnjohdolle laadullisesta tilasta.

KNL-mittariston rakentaminen kannattaisi minun mielestäni rakentaa osana traktorin testausaseman investointiprojektia, näin ollen kaikilla osallistuvilla tahoilla mahdollisuus osallistua mittarin valmisteluun. Yritykseen jäisi myös tieto siitä, kuinka mittariston rakentaminen on toteutettu. Jatkokehityksen kannalta tästä olisi merkittävää hyötyä. Yhtiössä on käytössä Machine Track-ohjelmisto, mittauksen pystyisi todennäköisesti toteuttamaan tätä kautta kustannustehokkaasti.

4.6.2 KNL-mittauksen johtopäätökset ja jatkokehityskohteet

KNL-laskennan tulokselle pitää tehdä hankintasopimukseen vastaavat hyväksyntärajat. Eli KNL-laskennasta saataville tuloksille on hyväksyntä rajat. Jos tavoitteet ei täyty, tulee siitä tulla hyvitystä loppulaskutuksessa. Mikäli halutaan palkita toimittaja hyvästä suorituksesta, voidaan vastaavasti paremmilla luvuilla palkita myös toimittaja, koska on saavutettu parempi taso kuin alun perin on sovittu.

Lisäksi samalla saadaan referenssi piste yrityksen sisäiselle kehitystyölle ja sen mittaamiselle. KNL-laskennan käytössä auttaa paljon se, että mittaustieto tulee laitteiston ohjelmiston suorittamana. Mikäli laskentaa ja tiedon keruuta tehdään käsin, on laskennassa sekä tiedonkeruussa paljon virhe mahdollisuuksia. Tämän seikan vuoksi mittaus soveltuu lähtökohtaisesti suurempiin laitekokonaisuuksiin tai tuotelinjojen mittauksiin. Jos KNL-laskennan avulla saavutetaan hyötyjä tässä traktorin testausaseman investoinnissa, voidaan se hyödyntämistä harkita osaksi yrityksen toimintatapoja investointien käyttöönoton mittauksessa.

4.7 Elinkaariajattelun vertailukehittäminen

Tämän opinnäytetyön tueksi päädyttiin tekemään Benchmarkkaamaan eli vertaiskehittämään toimintaa toisen yrityksen kanssa. Opinnäyte työnohjaajan kanssa oli keskustelua tämän tarpeellisuudesta ja todettiin sen antavan uusia näkökulmia asioiden toteuttamiseen. Vertaiskehitys yrityksiä olisi voinut olla useampia, mutta tässä yhteydessä ehdittiin järjestää tapaaminen yhden yrityksen kanssa.

Projektiryhmän kesken mietittiin millaisiin yrityksiin kannattaisi ottaa yhteyttä. Vertaiskehitys yritykseksi valikoitui yritys, joka on tehnyt maailman laajuisesti merkittäviä investointeja tehtaisiinsa.

Vertaiskehitys tapaaminen toteutettiin 6.4.2018. Vertaiskehittämistapaamisessa keskusteltiin elinjakson aikaisten asioiden käytännöistä ja havainnoista. Molempien yritysten edustajat toivat esille esimerkkejä omista toiminnoistaan ja niiden pohjalta keskusteltiin ns. hyvistä käytännöistä ja siitä kuinka asiat kannattaisi toteuttaa. Tapaamiselle ei ollut tarkoin määriteltyä runkoa, käsiteltävistä asioista oli keskusteltu yleisellä tasolla ennen tapaamista. Tästä tapaamisesta ja havainnoista tehtiin muistio. Muistio on liitteenä (liite12). Alapuolelle on listattu otsikko tasolla käydyt keskustelut. Lisäksi on merkitty mahdolliset asiat, joita voisi hyödyntää traktorin testausaseman investointia suorittaessa.

- Yleiset toiminnot
 - Tehdas standardin käyttö, selkiyttäisi käytäntöjä
 - Projektihenkilöiden toimenkuvien tarkennus: tekniset henkilöt, ostajat, laitereklamaatioista vastaavat.
- Elinkaariajattelu
 - Komponenttien elinkaarimäärittelyn toteutus.

- Käytetään vain parhaimpia komponentteja.
- Investointien jaksotus, osa toteutetaan myöhemmin.
 - Tilavaraukset laajennuksille.
- RAMS
 - Kriittisyys analyysijä on tärkeitä ja kriittisiin kohtiin varauduttava. Esim. siten että laite kahdennetaan tuotantoseisokin estämiseksi tai osa-alue pystytään sulkemaan tarvittaessa pois ja sen aikaa ajetaan varastoon.
- Vaatimustenhallinta
 - Vaatimuksia on keräys tuotannosta sekä eri organisaatioista.
 - Tuotannon mukaan otto aikaisessa vaiheessa.
 - Kaikki toiveita ei voida toteuttaa.
 - Vaatimuksissa huomioitava globaaleissa ratkaisuissa käyttöolosuhteet.
- Hankinta
 - Hankintoja suorittaessa on tärkeä tehdä tarjouspyynnöt tarkasti, jotta sisältö on kaikissa tarjouksissa sama.
 - Ajatuksena, sitä saa mitä tilaa.
- Asennusvalvonta
 - Henkilöllä merkittävä rooli, huomioitava pienetkin asiat.
- Käyttöönotto.
 - Käytettävyys takuu reklamointi perusteella.
 - Volyymin läpäisykyvyn varmistus.
- Henkilöstö
 - Investointi projektiin olisi hyvä löytää interaktiivinen henkilö, joka kiinnostuisi asioista ja toimisi linkkinä kunnossapitoon.
 - Olisi myös tärkeä saada mekaanisen ja sähkökupin tehtäviä yhdistettyä. Sama henkilö voisi toteuttaa molemmat pienimuotoiset työt.
- Varaosatoiminnat
 - Globaalien varaosavarastojen hyödyntäminen, jos samankaltaiset laitteet.
 - SAP: in hyödyntäminen varaosatoiminnoissa ja projekteissa.

5 Pohdinta

Tämän tutkimuksen tavoitteiden asettelu aloitettiin huhtikuussa 2017 yleisellä keskustelulla, kuinka investoinneissa pitäisi huomioida kunnossapidollisia asioita. Tähän liittyen pidettiin aloituspalaveri huhtikuun lopussa 2017. Palaverissa keskusteltiin avoimesti ME-osaston, hankintaosaston sekä kunnossapito-osaston kesken aiheesta. Aiheen rajaukseksi mietittiin järjestelmän elinkaaren aikaisten asioiden käsittely. Tässä vaiheessa liityntäpintoja oli seuraaviin asioihin; elinkaarikustannusten ja vaihtoehtojen vertailu, toteutusratkaisut 1-3, toimittajien kartoitus ja tarjouspyynnöt, kunnossapidon vaatimukset, kunnossapitosuunnitelma, käyttöönoton KPI` s (tuotosten ja tulosten määrittely), elinkaarikustannusten arvioiminen, koulutusvaatimukset sekä testiajo ja käyttöönotto suunnitelma. Näiden aiheiden taustalle laadittiin havainne kuvio kokonaiskuvasta.

Kuvioon on merkitty punaisella kehällä tutkimuksen rajaus. Kuvio on liitteenä (liite 15). Tutkimuksen asettelun osalta tilanne fokusoitui kolmeen pääryhmään, jotka voidaan esittää apukysymysten avulla:

1. Mitä asioita pitää huomioida valmistellessa käyttöhyödyke investointia?
2. Mitä asioita pitää huomioida käyttöhyödykkeen elinjakson aikana?
3. Miten suoritetaan käyttöhyödykeinvestoinnin käyttöönotto, siten että se palvelee tehokkaasti käyttäjäkuntaansa?

Tutkimuksen tutkimuskysymykset asettuivat korkeammalle tasolle, kuin edellisessä kappaleessa mainitut asiat, joiden pohjalta opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin. Tämä koettiin hyväksi asiaksi, koska se ohjasi ajattelua katsomaan asioita ylemmältä tasolta. Tämän johdosta tunnistettiin paremmin asioita, joita tulisi huomioida alemmilla tasoilla. Edellisessä kappaleessa mainittujen asioiden pohjalta olisi ollut vaikea lähestyä aiheita ja tulokset olisivat jääneet kapealaisiksi työn toimeksiantoon nähden. Tutkimuksen tuloksena syntyi otsikko tasolla käsiteltyjä menetelmiä sekä traktorin testausaseman hankinta projektissa testattuja menetelmiä. Näitä voidaan hyödyntää investointien valmistelussa ja käyttöönotossa. Kuitenkaan esitetyt menetelmät eivät ole valmiita ratkaisuja, vaan niitä pitää soveltaa investointi kohtaisesti. Toimeksiantaja yrityksen kannalta olisi tehokkainta valita soveltuvat menetelmät ja tehdä niiden pohjalta standardit toimintatavat yrityksen työntekijöiden käyttöön. Lisäksi voidaan todeta, että menetelmien käyttö vaatii aikaa, jonka vuoksi pitää suhtautua kriittisesti mitä niistä kannattaa implementoida käyttöön.

Tämä opinnäytetyö oli laaja-alainen, kun tyypillisesti opinnäytetyö on kapeampi alainen, mutta käsittelee aihetta syvällisesti. Tämän vuoksi aiheisiin ei voinut perehtyä liian syvällisesti. Asioiden teoria taustaksi etsittiin teoriasta merkittävimpiä asioita. Kuitenkin tutkimuksen valmistuttua, voidaan todeta laaja-alaisen työn tukeneen projektia hyvin.

Vaatimustenhallintaan liittyviä tutkimustöitä löytyi paljon, varsinkin automaatio ja ohjelmisto puolelta. Nämä olivat hyvin kattavia, mutta eivät suoraan tukeneet tätä tutkimustyötä kuin tietyltä osin.

Elinjaksoon liittyviä töitä löytyi useita, mutta ne liikkuivat yleisellä tasolla elinjakson määrittelyyn liittyvissä asioissa. Useimmissa töissä ei ollut esitetty elinjakson perimmäistä tarkoitusta tai sitten sitä ei haluttu esittää julkisesti.

Elinkaarikustannuksiin liittyen oli myös suoritettu hyvin tutkimuksia. Esimerkiksi metsäteollisuuteen oli teetetty tutkimuksia, joissa oli hankittu vastaavia laitekokonaisuuksia. Tutkimuksien osalta havaittiin yhtäläisyyksiä Motivan malliin, jota käytettiin tässä tutkimuksessa.

Käyttötehokkuuteen liittyen löytyi vain yksittäisiä tutkimuksia. Käyttötehokkuuden mittaukseen liittyvää teoriaa oli paremmin saatavilla ulkomaalaisissa lähteissä.

Nykytilan kartoitus tehtiin kyselyn ja havainnoinnin perusteella sekä verrokkiprojekteihin vertaamalla. Tämä osuus käytiin hyvin perin pohjin läpi tuloksien käsittelyssä. Kuitenkin pohdinta osuudessa on hyvä esittää havainto nykytilaan liittyen. Ennen nykytilan kartoitukseen tehtyjä tutkimuksia, oletettiin asetelman olevan erilainen. Käsitys oli, että elinkaaren aikaisten, tässä yhteydessä lähinnä kunnossapitoon liittyvien asioiden huomioiminen olisi jäänyt heikommalle. Nämä olivat kuitenkin otettu yleensä kohtuu hyvin huomioon. Asioiden hoitoprosessi oli hyvinkin erilainen ja myös dokumentointi tapa sekä dokumenttien hajautetut sijainnit aiheuttavat mahdollisesti epäselvyyksiä eri osastojen kesken. Tutkimuksen mukaan kehitystarpeet ovat prosessien ja toimintatapojen puolella, toisin kuin ennen tutkimusta oletettiin. Nykytilan kartoituksen osalta löydettiin tuloksia, jotka tukivat yrityksen yleistä käsitystä asiasta.

Yksi osuus työn sisällöstä asettui hyvin vahvasti tuotantohyödykkeen elinjakson suunnitteluun, jolla hyvin merkittävä tehtävä ns. ”road mappina” investoinnin suorittamisessa ja jalkauttamisessa tuotantoon. Elinjakson kuvaus antaa mielestäni rungon koko projektille. Sen avulla tunnistetaan vastuut, se voidaan sijoittaa aikajanaan (tässä työssä ei vielä sidottu), elinkaarikustannuksien syntyminen voidaan sijoittaa vastuiden ja elinjakson vaiheiden kanssa, tulevat resurssi tarpeet voidaan esittää vaiheittain. Hyvin tärkeä asia on elinjakson auditointipisteet, jotka toimivat hyväksyntöjen tarkistuspisteinä. Työssä toteutettu elinjakson kuvaus antaa hyvän pohjan projektin toteuttamiselle. Jatkokehitys ideana esitetään, kun projekti käynnistyy täydellä teholla, on

tärkeää huomioida muutokset ja lisätä ajoitus aikajanelle. Tämän johdosta voisi käyttää elinjaksokuvausta pääaikatauluna projektille. Sopiva tarkkuus voisi olla yksi kvartaali.

Keskustellessa käyttöhyödykkeestä voidaan todeta, että valmistettavilla tuotteilla on myös elinjakso. Investoitavan laitteen elinjaksoon vaikuttaa se, kuinka pitkään sillä valmistetaan tuotteita. Tämän yhteyden kuvaaminen elinjaksolla olisi jatkossa myös mahdollista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että investoitavien laitteiden elinjakso suunnitellaan osittain tuotteiden elinkaaren mukaan tai tiedetään ainakin ajan kohta, milloin täytyy suorittaa modernisaatio laitteistolle. Tutkimus helpotti ymmärtämään elinjakso määritelmää.

Elinjaksokuvausta valmistellessa ei ollut vielä tietoa, kuinka isoksi yhden kuvauksen osuus voi johtaa. Tämän sisäistämiseen yrityksessä kannattaa kiinnittää huomioita eri projekteissa. Toimeksiantaja yrityksen tuotekehitysosastolla elinjakso asioiden määrittely on todennäköisesti viety pidemmälle. Tutkimustyön edetessä havaittiin elinjakson määrittelyn merkitys tärkeäksi tuotantohyödykkeen tehokkaalle käyttämiselle tuotannossa. Elinjakso toimii runkona, jonka avulla voidaan ohjata organisaatio tekemään asioita oikea aikaisesti. Elinjakson avulla voidaan esittää vastuun jakautuminen selkeästi ilman epämääräisyyksiä. Tätä asiaa voisi tutkia tarkemmin ja hakea hyviä käytäntöjä yrityksen sisältä ja verrokki yrityksistä sekä tutkimuksista.

Elinjaksoon liittyvät oleellisesti elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannuksista kerättiin teoriaa yleisellä tasolla. Elinjaksokuvaukseen tunnistettiin elinkaarikustannuksien kustannuslajit. Lisäksi työn yhteydessä tuotiin esille valmis elinkaarikustannusten laskenta malli. Elinkaarikustannusten vertailuun suhtaudutaan vielä varauksella, koska vertailtavat ratkaisut ovat niin erilaisia. Kuitenkin elinkaarikustannuksien vertailu tai vähintään kustannuksien tunnistaminen kuitenkin tehdään projektin edetessä. Tässä tutkimuksessa todettiin elinkaarikustannusten vertailun olevan kohtuullisen vaikeaa erilaisten ratkaisujen vuoksi. Olisi kuitenkin tärkeää selvittää eri kustannuslajit ja niiden suuruudet, koska sen avulla yritys voi tunnistaa eroavaisuuksia hankinnan kohteena olevissa tuotantohyödykkeissä. Tämän tutkimuksen pohjalta selvitetty elinkaarikustannusten menetelmät eivät ehtineet käyttöön, joten niiden toimivuutta ei voida vielä todentaa. Jatkotutkimuksena voisi selvittää, kuinka elinkaarikustannusten vertailu onnistui.

Toinen osuus työn sisällöstä kohdentui vaatimustenhallintaan. Vaatimustenhallinnan osuuden havaitsin olevan hyvin merkittävä menetelmä tukemaan yrityksessä toteutettavia investointeja. Vaatimustenhallinnan avulla pystytään keräämään tarvittava tieto koko organisaatiosta. Tiedonkeruun tukijalkana toimii sidosryhmien tunnistaminen. Vaatimustenhallinnan voidaan nähdä toimivan koko elinjakson ajan tukemassa tuotantohyödykkeen käyttöä, alkaen esisuunnittelusta päättyen käytöstä poistoon. Vaatimustenhallinta on hyvin suuri kokonaisuus ja vaatii resurssia sekä hyviä yhteistyötaitoja asioiden johtamisessa yrityksessä.

Tutkimustyön pohjalta suoritettiin ensimmäinen vaatimuksien keräys kierros. Työn pohjaksi tehtiin vaatimustenkeräys Excel-pohja, johon vaatimukset kerättiin. Tämän ei voida todeta onnistuneen sataprosenttisesti, koska vaatimuksien määrittelyssä on paljon asioita jotka pitää oppia suorittamaan oikein. Suurimmat ongelmat olivat vaatimusten erottamisessa reunaehdoista ja muusta teknisestä spesifikaatiosta. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan haluttu rajata liikaa asioiden käsittelyä, vaan kaikki asiat kirjattiin ylös. Vaatimuslista käsiteltiin ja jaoteltiin sen hetkisen parhaan tiedon mukaan. Tätä työtä tulee myös jatkaa projektin edetessä. Työn alkupuolella oletettiin vaatimustenkeräyksen olevan yksittäinen tapahtuma, mutta työn edetessä havaittiin sen jatkuvan laitteiden käytöstä poistoon asti.

Vaatimustenhallinnan tiimoilta järjestetyissä työryhmissä käsiteltiin eri sidosryhmien kanssa asioita ja asioiden käsittely koettiin organisaatiossa tärkeäksi. Vaatimustenhallinta työnsuorittaminen vaatii paljon työaika, koska asiat täytyy dokumentoida seikka peräisästi ja seuranta on oltava aukotonta asioiden etenemisen seurannassa. Jos esimerkiksi, joku vaatimus unohdetaan toteuttaa sille määritellyssä vaiheessa, vois sillä olla kohtalokkaat vaikutukset kustannuksiin. Vaatimustenhallinnassa olisi ollut mielenkiintoista keskittyä myös globaaleihin vaatimuksiin, mutta tämä osuus on työn ulkopuolella.

Vaatimustenhallinnan osa-aluetta käsitellessä nousi esille RAMS-prosessi. Teorian mukaan analyysit sijoittuvat pääsoin esisuunnitteluvaiheeseen, mutta niitä voidaan tehdä vielä suunnitteluvaiheen alkupuolella. Teorian esiin tuominen työnyhteydessä on merkittävä asia. Näiden analyysien avulla voidaan nimenomaan varmistaa laitteiden toimintaa täysivaltaisesti tuotanto-olosuhteissa. Tämän prosessin analyysien

tehtävänä on nimenomaan tunnistaa laitteiston suunnittelutyön pohjaksi vaatimuksia; jotka varmistavat laitteen toimintavarmuuden, käyttövarmuuden, kunnossapidettävyyden ja turvallisuuden. Tämän RAMS-prosessin toteuttaminen on avainasemassa asioiden tunnistamisessa. Tämän tutkimustyön tiimoilta pidetyssä ensimmäisessä palaverissa todettiin, että haluttiin juuri ottaa huomioon kunnossapidettävyyteen liittyviä asioita. RAMS-prosessin avulla näitä ominaisuuksia voidaan rakentaa sisälle järjestelmään, kuten teoria osuudessa on todettu. Varsinaisen prosessin toteutus jää projektityöksi. Tämän voisi tehdä yhteistyössä laitteiston toimittajan kanssa.

Tutkimustyön jatkokehitys toimenpiteissä tuotiin esille VTT:n ja Työsuojelurahaston suorittama yhteishanke RAMS-prosessista. Tämä traktorin testausasema voisi olla myös sellainen hanke, jossa voisi tiedustella yhteistyö mahdollisuutta tämän kaltaiselle projektille. Projektina tämän kaltainen investointi on merkittävä ja siihen sisältyy paljon sovelluksia, joilla voisi olla uutuusarvoa käyttämällä uusia teknologioita. Yhteistyöhankkeet edellyttävät merkittävää uutuusarvoa. Aikataulu voi olla haasteellinen toteuttaa näiden yhteistyöhankkeiden osalta.

Kolmas osuus työn sisällöstä keskittyi investoinnin käyttöönottoon. Tämän osuuden näkisin olevan tärkeä investoinnin saavutusten kannalta sekä investoidun laitteen jatkokehitystä seurattaessa. Tähän osuuteen sovellettiin OEE-mallia, joka on suomenkieliseltä nimeltään KNL-malli. Tämän pitäisi olla tällaisessa kohteessa toimiva mittausmenetelmä ja sitä on esiintynyt erilaisten investointihankkeiden yhteyksissä. Työn tuloksena toteutettiin Excel-pohjainen malli, jolla voidaan alustavasti laskea KNL-luvut. Lisäksi tehtiin esitys siitä, kuinka malli rakennettaisiin sisälle testausaseman järjestelmään. Tämän avulla voitaisiin seurata kokonaistehokkuutta reaaliajassa. Tämä kokonaistehokkuusluku voidaan sitoa osaksi investointia, jolloin investoinnin toteutuminen on mitattavissa ja sen avulla voidaan toimittaja sitouttaa investoinnin onnistumiseen. Tämän toimivuutta ei voitu todeta tämän opinnäytetyön valmistumisen aikana. Lisäksi KNL-luku tulisi sitoa euro määräiseen lukuun, jolloin kehitys näkyisi konkreettisesti kaikille.

Tutkimuksen tuloksia on käyty läpi toimeksiantajan kanssa. Tuloksien ja käytettyjen menetelmien todettiin tukevan myös ME-organisaation toimintaan jatkossa. oin kysymys on, kuinka paljon nämä esitetyt menetelmät tukevat käytännön tasolla inves-

tointiprojektin toteuttamista. Lisäksi kuinka hyvin pystymme orientoitumaan toteuttamaan järjestelmällisiä toimintatapoja ja huomioimaan ne oikea aikaisesti projekteissa. Tässä työssä projektina oli traktorin testausaseman investointi. Jatko tutkimuksena voisi suorittaa, kuinka edellä mainittu projekti on toteutunut käytännössä. Kuinka hyvin nämä menetelmät saatiin toimimaan.

Lisäksi jatkotutkimuksia voisi tehdä organisaation toimintaan liittyen sen jälkeen, kun standardisointi toimenpiteet käytäntöihin on tehty. Tutkia voisi myös dokumentointikehityksen vaikutuksia organisaation toimintaan.

Lähteet

Arnold, G. 1998. Corporate Financial Management. London: Financial Times Pitman Publishing.

Benchmarking. N. d. Artikkelel Itä-Suomen yliopiston internet sivulla. Viitattu 18.4.2018. <https://www.uef.fi/benchmarking>.

Elinkaarikustannukset (Life Cycle Costs, LCC). N. d. Artikkelel Ramentorin internet sivuilla. Viitattu 5.2.2018. <http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/elinkaarikustannukset/>.

Haverila, M., J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. Painos. Tampere: Infacs Oy.

Lehtola P. 2018. Yliopettaja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Oppitunti 9.2.2018.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Hämeenlinna: Tammi.

Kananen, J. 2009. Toimintatutkimus yrityksen kehittämisessä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kivipuro, M., Reunanen, M. & Valkokari, P. 2008. Hallitse RAMS-vaatimukset. Promaint 7.

Knüpfer, S., Puttonen, V. N. d. Modernirahoitus. Julkaisu Alma talentin verkkokirjahyllyssä. Viitattu 3.2.2018. <https://verkkokirjahylly-almatalent.fi.ezproxy.jamk.fi:2443/teos/BAXBXXATBBFEC#kohta:106>.

Komonen, K. 2009. Kunnospidon nykyiset ja tulevat haasteet Suomessa 2009. Kunnossapitoyhdistyksen ”Johtaminen ja talous” -toimikunnan selvityksen tuloksia. Promaint 2009 nro2. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint.

- Kosola, J. 2013. Vaatimustenhallinnan opas. Tampere: Maanpuolustuskorkeakoulu. Viitattu 23.4.2018. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/88931/Vaatimustenhallinnan%20opas%201.0_verkkoversio.pdf?sequence=2.
- Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissä pidolla. Kerava: KP-Media Oy.
- Leiffing, D., Widrig, D. 2003. "Managing Software Requirements - A Use Case Approach". Addison Valley.
- Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Kerava: KP-Media Oy.
- Motivan hankintapalvelu tukenasi, 30.12.2016. Artikkelin Motivanhankintapalvelun internet sivustolla. Viitattu 23.4.2018. <http://www.motivanhankintapalvelu.fi/hankintapalvelu>.
- RAMS-sovellutus teollisuuden automaattisiin korkeavarastoratkaisuihin. 2005. Artikkelin Työsuojelurahaston internet sivustolla. Viitattu 23.4.2018. <https://www.tsr.fi/valmiit-hankkeet/hanke?h=104168#tiedote>.
- Stamatis, D. H., 2010. The OEE Primer, Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability and Maintainability. New York: Taylor & Francis Group.
- Stapenhurst, T. 2009. The Benchmarking Book. Oxford: Butter Worth-Heinemann.
- Savolainen, J. 2013. Reunaehdot ja testaussuunnitelmat taistelija-radion valintaan elinkaarikustannusten näkökulmasta. Opinnäytetyö, Ylempi AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja liikenteen ala, Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma. Viitattu 24.4.2018. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/62814/Savolainen_Juha.pdf?sequence=1.
- Tietoa Valtrasta. N. d. Artikkelin Valtra Oy:n internet sivustolla. Viitattu 14.1.2018. (<http://www.valtra.fi/tietoa-valtrasta.aspx>).
- Työsuojelurahasto. N. d. Artikkelin työsuojelurahaston internet sivustolla. Viitattu 22.4.2018. <https://www.tsr.fi/tyosuojelurahasto>.
- Wilmott, P. 1996. Total Productive Maintenance – A Pillar of world Class Performance in Rao, B.K.N. (Editor). Handbook of Condition Monitoring . Oxford: Elsevier advanced Technology.

What is an "investment". N. d. Artikkele Investopedia internet sivustolla. Viitattu 3.2.2018. <https://www.investopedia.com/terms/i/investment.asp>.

Liitteet

Liite 1. Opinnäytetyön kyselykaavake

OPINNÄYTETYÖN KYSELYKAAVAKE

31.1.2018

1. Kysymys

Kun teet isomman hankinnan (Esim. tuotantolaitte, arvo 10Ke), millä tavalla huomioit vaatimusten keräämisen ja hallinnan?

Huom. Sidosryhmiä voi olla useilta osastoilta: tuotanto, kupi, IT-osasto, tuotekehitys, tavaran toimittajat, laatu, jälkimarkkinointi ja huolto

2. Kysymys

Oletko ottanut huomioon investointeja suoritettaessa kunnossapidon vaatimuksia?

3. Kysymys

Jos olet, millaisia asioita ja millä tavalla?

4. Kysymys

Onko hankittaville laitteille esitetty kunnossapitovaatimukset investointihankkeen määrittelyvaiheessa?

5. Kysymys

Onko investointiprojekteissa suoritettu käyttöönoton ja tuotannon aloituksen mittaamista?

6. Kysymys

Jos on, onko toimittaja antanut ehdotuksen vai onko se tehty yhteistyössä?

7. Kysymys

Oletko vertaillut elinkaarikustannuksia?

Esim. Eriolaisten tuotantolaitte vaihtoehtojen välillä.

Liite 2. Tuotantolaitteiden siirto ME:ltä kunnossapidolle

Tarkastuslista:

- laitekortti Arrowissa
- toimittajatiedot Arrowissa
- sähkö- ja mekaniikkakuvat, komponenttien sijoituskuvat sekä layout kuva *
- komponenttiluettelo tarkoilla tyyppitiedoilla
- toimittajan huolto ja tarkistus-ohjelma pv-, vko-, kk- ja vuositasoille purettuna
- toimittajan antama kriittisten varaosien listaus ml. toimitusaika
- käyttö- ja huolto-ohjekirja suomeksi
- turvaohjeet
- nosto- / siirto-ohjeet
- häiriölistaus, ml. syy selvityksineen
- PLC-ohjelma kommentoituna ja toimintakaavio
- Käyttöpäätteiden, kenttäväylälaitteiden ohjelmat/parametrit tiedostona tai listauksena
- vaadittavat CE merkinnät
- lakisääteiset tarkastuspöytäkirjat
- Koneen käyttöönoton tarkastuslista täytetty hyväksytysti (Valtran oma)
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja
- maahantuojan/ valmistajan huollon yhteystiedot
- takuun kesto ja ehdot
- vasteajat vikatilanteissa
- käyttö- ja huoltokoulutus kunnossapidolle
- käyttö- ja huoltokoulutus käyttäjille
- Tehdas layout päivitetty
- Huoltosopimus tehty

Tarkastuslista:

- rakennuslupa
- työselosteet
- täydelliset kuvat (asemapiirustus, pohjakuva, julkisivukuva, leikkauskuvat ym.)*
- kiinteistötekniikan toimintakuvaus ja piirustukset (sähkö,LVI,sprinklaus,paineilma)*
- rakennusvalvonnan lopputarkastuspöytäkirja
- urakat, urakoitsijoiden nimet ja yhteystiedot

Luovuttaja:

Vastaanottaja (KUPI):

Pvm:

* 2 kopiota ja kaikki myös sähköisesti toimitettuna muokattavassa muodossa (*.dwg *.dxf jne.)

Liite 4. Motivan taulukko, eritellyt käyttökustannukset

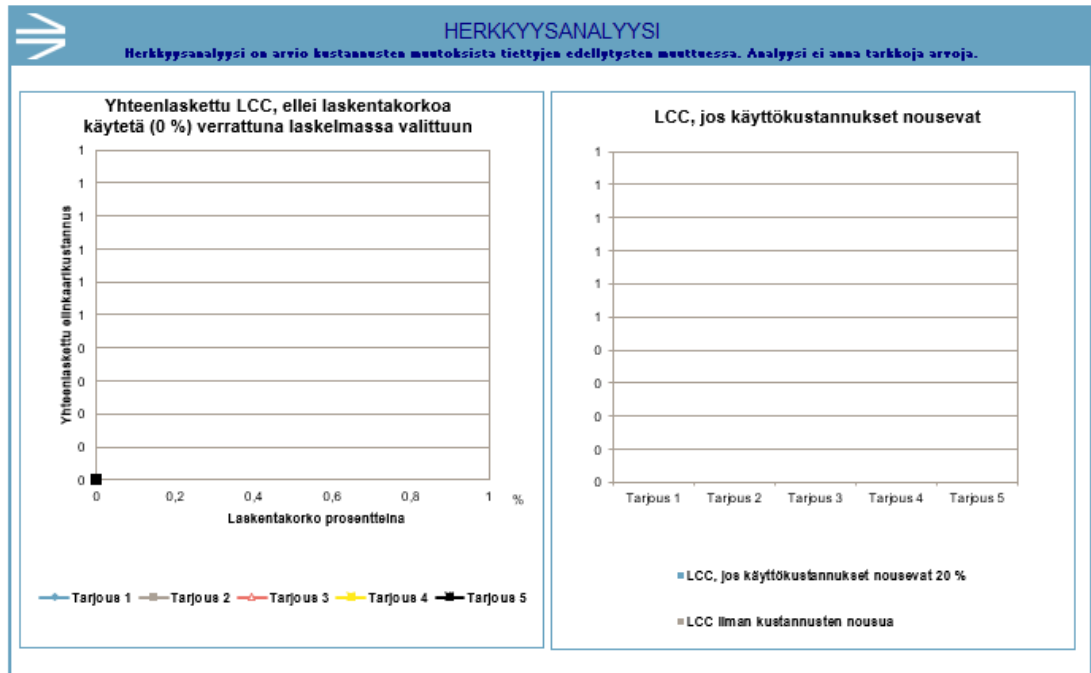
ERITELLYT KÄYTTÖKUSTANNUKSET					
Punaiset solut: hankkija määrittelee tiedot. Valkoiset solut: toimittajan antamat tiedot. Lisäohjeita saa näkyviin, kun klikkaa punaisia kolmioita.	Tarjous 1	Tarjous 2	Tarjous 3	Tarjous 4	Tarjous 5
Tuotantopäivä 1					
Kulutus 60' tohu (kW) kappalotta kahden					ylerrikkä
Vuorittainen käyttö					ylerrikkä
Kurttanur ylläpitää kahden kappalotta kahden					EUR/ylerrikkä
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Tuotantopäivä 2					
Kulutus 60' tohu (kW) kappalotta kahden					ylerrikkä
Vuorittainen käyttö					ylerrikkä
Kurttanur ylläpitää kahden kappalotta kahden					EUR/ylerrikkä
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Tuotantopäivä 3					
Kulutus 60' tohu (kW) kappalotta kahden					ylerrikkä
Vuorittainen käyttö					ylerrikkä
Kurttanur ylläpitää kahden kappalotta kahden					EUR/ylerrikkä
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Tuotantopäivä 4					
Kulutus 60' tohu (kW) kappalotta kahden					ylerrikkä
Vuorittainen käyttö					ylerrikkä
Kurttanur ylläpitää kahden kappalotta kahden					EUR/ylerrikkä
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Tuotantopäivä 5					
Kulutus 60' tohu (kW) kappalotta kahden					ylerrikkä
Vuorittainen käyttö					ylerrikkä
Kurttanur ylläpitää kahden kappalotta kahden					EUR/ylerrikkä
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Yhteisaroketta käyttökurttanur,	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
käyttökustannukset (nykyarvo)	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR

Tuotantopäivä 1-5 voivat olla polttoaineet, sähkö, vesi, paperi, puhdistusaineet jne.

Liite 5. Motivan taulukko, jaksottaiset investointikustannukset

JAKSOTTAISET INVESTOINTIKUSTANNUKSET									
	Tarjous 1	Tarjous 2	Tarjous 3	Tarjous 4	Tarjous 5				
Yousi 1					EUR/kpl				
Yousi 2					EUR/kpl				
Yousi 3					EUR/kpl				
Yousi 4					EUR/kpl				
Yousi 5					EUR/kpl				
Yousi 6					EUR/kpl				
Yousi 7					EUR/kpl				
Yousi 8					EUR/kpl				
Yousi 9					EUR/kpl				
Yousi 10					EUR/kpl				
Yousi 11					EUR/kpl				
Yousi 12					EUR/kpl				
Yousi 13					EUR/kpl				
Yousi 14					EUR/kpl				
Yousi 15					EUR/kpl				
Yousi 16					EUR/kpl				
Yousi 17					EUR/kpl				
Yousi 18					EUR/kpl				
Yousi 19					EUR/kpl				
Yousi 20					EUR/kpl				
Yousi 21					EUR/kpl				
Yousi 22					EUR/kpl				
Yousi 23					EUR/kpl				
Yousi 24					EUR/kpl				
Yousi 25					EUR/kpl				
Jaksottaiset investointikustannukset yhteensä (nykyarvo)					0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR

Liite 6. Motivan taulukko, herkkyyshanalyysit



HERKKYYSANALYYSI LASKENTAKORKO

	0	0	%
Tarjous 1	0	0	EUR
Tarjous 2	0	0	EUR
Tarjous 3	0	0	EUR
Tarjous 4	0	0	EUR
Tarjous 5	0	0	EUR

HERKKYYSANALYYSI KÄYTTÖKUSTANNUS

	Tarjous 1	Tarjous 2	Tarjous 3	Tarjous 4	Tarjous 5
Yhteenlaskettu LCC, jos käyttökustannus r	0	0	0	0	0
LCC ilman käyttökustannuksen nousua	0	0	0	0	0

Liite 7. Kustannusten keruu LCC

KUSTANNUSTEN KERUU LCC		
Toimittaja täyttää vihreät kohdat		
PERUSTIEDOT		TARJOUS 1
Lukumäärä*	kpl	
Käyttöikä* (Voidaan esittää moniosaisena; automaatio, ohjelmisto, mekaniikka, sähköistys). Tällöin voidaan tähän esittää pitkä käyttöikä, jota jatketaan modernisatioilla. Modernisatiokustannukset kerätään taulukossa alempana).	vuotta	
Laskentakorko	%	
TARJOUKSET		
HANKINTAKUSTANNUS		
Investointi, (pitää ilmoittaa jakotettuna jos jaksottuu useammalle vuodelle)		
Esisuunnittelu		
Koulutus paketti		
Ostohinta kappaletta kohden	EUR/kpl	
Asennus 1		
Asennus 2		
Asennus 3		
Asennus 4		
Valvontakustannus		
Asennuskustannus yhteensä	EUR	
Modernisatio 1, pitää ilmoittaa, jos tiedossa tulevaisuudessa.		
Modernisatio 2, pitää ilmoittaa, jos tiedossa tulevaisuudessa.		
Varaosapaketti, aloitus paketti. Sisältää kriittiset varaosat.		
HANKINTAKUSTANNUS KAPPALETTA KOHDEN		
KÄYTTÖ		
Koulutus vuosittain		
Koulutustajan palkat		
YK-kulutustarvikkeet		
Koeajajien palkat		
Energia- ja kuluksien, käyttöaika 8 tuntia / päivä		
Yhteenlaskettu käyttökustannus vuodessa	EUR/kpl, v	
HUOLTO		
Varaosakustannukset huolto-ohjelman mukaan / vuosi		
Huoltokustannukset huolto-ohjelman mukaan / vuosi. Ostopalveluna.		
Kunnossapitoasentajien palkat		
Käyttötuen kustannus (Toimittajan arvio käyttötuen määrästä ja tuntihinta kuluineen)		
Kiinteistöön kohdistuvat kulut		
Yhteenlaskettu huoltokustannus vuodessa	EUR/kpl, v	
MUUTA		
Verot/maksut vuodessa	EUR/kpl, v	
Poisto- ja jäte- ja kuluksien, huolloista yms.	EUR/kpl	
Käytöstäpoisto		
Toteutumaton tuotanto		
Yhteenlasketut muut kustannukset		
Jäännösarvo	EUR/kpl	

COLLECTION OF COSTS (Life cycle costs)		
Supplier fill the green points		
BASIC INFORMATION		QUOTE 1
Number of machine	Piece	
Life time. (Can be presented in many parts; automatic, program, mechanical, elektrity, etc.). If you select this way: Mark the modernization costs below the table. (Line 23 and 24).	Years	
Interest calculation	%	
QUOTES		
PURCHASE COSTS		
Investment costs, (must be notified if the allocated over several years)		
Pre-engineering		
Training package		
PRICE PER PIECE	EUR / piece	
ASSEMBLY COSTS		
Assembly 1. (must be notified if the separet costs)		
Assembly 2. (must be notified if the separet costs)		
Assembly 3. (must be notified if the separet costs)		
Assembly 4. (must be notified if the separet costs)		
Control costs		
ALL ASSEMBLY COSTS	EUR	
Modernization 1, (must be notified if the offing future)		
Modernizatio 2, (must be notified if the offing future)		
Spare parts package, (start package, include kritical parts)		
ALL INVESTMENT COSTS		
OPERATION		
Training costs		
Training time wages		
Overhead costs		
Test driver wages		
Energy costs, (operation time 8 hours per day)		
ALL OPERATION COSTS PER YEAR	EUR/piece, year	
MAINTENANCE		
Spare parts costs by maintenance program per year		
Maintenance costs by maintenance program per year. (Outsourcing service)		
Maintenance assembler wages		
User support costs (Supplier estimates how match needed of user support; price per hour, include costs of trip and accommodation)		
Facility costs		
ALL MAINTENANCE COSTS PER YEAR	EUR/piece, year	
OTHER		
Taxes / costs per year	EUR/piece, year	
Deletion costs / waste costs, maintenance etc..	EUR/piece, year	
Costs of decommissioning of machine		
Unrealized production, (maintenance time and an estimate of the failure)		
ALL OTHER COSTS		
Residual value, (value the end of their useful life)	EUR	

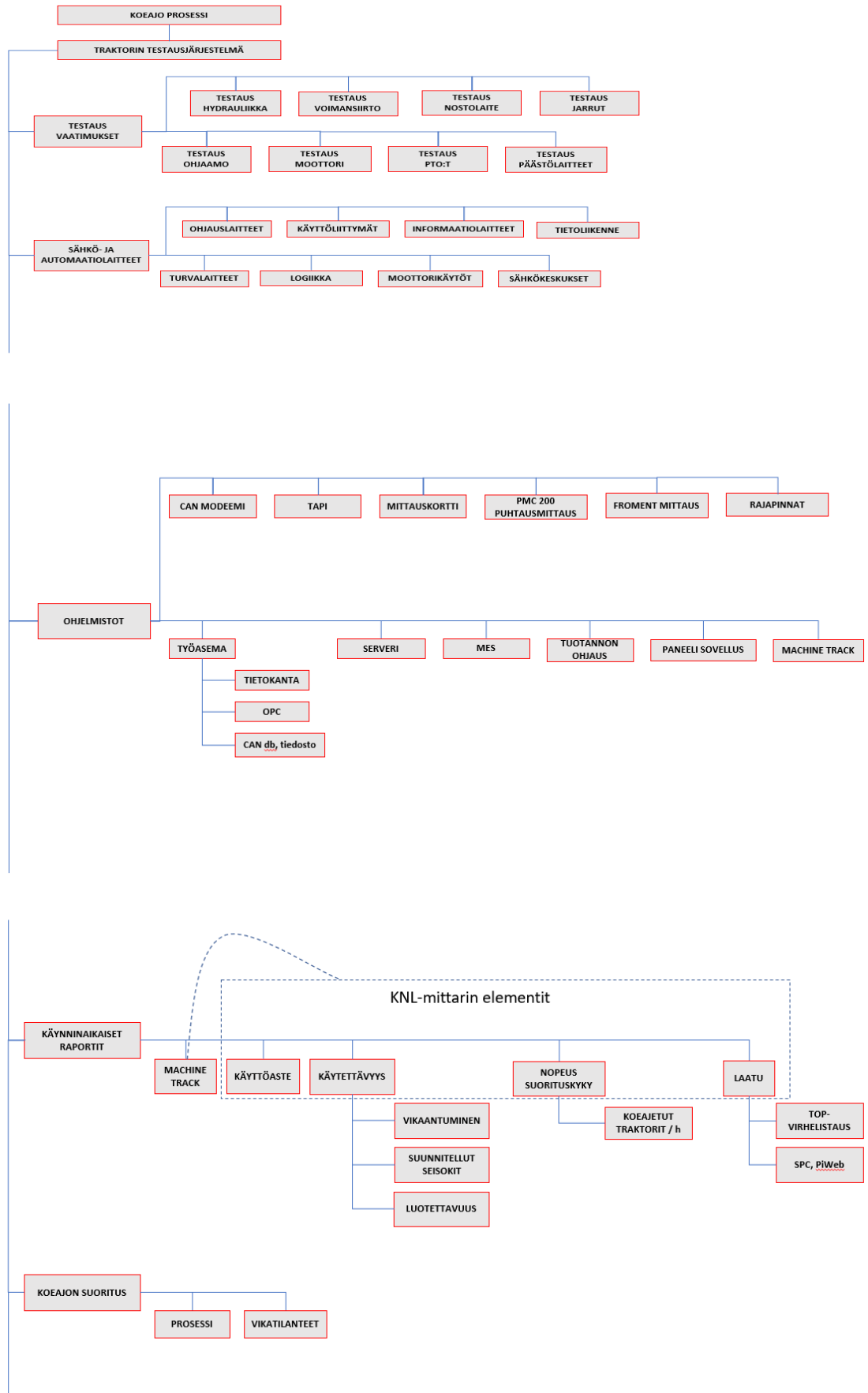
Liite 8. Sidosryhmätaulukko

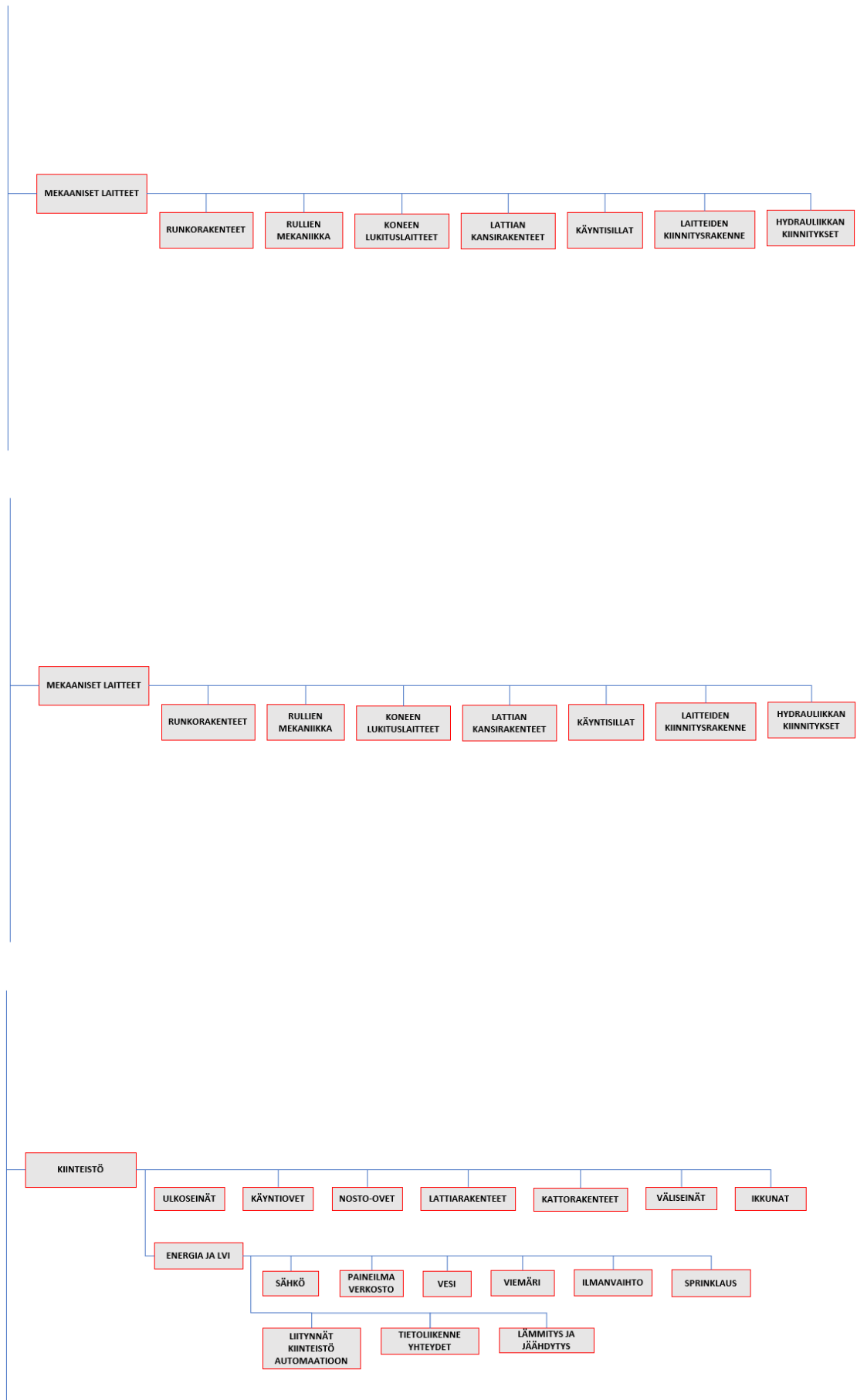
RYHMÄ	SIDOSRYHMÄT	HENKILÖT	PÄIVÄMÄÄRÄ JA AIKA
1.	PROJEKTIVASTUU		
	ME-osasto	4. henkilöä	24.11.2017
	Hankintaosasto	2. henkilöä	5.12.2017
2.	ASIAKAS		
	Tuotanto	1. Henkilö	
	Koeajon kymppi	1. Henkilö	
	Koeajaja, Tiimin vetäjä	1. Henkilö	22.1.2018
3.	RAHOITTAJA		
	AGCO, Globaalihankintaosasto, globaali ME, globaalituotant	3. henkilöä	
	Valtra	3. henkilöä	
4.	JÄRJESTELMÄN OMISTAJA, elinjakson aikana		
	Tuotanto	1. henkilö	
5.	KÄYTTÄJÄ		
	Tuotanto	1. henkilö + ryhmä	
6.	TUKIORGANISAATIOT		
	ME-osasto	3. henkilöä	7.12.2017
	Kunnossapito, mekaaninen	1. Henkilö	7.12.2017
	Kunnossapito, sähkö	1. Henkilö	7.12.2017
	Kunnossapito, kiinteistö	1. Henkilö	7.12.2017
	IT-osasto	1. Henkilö	7.12.2017
	Tuotekehitys, testauksen raja-arvot	1. Henkilö	10.1.2018
		3. henkilöä	25.1.2018
	Ulkoiset toimijat, esim. ohjelmistot, kunnossapito	3. toimijaa	
	Laatuorganisaatio, laitteiston turvallisuus asiat	3. henkilöä	3.1.2018
	Laatuorganisaatio, tuotannon laatu	1. Henkilö	
	Laatuorganisaatio, Npi	2. henkilöä	12.1.2018
7.	MUUT SIDOSRYHMÄT		
	BVS testausorganisaatio	2. henkilöä	
	AGCO Power, määrittelyt, tehomittaukset ja päästöt	3. henkilöä	
	Ohjaamatoimittajat,	2. henkilöä	
	Voimansiirtotoimittajat	1. Henkilö	
	Jälkimarkkinointi ja huoltopalvelut	1. Henkilö	
	Kenttälaatu	1. Henkilö	24.1.2018
8.	TUOTE- JA PALVELUTOIMITTAJAT		
	Järjestelmätoimittajat	-	
9.	NEGATIIVISET SIDOSRYHMÄT		
	Onko?	-	

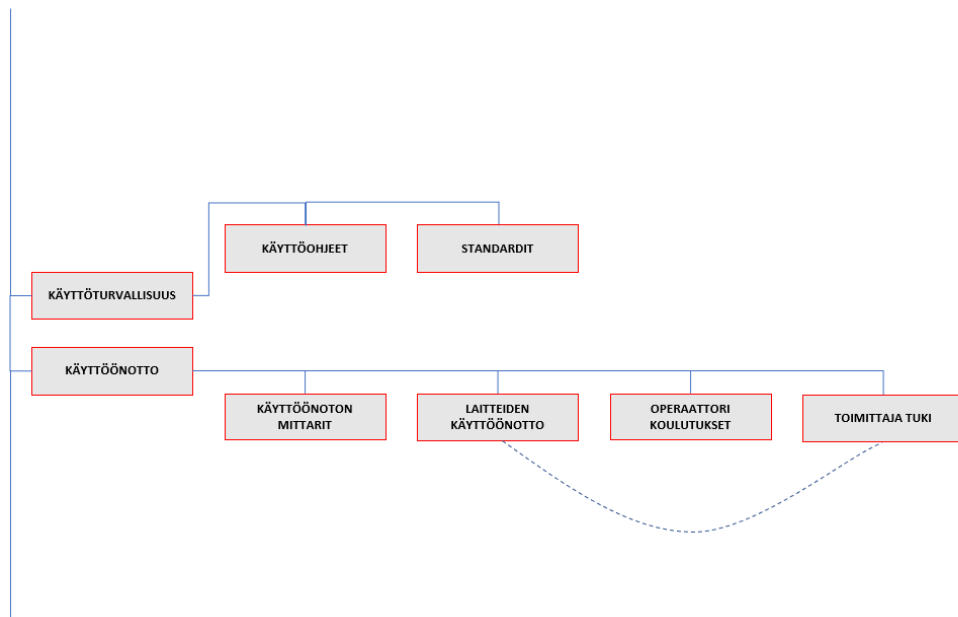
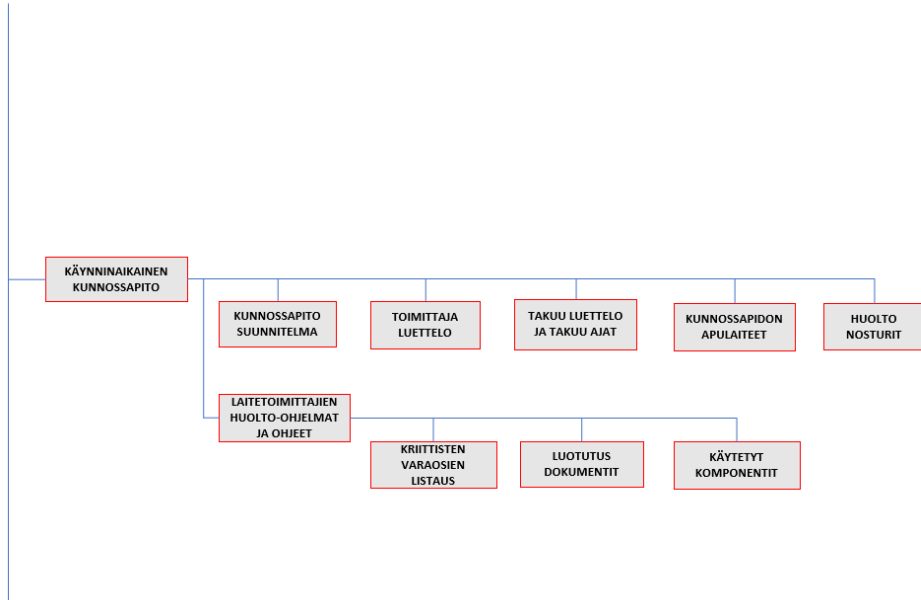
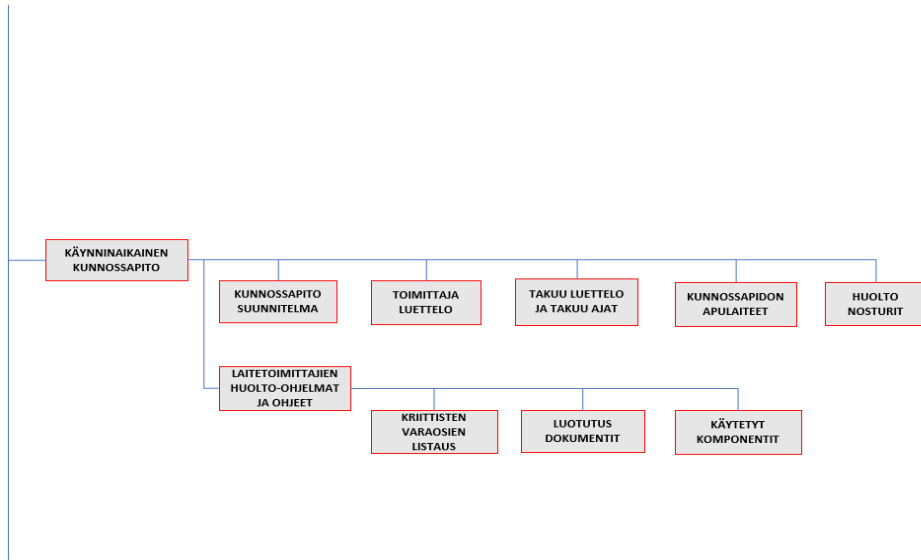
6.24.	Kesäaika	Ilmälämpötila	HE	Terveystieteiden tutkimuskeskus	3.1.2019	E61	E64	Määräily	21.2.2019
6.25.	Kesäaika	Kuivuu	HE	Terveystieteiden tutkimuskeskus	3.1.2019	E62	E64	Määräily	21.2.2019
6.26.	Ilvotusmittaukset	Ilvotus	HANKIHTA	Taloudellisuus	10.1.2019	E61	E67-E68	Määräily	21.2.2019
6.27.	Ilvotusmittaukset	Ilvotus	HANKIHTA	Taloudellisuus	10.1.2019	E62	E68	Määräily	21.2.2019
6.28.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	TKK	Tekniikka	10.1.2019	E61	E63	Määräily	21.2.2019
6.29.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	TKK	Tekniikka	10.1.2019	E61	E63	Määräily	21.2.2019
6.30.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HE	Taloudellisuus	10.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.41.	Kesäaika	Puu	HE	Tekniikka	10.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.42.	Kesäaika	Puu	LAATU	Taloudellisuus	15.1.2019	-	-	-	-
6.43.	Kesäaika	Puu	HE	Taloudellisuus	15.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.44.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Käsitteet	LAATU	Taloudellisuus	15.1.2019	-	-	-	-
6.45.	Ilvotusmittaukset	Ilvotusmittaukset	HE	Terveystieteiden tutkimuskeskus	15.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.46.	Ilvotusmittaukset	Ilvotusmittaukset	HE	Terveystieteiden tutkimuskeskus	15.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.47.	Ilvotusmittaukset	Ilvotusmittaukset	HE	Terveystieteiden tutkimuskeskus	15.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.48.	Kesäaika	Kesäaika	HANKIHTA	LAATU	22.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.49.	Ohjelmat	Ohjelmat	HE	Käsitteet	22.1.2019	-	-	-	-
6.50.	Ohjelmat	Ohjelmat	HE	Käsitteet	22.1.2019	-	-	-	-
6.51.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Tekniikka	22.1.2019	E61	E64	Määräily	21.2.2019
6.52.	Erilisiä tutkimuskohteita	Käsitteet	HE	Taloudellisuus	22.1.2019	E61	E63	Määräily	21.2.2019
6.53.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	TKK	Terveystieteiden tutkimuskeskus	22.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.54.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Käsitteet	22.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.55.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Käsitteet	24.1.2019	E62	E64	Määräily	21.2.2019
6.56.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Käsitteet	24.1.2019	E61	E63	Määräily	21.2.2019
6.57.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Käsitteet	24.1.2019	E61	E64	Määräily	21.2.2019
6.58.	Kesäaika	Kesäaika	LAATU	Laatu	24.1.2019	-	-	-	-
6.59.	Ilvotusmittaukset	Ilvotusmittaukset	HANKIHTA	Tekniikka	24.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.60.	Kesäaika	Kesäaika	HE	Käsitteet	25.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.61.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HE	Tekniikka	25.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019
6.62.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HANKIHTA	Tekniikka	25.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.63.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HANKIHTA	Tekniikka	25.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.64.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HANKIHTA	Tekniikka	25.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.65.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HE	Taloudellisuus	21.1.2019	E62	E63	Määräily	21.2.2019
6.66.	Terveystieteiden tutkimuskeskus	Terveystieteiden tutkimuskeskus	HE	Taloudellisuus	21.1.2019	E61	E62	Määräily	21.2.2019

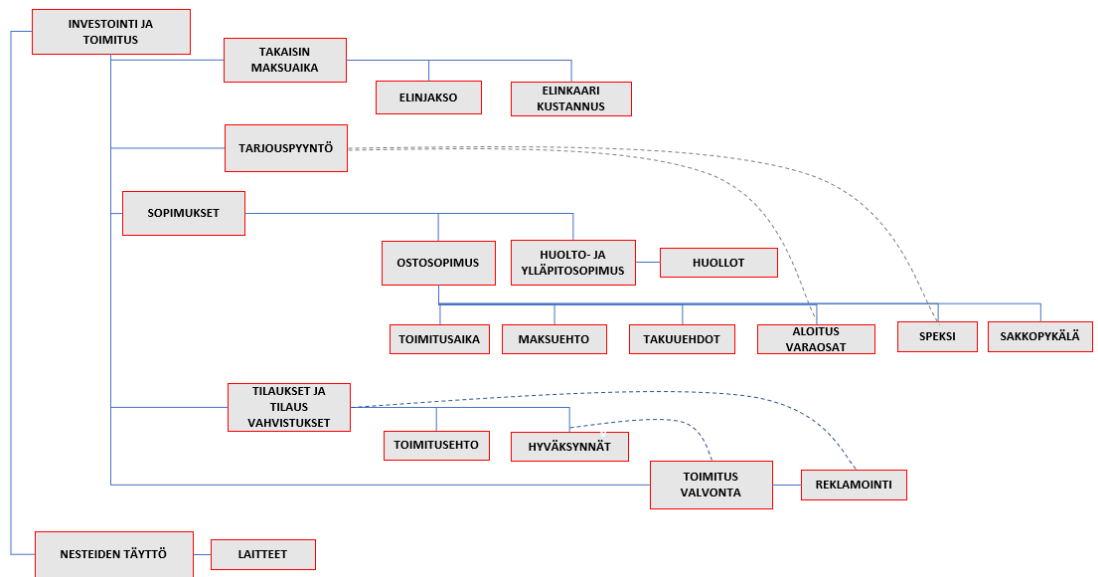
Liite 10. Järjestelmäkaavio

JÄRJESTELMÄKAAVIO









Liite 11. KNL-laskurin testipohja

LAITTEISTON KOKONAISTEHOKKUUS JA KOKONAISVALTAINEN LAITTEISTON SUORITUSKYKY (TEEP)		Pli 29.4.2018
LAITTEEN NIMI		
LAITTEEN OSAKOKONAISUUDEN NIMI		
PÄIVÄMÄÄRÄ		
VAIHE		
KÄYTETTÄVYYS		
A. Koko käytettävissä oleva aika		Minuuttia
B. Suunniteltu seisokkiaika		Minuuttia
C. Käytettävissä olo aika, netto	0	Minuuttia
D. Suunnittelemattomat seisokit (seisokkiraportista)		
d1. Konerikot		Minuuttia
d2. Asetukset ja säädöt		Minuuttia
d3. Vähäiset koneen vikaantumiset	0	YHTEENSÄ
E. Käyttöaika	0	Minuuttia
F. LAITTEISTON KÄYTETTÄVYYS	#JAKO/0!	%
TOIMINTA-ASTE		
G. Valmistetut tuotteet		Kappaletta
H. Valmistusaika / per tuote		Minuuttia/ tuote
I. LAITTEISTON TOIMINTA-ASTE	0	%
LAATUKERROIN		
J. Virheelliset tuotteet		Kappaletta
K. LAATUKERROIN	#JAKO/0!	%
LAITTEISTON KOKONAISTEHOKKUUS	#JAKO/0!	%
KOKONAISVALTAINEN LAITTEISTON SUORITUSKYKY (TEEP)		
L. Käyttöaika esim. 1670		Tuntia
M. Kalenteriaika (8760)	8730	Tuntia
N. KUORMITUS	0	%
TEEP = KOKONAISTEHOKKUUS*KUORMITUS	#JAKO/0!	%

Liite 12. Benchmarking muistio

Benchmarking 6.4.2018

Elinkaariajattelu:

Elinkaariajattelua on todennäköisesti käytössä, elinkaaren pituus on määritelty, modernisaatioita jouduttanee tekemään, enemmän tuotannon tiedossa

Komponenteille on tehty elinkaarimäärittelyt, eli kuinka pitkään on saatavissa kriittisimpiä komponentteja

Käytetään parhaimpia komponentteja

Investoinneissa on mahdollista tehdä valmiita suunnitelmia, mutta toteutetaan ne myöhemmässä vaiheessa, varataan esim. tilat laajennuksille tai tuotelinjojen kahdentamiselle tulevaisuudessa

Käyttöönotto:

Käytettävyys takuu olemassa ja sitä mitataan sekä reklamoidaan tarvittaessa

Myös volyymin läpi ajo on tärkeä suure, eli laitteet toimivat myös isommalla volyyminilla

Vaatimustenhallinta:

Vaatimuksia on kerätty tuotannosta sekä eri organisaatioista

tuotanto mukana varhaisessa vaiheessa

Kaikkea ei voida toteuttaa, pitäisi rakentaa ”kaksi tehdasta”

Vaatimuksissa huomioitava käyttöolosuhteet, Suomessa erilaiset kuin Brasiliassa.

Brasiliassa ei tarvita seiniä, kun taas Suomessa pitää olla seinät ja lämmitys

RAMS

Kriittisyys analyysinä on tehty ja kriittisiin kohtiin varaudutaan esim. siten että laite kahdennetaan tuotantoseisokin estämiseksi tai osa-alue pystytään sulkemaan tarvittaessa pois ja sen aikaa ajetaan varastoon.

Tämä on tärkeä asia kriittisyysanalyysien osalta, huom.

Henkilöstö:

Investointi projektiin olisi hyvä interaktiivinen henkilö, joka kiinnostuisi asioista ja toimisi linkkinä kunnossapitoon

Olisi myös tärkeä saada mekaanisen ja sähkökupin tehtäviä yhdistettyä. Sama henkilö voisi toteuttaa molemmat pienimuotoiset työt

Yleiset toiminnot:

Tehdasstandardit voimassa, päivitetään jatkuvasti, jotta viimeiset tiedot on saatavilla, esim. laitteiden kiinnitystapa on standardisoitu. Voidaan hyödyntää esim. uuden tehtaan teossa.

Tehtävät jaettu ehkä tarkemmin, tekniset henkilöt, ostajat, laitereklamaatioista vastaavat

Varaosatoiminnot:

Eri yksiköillä on tiedossa varaosat myös muissa yksiköissä, näin voidaan tilata tarvittaessa varaosia esim. Euroopasta oman yhtiön toisesta toimipisteestä

Asennusvalvonta:

Asennusvalvojana oltava tarkkahenkilö, joka huomioi pienetkin asiat

Tällä on suuri merkitys

Hankinta:

Hankintoja suorittaessa on tärkeä tehdä tarjouspyynnöt tarkasti, jotta sisältö on kaikissa tarjouksissa sama

Tämä koettiin tärkeäksi, sitä saa mitä tilaa.

Liite 13. RAMS-sovellus

RAMS-sovellutus teollisuuden automaattisiin korkeavarastoratkaisuihin

Kuvaus

Tiedote

(RAMS =Reliability, Availability, Maintainability & Safety) Hankkeen tavoitteena on kehittää järjestelmätoimittajan valmiuksia ja toimintatapoja vastaamaan asiakkaiden kasvaneita vaatimuksia, jotka liittyvät tarjottavien ja toimitettavien automaattivarastoratkaisujen turvallisuuden ja käyttövarmuuden varmistamiseen. Järjestelmätoimittajan kyky vastata näihin asiakkaiden vaatimuksiin on tärkeä kilpailuetu. Huomion kiinnittäminen toimitettavien järjestelmien luotettavuuteen, turvallisuuteen ja kunnossapitoon parantaa samalla korkeavarastojen työturvallisuutta. Hankkeessa luodaan järjestelmätoimittajalle paperiteollisuuden automaattivarastoprojekteihin räätälöity RAMS-sovellutus. Tämä RAMS-sovellutus sisältää suunnitteluratkaisujen turvallisuuden ja käyttövarmuuden varmistamiseen ja osoittamiseen tarvittavien prosessien, toimintatapojen ja työkalujen määrittelyn ja kuvauksen. Tässä yhteydessä tunnistetaan järjestelmätoimittajan käytössä jo olevat valmiudet ja hyödynnetään ne soveltuvin osin sellaisenaan tai parannettuina. RAMS-sovellutusta kehitetään parhaillaan meneillään olevan terästeollisuuden toimitusprojektin yhteydessä. Tämä mahdollistaa sovellutuksen osien alustavan testaamisen välittömästi aidossa käytännön tilanteessa ja saatujen kokemusten huomioonottamisen paperiteollisuuden RAMS-sovellutuksessa. Tulokset ovat käytettävissä hankkeen päätyttyä 31.03.2005.

Hankkeen vastuhenkilö

Pekka Heikkilä

Hanketiedot**Hakija**AWA Advanced Warehouse
Automation Oy**Toteuttaja**VTT Tuotteet ja tuotanto,
riskienhallinta**Lisätietoja**

Pekka Heikkilä

[\(09\) 5308 0760](tel:0953080760)[\(09\) 5308 0711](tel:0953080711)**Toteutusaika**

1.3.2004 - 1.4.2005

Työsuojelurahaston päätös

26.2.2004

17 100 euroa

Kokonaiskustannukset

56 275 euroa

Tulokset valmistuneet

6.6.2005

VTT:N MENETELMÄLLÄ TOTEUTETAAN UUSI TUOTANTOLAITOS EDULLISIMMIN

24.8.2005

VTT on kehittänyt menetelmän, jolla voidaan selvittää uuden tuotantolaitoksen luotettavuutta ja kilpailukykyä jo suunnitteluvaiheessa. Menetelmällä tarkastellaan toimitusprojekteihin liittyviä RAMS-prosesseja eli kohteena olevan järjestelmän luotettavuutta (Reliability), käytettävyyttä (Availability), kunnossapidettävyyttä (Maintainability) ja turvallisuutta (Safety). Tarkasteluihin liitetään kustannus-hyöty-tarkasteluja.

VTT:n luotettavuus selvitys auttaa laitoksen tilaajaa ja toimittajaa vertaamaan vaihtoehtoisia tapoja rakentaa uusi tuotantolaitos. Tarkoituksena on antaa osapuolille tietoa, miten suunnitella mahdollisimman luotettava, turvallinen ja samalla taloudellisesti kilpailukykyinen laitos.

Menetelmä hyödyntää VTT:n kokemusta alasta kotimaassa ja ulkomailla, ja se sopii hyvin perusteellisuuteen. Kehittämistyötä rahoittivat Työsuojelurahasto ja AWA Advanced Warehouse Automation Oy.

Tehty luotettavuus selvitys auttoi ratkaisevasti AWA Advanced Warehouse Automation Oy:tä voittamaan kansainvälisen tarjouskilpailun, joka koski raskaille metallituotteille rakennettavaa automaattista korkeavarastoa Outokummun Hollannin terästehtaalle. Tilaaja vaati, että varastojärjestelmän tarjoukseen sisältyy järjestelmällisesti toteutettu luotettavuus selvitys. AWA teki tällaisen selvityksen ensi kertaa seikkaperäisesti suunnitellessaan Outokummun varastojärjestelmää.

Vastaavanlaisia luotettavuus selvityksiä on aiemmin tehty pääasiassa korkean riskin teollisuudessa, kuten avaruus-, ilmailu-, offshore-, petrokemian ja ydinvoima-alojen tuotannossa.

RAMS-tarkastelua hyödynnettiin terästeollisuudessa

AWA Advanced Warehouse Automation Oy toteutti yhdessä VTT Tuotteet ja tuotannon kanssa hankkeen, jonka tavoitteena oli varmistaa, että yrityksen tarjoamat ja toimittamat automaattiset korkeavarastoratkaisut ovat luotettavia, käyttövarmoja, kunnossapidettäviä ja turvallisia.

Järjestelmätoimittaja saa tärkeää kilpailuetua, jos se pystyy vastaamaan näihin vaatimuksiin, joita asiakkaat yhä enemmän esittävät. Vaatimusten täyttäminen parantaa samalla korkeavarastojen työturvallisuutta.

Pilottikohteena hankkeessa oli samaan aikaan meneillään ollut korkeavaraston toimitus Outokummin Hollannin tehtaalle.

Varastojärjestelmän mahdollisia vikoja, niiden vaikutuksia ja kriittisyyttä analysoitiin FMECA-analyysillä (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis eli Vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi, WKA).

Laitteet jaettiin pääkomponentteihin, pääkomponenteista laadittiin luotettavuustaulukot ja laitteista piirrettiin luotettavuuslohkokaaviot sekä laskettiin laitekohtaiset ja automaattivarastokohtaiset teoreettiset käytettävyydet ja niitä verrattiin haluttuun käytettävyyteen.

Edelleen selvitettiin järjestelmään ja sen eri laitteisiin liittyvät turvallisuusnäkökohdat ja -normit sekä miten ne on otettu huomioon järjestelmän ja laitteiden suunnittelussa, rakenteissa, käytössä ja rakentamisessa. FMECAN pohjalta laadittiin RCM-analyysi (Reliability Centred Maintenance = Luotettavuuskeskeinen kunnossapito) ja RCM:n avulla johdettiin muutostarpeet toimittajan normaaliin huolto-ohjelmaan.

Varastojärjestelmälle laadittiin LCC-analyysi/-laskelma (Life Cycle Cost = Elinjaksokustannus), joka sisälsi investoinnin, huollot, korjaukset, varaosat, myöhemmän modernisoinnin, kulutusosat ja -tarvikkeet. Varaosien kustannus-hyöty-vertailuun ja hankintapäätösten tekoon laadittiin pisteytykseen perustuva taulukkolaskentatyökalu.

Pilottikohde osoitti RAMS-tarkastelun toimivuuden

RAMS-tarkastelut muodostavat monivaiheisen ja toimitusprojektin mukana etenevän prosessin, joka tuottaa järjestelmälle luotettavuus- ja turvallisuustarkasteluihin perustuvan RAMS-selvityksen. Selvitys dokumentoi RAMS-tarkastelun toteutuksen ja tulokset ja muodostaa osan toimittajan ja tämän alihankkijoiden sekä asiakkaan projektidokumentaatiosta.

Kehittämishankkeessa tuotettuja menettelyjä voidaan hyödyntää toimitusprojektin eri vaiheissa alkaen jo tarjousvalmisteluista.

Työn aikana laadittuja menettelyjä, lomakepohjia ja muita työkaluja on helppo soveltaa tulevissa automaattivarastoprojekteissa.

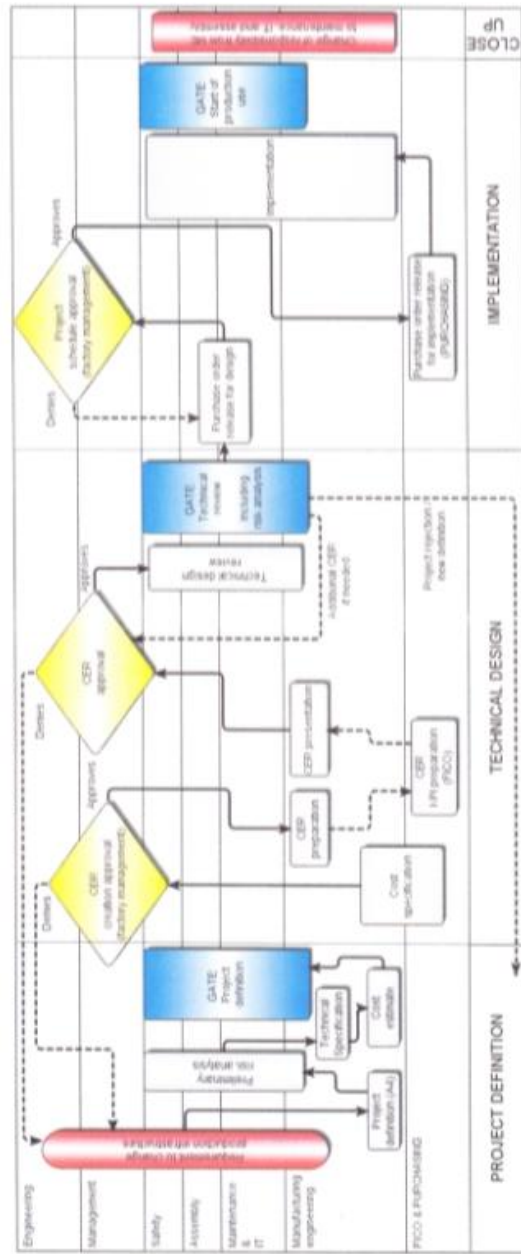
Toimittaja

Liisa Strann

Liite 14. Tuotantoinfran muutosohjeistus

8.1.2018

Tuotantoinfran muutos (Versio 5) - Valtra
 Munkkari, Vaasola, Auli 20.1.2018 13.11.
 Hyönteys: Teuvoja, Mikko 21.4.2016 08:47.
 Vuokko: Tuomas PRC-1584-7284-6



Liite 15. Opinnäytetyön alustava rajaus

